

Radenko Wolf (1919. – 1997.)

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE

8. simpozij PIFT 2019.



Urednik: ZVONKO BENČIĆ

KIKLOS

Zvonko Benčić, urednik

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE
8. simpozij PIFT 2019.

Urednik:
prof. dr. sc. Zvonko Benčić

Recenzenti:
prof. dr. sc. Zvonko Benčić
dr. sc. Branko Hanžek

Grafičke ilustracije:
emer. prof. dr. sc. Vilko Žiljak

Lektura:
GRAPA d.o.o., Zagreb

Grafička priprema:
GRAPA d.o.o., Zagreb

Nakladnik:
KIKLOS – KRUG KNJIGE d.o.o.

ISBN: 978-953-7992-17-0

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu
pod brojem 001048118.

Tisak:
Denona d.o.o., Zagreb, 2019.

Zvonko Benčić
urednik

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE

8. simpozij PIFT 2019.

KIKLOS – KRUG KNJIGE
Zagreb, 2019.

Organizatori

HRO CIGRÉ

Pokrovitelji

FER
Hrvatska sekcija IEEE
Interesna skupina doživotnih članova Hrvatske sekcije IEEE

Programski odbor

Doc. dr. sc. Ivan Bahun	Končar – Električna vozila
Prof. dr. sc. Zvonko Benčić	FER, HRO CIGRÉ
Izv. prof. dr. sc. Gordan Gledec (pred.)	FER
Dr. sc. Marijana Borić	HAZU
Akad. prof. dr. sc. Leo Budin	FER, HAZU
Prof. dr. sc. Franjo Jović	ETFOS
Dr. sc. Iva Kurelac	HAZU
Josip Moser, dipl. ing.	EDZ
Prof. dr. sc. Alfredo Višković	FER, Energy Platform Living Lab
Doc. dr. sc. Mladen Zeljko	Energetski institut Hrvoje Požar

Organizacijski odbor

Prof. dr. sc. Zvonko Benčić (pred.)	FER, HRO CIGRÉ
Dr. sc. Božidar Filipović-Grčić	HRO CIGRÉ
Dr. sc. Branko Hanžek	HAZU
Mr. sc. Ernst Mihalek	EDZ
Prof. dr. sc. Viktor Šunde	FER, HRO CIGRÉ
Mr. sc. Želimir Volf	EDZ

Tumač kratica

EDZ	Elektrotehničko društvo Zagreb
EI HP	Energetski institut *Hrvoje Požar*
FER	Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
FERIT	Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek
HAZU	Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
HRO CIGRÉ	Hrvatski ogranak Međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers

Autori članaka

Dr. sc. Marijan ANDRAŠEC
Zlatarska 23
10000 Zagreb
mandras1942@gmail.com

Prof. dr. sc. Zdenko BALAŽ
Tehničko veleučilište Zagreb
Elektrotehnički odjel
Konavoska 2
10000 Zagreb
zdenko.balaz@tvz.hr

Prof. dr. sc. Zvonko BENČIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektrostrojarstvo i automatizaciju
Unska 3
10000 Zagreb
zvonko.bencic@fer.hr

Prof. dr. sc. Lahorija BISTRIČIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za primijenjenu fiziku
Unska 3
10000 Zagreb
lahorija.bistricic@fer.hr

Dr. sc. Marijana BORIĆ
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Zavod za povijest i filozofiju znanosti HAZU
A. Kovačića 5
10000 Zagreb
mbuljan@hazu.hr

Klara BOŠKOVIĆ, studentica farmacije
Sveučilište u Zagrebu
Farmaceutsko-biokemijski fakultet
Ante Kovačića 1
10000 Zagreb
kboskovi@student.pharma.hr

Prof. dr. sc. Tomislav BRACANOVIĆ
Institut za filozofiju
Ulica grada Vukovara 54
10000 Zagreb,
tbracanovic@gmail.com
tomislav@ifzg.hr

Davorin BRKIĆ, mag. ing.
Labinska 15
10000 Zagreb
davorin.brkic@hotmail.com

Prof. dr. sc. Mirko BUTKOVIĆ
Ivana Meštrovića 1
47000 Karlovac
mirko.butkovic@vuka.hr

Mr. sc. Krešimir CEROVAC
Našička 2
10000 Zagreb
kresimir.cerovac@xnet.hr

Damir Crnković, dipl. ing.
Elektroslavonija Osijek
Šetalište kardinala Franje Šepera 1a
31000 Osijek
damir@crnković@hep.hr

Prof. emeritus Igor ČATIĆ
Fanceljev prilaz 9
10000 Zagreb
igor.catic@fsb.hr

Prof. dr. sc. Siniša FAJT
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroakustiku
Unska 3
10000 Zagreb
sinisa.fajt@fer.hr

Dr. sc. Vanja FLEGAR
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Zavod za povijest i filozofiju znanosti HAZU
Ante Kovačića 5
10000 Zagreb
vanja@hazu.hr

Prof. dr. sc. Ivan FLEGAR
Stjepana Ladiše 13
10090 Zagreb
ii.flegar@gmail. com

Prof. dr. sc. Darko FISCHER
Novi Goljak 19
10000 Zagreb
dfischer1938@gmail.com

Mr. sc. Petar FLEKOVIĆ
Radićevo šetalište 22
10000 Zagreb
lukaflekovic84@gmail.com

Prof. dr. sc. Boris HALASZ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje
Ivana Lučića 5
10000 Zagreb
boris.halasz@fsb.hr

Dr. sc. Željko HANJŠ
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Matematički odsjek
Bijenička cesta 30
10000 Zagreb
hanjs@math.hr

Dr. sc. Branko HANŽEK
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Zavod za povijest i filozofiju znanosti HAZU
A. Kovačića 5
10000 Zagreb
bhanzek@hazu.hr

Prof. dr. sc. Višnja HENČ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za primijenjenu fiziku
Unska 3
10000 Zagreb
visnja.henc@fer.hr

Doc. dr. sc. Suzana INIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Farmaceutsko-biokemijski fakultet
Ante Kovačića 1
10000 Zagreb
sinic@pharma.hr

Mr. sc. Darko IVEKOVIĆ
Trg Petra Svačića 8
10000 Zagreb.
darko13.ivekovic@gmail.com

Dr. sc. Zdenko JECIĆ
Leksikografski zavod Miroslav Krleža
Frankopanska 26
1000 Zagreb
zdenko.jecic@lzmk.hr

Prof. dr. sc. Franjo JOVIĆ
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija
Kneza Trpimira 2B
31000 Osijek
jovic@etfos.hr

Prof. dr. sc. Ljubo Jurčić
Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Trg J. F. Kennedya 6
10000 Zagreb
ljjurcic@net.efzg.hr

Dr. sc. Denis JUREČIĆ
Sveučilišter u Zagrebu
Grafički fakultet
Getaldićeva 2
10000 Zagreb
denis.jurecic@grf.hr

Prof. dr. sc. Vladimir KNAPP
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za primijenjenu fiziku
Unska 3
10000 Zagreb
vladimir.knapp@fer.hr

Tatjana KREN, prof.
Jurjevska 31a
10000 Zagreb
tatjanakren@yahoo.com

Miroslav KŘEPELA, dipl. ing.
Laščinska cesta 130
10000 Zagreb
miroslav.krepela@gmail.com

Tomislav KUHAR, ing.
Senjska 10/3
47000 Karlovac
tomislavk1936@gmail.com

Veljko Lipovšćak, dipl. ing.
Zelenjak 24
10000 Zagreb
veljko.lipovscak@zg.t-com.hr

Simo LONČAR, dipl. ing.
Vrtlarska 4
10000 Zagreb
sloncar@net.hr

Prof. dr. sc. Roman MALARIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za osnove elektrotehnike i električka mjerenja
Unska 3
10000 Zagreb
roman.malaric@fer.hr

Prof. mr. sc. Miroslav MATASOVIĆ
Marjanovićev prilaz 2
10000 Zagreb
miroslav.matasovicl@zg.t-com.hr

Mr. sc. Ernst MIHALEK
Elektrotehničko društvo Zagreb
Berislavićeva 6
10000 Zagreb
ernst.mihalek@zg.t-com.hr

Josip MOSER, dipl. ing.
Elektrotehničko društvo Zagreb
Berislavićeva 6
10000 Zagreb
josip.moser@xnet.hr

Prof. dr. sc. Gojko NIKOLIĆ
Jordanovac 119
10000 Zagreb
gojko.nikolic@ttf.hr

Doc. dr. sc. Marino Marijan NINČEVIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Hrvatski studiji
Borongajska cesta 83d
Kampus Borongaj
10000 Zagreb
mnincevic@hrstud.hr

Mr. sc. Marijan OŽANIĆ
Svetog Mateja 27
10000 Zagreb
marijan.ozanic@gmail.com

Doc. dr. sc. Predrag PALE
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija
Unska 3
10000 Zagreb
predrag.pale@fer.hr

Prof. dr. sc. Nedjeljko PERIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo
Unska 3
10000 Zagreb
nedjeljko.peric@fer.hr

Prof. dr. sc. Krunoslav PISK
Institut Ruđer Bošković
Bijenička cesta 54
10000 Zagreb
pisk@irb.hr

Prof. dr. sc. Dubravko ROGALE
Sutlanska 16
10292 Šenkovec
dubravko.rogale@ttf.hr

Damir SEKULIĆ
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Odsjek za filozofiju
Lorenza Jägera 9,
31000 Osijek
damirsekulic.piko@gmail.com

Dr. sc. Goran SLIPAC
Hrvatska elektroprivreda
goran.slipac@hep.hr
info@journalofenergy.com

Mr. sc. Jandro ŠIMIĆ
Krašička 12
10000 Zagreb
jandro.simic@gmail.com

Zoran Bobič ŠONC, dipl. ing.
Frankopanska 5A
10000 Zagreb

Dr. sc. Ivica TOLJAN
Hrvatska burza električne energije d.o.o. |
Croatian Power Exchange Ltd.
Ulica grada Vukovara 284
10000 Zagreb
ivica.toljan@cropex.hr

Prof. dr. sc. Darko VELJAN
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Matematički odsjek
Bijenička cesta 30
10000 Zagreb
darko.veljan@gmail. com

Prof. dr. sc. Alfredo VIŠKOVIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Energy Platform Living Lab
Unska 3
10000 Zagreb
alfredo.viškovic@gmail.com

Doc. dr. sc. Martina VOLAREVIĆ
Odsjek za filozofiju
Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku
Filozofski fakultet
Lorenza Jägera 9
31000 Osijek
mzezelj1@gmail.com

Mr. sc. Želimir VOLF
Elektrotehničko društvo Zagreb
Berislavićeva 6
10000 Zagreb
zelimir.volf@zg.t-com.hr

Ivica VUKOVIĆ, dipl. ing.
Tehničko Veleučilište u Zagrebu
Konavoska 2
10000 Zagreb
ivica.vukovic@tvz.hr

Mr. sc. Višnja WOLF-KMETIĆ
Zvonimira Rogoza 10
10000 Zagreb
visnjawolf@yahoo.com

Dr. sc. Josip ZDENKOVIĆ
Schrack Technik d.o.o.
Zavrtnica 17
10000 Zagreb
josip.zdenkovic@schrack.hr

Prof. dr. sc. Jana ŽILJAK GRŠIĆ
Tehničko veleučilište u Zagrebu – TVZ
Informatičko-računarski odjel
Vrbik 8
10000 Zagreb,
jana@tvz.hr

Prof. emeritus Vilko Žiljak
Sveučilište u Zagrebu
Av. Vukovara 35 A,
10000ZAGREB
vilko@ziljak.hr

Prof. dr. sc. Darko ŽUBRINIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3
10000 Zagreb
darko.zubrinic@fer.hr

Sadržaj

Predgovor XIII

1. Priroda, tehnika i društvo

Ekonomija i tehnika (uvodno predavanje) (*Ljubo Jurčić*) 1
Fizika i tehnika (uvodno predavanje) (*Krunoslav Pisk*) 37
Etički izazovi umjetne inteligencije i robotike (uvodno predavanje) (*Tomislav Bracanović*) 59
Nuklearna energija fisije za zaustavljanje globalnog zatopljenjav (pozvano predavanje) (*Vladimir Knapp*) 79
Inženjerstvo i filozofija inženjerstva (*Krešimir Cerovac*) 89
Znaci vremena (*Miroslav Matasović*) 111
Antagonizam Marcuseva razumijevanja tehnike (*Damir Sekulić, Martina Volarević*) 129
Kognitivna kibernetika za novu povijest i filozofiju tehnike (*Zdenko Balaž, Marino Marijan Ninčević*) 151
Tehnologija s primjerima i modelom koji sadrži tri determinizma (*Davorin Brkić*) 171
Utjecaj spoznaja o elektricitetu na društvo 19. stoljeća (*Miroslav Křepela*) 207

2. Znanost i nastava

Nastava fizike na Kraljevskoj tehničkoj visokoj školi / Tehničkom fakultetu / Elektrotehničkom fakultetu / Fakultetu elektrotehnike i računarstva od 1919. do 2004. godine (*Lahorija Bistričić, Višnja Henč-Bartolić*) 249
Uloga matematičkih modela u projektiranju električkih uređaja (*Ivan Flegar*) 269

Entropija, proces i informacija (*Franjo Jović*) 293

Trisekcije i polisekcije gonusa šestarom i ravnalom (*Zoran Bobič Šonc*) 317

Otkriće periodnog sustava elemenata i njegov utjecaj na hrvatsku kemiju (*Klara Bošković, Vanja Flegar, Suzana Inić*) 341

Visokoškolski udžbenici matematike Marija Kiseljaka (*Ivica Vuković*, *Anđa Valent*, *Branko Hanžek*, *Željko Hanjš*) 357

Iskustva s matematičkom tipografijom na Zavodu za primijenjenu matematiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (*Darko Žubrinić*) 383

Razvoj i implementacija višeg i visokog obrazovanja u gradu Bihaću − Bosna i Hercegovina (*Isak Karabegović*, *Husein Pašagić*) 407

Stota obljetnica tehničkog obrazovanja u Hrvatskoj (*Josip Moser*) 445

Stručna ekskurzija apsolvenata elektrotehnike 1964. godine (*Želimir Volf*) 457

3. Znanost i proizvodnja

Projekt Rekonstrukcija − amjena redoslijeda faza i otočni rad hrvatskog i BiH elektroenergetskog sustava – neočekivani preduvjeti za povezivanje dvaju europskih elektroenergetskih sustava (uvodno predavanje) (*Ivica Toljan*) 479

Znanost i gospodarstvo – kako izaći iz "slijepe ulice" (*Marijan Ožanić*) 513

Inovacijski centar *Nikola Tesla* – Budućnost početka (*Nedjeljko Perić*) 531

Uvod u povijest i politike energetskih tranzicija (*Alfredo Višković*) 615

Transformacije elektroenergetskog sektora − novi poslovni model (*Alfredo Višković, Damir Crnković*) 629

Područje elektromagnetske kompatibilnosti u Elektrotehničkom institutu *Rade Končar* (1972. – 1900.) (*Jandro Šimić*, *Zvonko Benčić*) ... 641

Povijest automatskih uređaja – automata, preteče robota (*Gojko Nikolić*) 667

Proizvodnja računskih pomagala u Hrvatskoj (*Boris Halasz*).....687
Razvoj primjene računala u istočnoj Hrvatskoj (*Darko Fischer*) 735
Povijest proizvodnje gramofonskih ploča u Hrvatskoj
(*Veljko Lipovšćak*) 751
Prikaz nekoliko revitalizacija elektromotornih pogona dizalica
od 2006. do 2017. godine (*Josip Zdenković*).....795
Uspjesi i nedopustive nedaće kutinske "Petrokemije"
(*Tomislav Jerala*) 817
Jugoturbina Karlovac od 1949. do 1992. gopdine
(*Mirko Butković, Petar Fleković, Simo Lončar,
Tomislav Kuhar*) 841
Moj rad u poduzeću *Merkantile* od 1970. do 1973. godine
(Želimir Volf).....857

4. Životopisne bilješke o znanstvenicima

Stogodišnjica rođenja profesora Radenka Wolfa
(*Višnja Wolf Kmetić*) 881
Profesor geometrije Dominik Palman (Senj, 1924. – Zagreb, 2006.)
(*Darko Veljan:*).....923
Profesor Mladen Dokmanić i njegov doprinos izboru naponskih
razina te razvitku hrvatskog elektroenegetskog sustava
(*Ernst Mihalek*).....941
Više o Zagrebu i matematici (*Darko Veljan*) 951
Kako je Émilie du Châtelet dopunila Isaaca Newtona
(*Darko Iveković*) 961

5. Stručna i znanstvena društva

Hrvatska inženjerska baština u časopisu *Journal of Energy* (*Energija*)
(*Goran Slipac*) 973
Analiza važnosti časopisa *Zemlja i svemir* (1956. − 1970.)
za hrvatsku astronomiju (*Tatjana Kren*).....1003
Glasnik Hrvatskog društva za sustave − *Sustavsko mišljenje*
(*Marijan Andrašec*) 1039

6. Očuvanje hrvatske tehničke baštine

Hrvatska tehnička enciklopedija – Portal hrvatske tehničke baštine (*Zdenko Jecić*) 1057

Povijest industrije – što je to, zašto nam treba i kako je proučavati (*Marijan Ožanić*)..... 1079

Bliska infracrvena spektroskopija sivih bojila za sigurnost računalske grafike (*Jana Žiljak Gršić*, *Denis Jurečić*, *Vilko Žiljak*) 1101

Zbirka niskofrekvencijskih izvora signala (*Siniša Fajt*, *Željko Knezić*, *Darko Lukša*, *Dubravko Rogale*) 1115

Osnivanje zbirke električnih i optičkih sprava u Hrvatskoj (*Branko Hanžek*) 1135

Ispravak – Zbornika PIFT 2018..... 1149

Predgovor

Uzastopno, svake godine, počev od 2012. godine, održano je osam simpozija; prvih šest (2012. – 2017.) organizaciji Elektrotehničkog društva Zagreb (EDZ), sedmi (2018.) u zajedničkoj organizaciji EDZ-a i Hrvatskog ogranka Međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave (HRO CIGRÉ) i ovaj osmi (2019.) samo u organizaciji HRO CIGRÉ.

Tiskana su tri zbornika radova: prva dva pod glavnim naslovom: "Povijest i filozofija tehnike" i podnaslovima: radovi EDZ sekcije od 2012. do 2016. i radovi EDZ sekcije 2017. te treći pod naslovom 7. simpozij PIFT 2018. Četvrti zbornik pod naslovom 8. simpozij PIFT 2019. za sada je samo u elektroničkom obliku. Ukupno, na svih osam simpozija, objavljena su 129 rada na 2530 stranica.

Zbornik PiFT 2019. ima 1150 stranica. Radovi nisu skraćivani, jer bi se skraćivanjem izgubilo dosta vrijednih i zanimljivih činjenica. Na naslovnici je fotografija prof. dr. sc. Radenka Wolfa, naime 2019. godina je stogodišnjica njegovog rođenja. Kao i do sada glavna ideja simpozija je promišljanje prošlosti u svrhu promišljanja budućnosti. Posebice treba ukazati na uvodna predavanja.

Evo kako u uvodnom predavanju promišlja prošlost proizvodnje prof. dr. sc. Ljubo Jurčić. "Proizvodnja i poduzeća u Hrvatskoj propadaju i u dovoljnoj se mjeri ne otvaraju nova zbog pogrešne politike, odnosno politike koja nije imala sustavan koncept, na znanosti i struci koncipiran razvoj Hrvatske. Politike koje su provodile hrvatske vlade proteklih gotovo trideset godina više su blokirale hrvatski razvoj nego ga poticale. Politika privatizacije nije u dovoljnoj mjeri stvorila suvremene poduzetnike koji bi bili konkurentni na svjetskom tržištu. Kreiranje industrijske politike, kao temeljne gospodarske politike bez koje nema razvoja, kao da je bilo zabranjeno. Monetarna je politika kroz tečajnu učinila najveći dio hrvatske proizvodnje nekonkurentnim, a fiskalna je dodatno ograničila razvoj. Struktura investicija bila je u korist neproizvodnih investicija, a na štetu proizvodnih i time je ograničila 'fizičku' osnovu gospodarskog rasta. Politika je stvarala očekivanja da će nas strani investitori, članstvo u Svjetskoj trgovinskoj organizaciji ili fondovi EU-a razviti. To su iluzije. Nijedna zemlja nije se

razvila ako nije razvila vlastitu sposobnost za vlastiti razvoj! Hrvatska to još nije uspjela. Hrvatska nije iskoristila dostignuća različitih znanosti na kojima se temelji suvremeni razvoj. Nije još počela učiti na svojim pogreškama, ili što je još lošije, ne traži uzroke današnje loše gospodarske situacije u prethodnim politikama, nego nastoji uvjeriti javnost da su izvori hrvatske stagnacije izvan hrvatske politike. To je potpuno pogrešno. Faza propadanja i dalje traje. Je li to urota? Toliko ključnih, a pogrešnih politika, koje se ne ispravljaju ni kad je jasno da su pogrešne, ili nešto drugo? Ili je možda prevladalo neznanje i grupni interesi na štetu društvenih? Vjerojatno ima svega pomalo. Trebala bi malo dublja i šira analiza da se da cjelovitiji odgovor na ta pitanja."

A evo kako u uvodnom predavanju promišlja budućnost moralnih i etičkih vrijednosti prof. dr. sc. Tomislav Bracanović. "Ne treba izgubiti iz vida mogućnost da će umjetna inteligencija i robotika utjecati i na način na koji ljudi poimaju etiku i pristupaju moralnim pitanjima. Nije isključeno da će ljudi, uslijed utjecaja ovih i s njima povezanih tehnologija, izgubiti dio svog moralnog senzibiliteta i neke probleme uopće prestati promatrati kao moralne probleme (narušavanje privatnosti je vjerojatno jedan od najizglednijih kandidata za takvo što). Možda će ljudski sustav moralnih vrijednosti, uslijed sve različitijih etičkih izazova koje u svakodnevni život unose sve različitije primjene moderne tehnologije, postati još više fragmentiran i nekonzistentan? Hoće li se odgovornost ljudi smanjiti ili će se, uslijed tehnološki omogućenog povećanja njihove moći, možda porasti? Osim implicitnih i eksplicitnih etičkih izazova, ovo su neka pitanja kojima će se etika novih tehnologija u budućnosti vjerojatno morati baviti."

Zvonko Benčić

U Cresu, 22. listopada 2019. godine

1. Priroda, tehnika i društvo

Ljubo Jurčić[1]

Ekonomija i tehnika

Sažetak: Ekonomija i proizvodnja dva su čvrsto povezana područja. Ekonomija počinje kad se svakom dijelu tehnološkog procesa pridoda cijena. Ekonomskom politikom nastoji se osigurati tehnološka i ekonomska optimalnost proizvodnje s ciljem većeg standarda vlastitih građana. S tim ciljem donose se političke mjere, određuju se instrumenti, propisuju se procedure provođenja mjera i kontroling njihove uspješnosti. Neke su zemlje više, a neke manje uspješne u kreiranju i provođenju ekonomske politike. Hrvatska, nažalost, spada u zemlje s manje uspješnom ekonomskom politikom. Izgleda da je Hrvatska u proteklih 25 godina donijela više loših nego dobrih politika. Vjerojatno su namjere bile dobre, ali same politike, pripreme i organizacije za njihovo provođenje nisu bile dobre. To vrijedi za većinu glavnih politika kao što su: privatizacija, monetarna politika, fiskalna politika, reforma mirovinskog sustava, politika investicija i druge politike, a industrijska politika kao temeljna gospodarska politika nikad nije ni napravljena. Rezultat je svega toga tonjenje na dno Europske unije.

Ključne riječi: ekonomija, ekonomska politika, industrijska politika, tehnologija

Uvod

Ekonomija se kao znanost nastavlja na tehnologiju s jedne strane, a na sociologiju s druge strane. Osnovni razlog postojanja ekonomije (odnosno, ekonomiziranja) oskudnost je proizvoda za zadovoljavanje ljudskih potreba i želja.

[1]Ljubo Jurčić, profesor u trajnom zvanju na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu i predsjednik Hrvatskog društva ekonomista

Tehnologija je proces kojim se direktno neupotrebljivi resursi za ljudsku upotrebu pretvaraju u korisne proizvode i usluge. Tehnologija ima svoje inpute (proizvodne resurse), intermedijarne proizvode i finalne proizvode, tj. outpute. Kad svim tim dijelovima proizvodnog (tehnološkog) procesa pridodamo cijenu, počinje ekonomija. Ekonomija proučava (ekonomsku) optimalnost proizvodnje, a efikasnost proizvodnje određena je tehnološkom i ekonomskom efikasnošću. Ekonomija je tako najuže vezana s tehnologijom. Na drugoj strani, osobito kod proizvodnje složenijih proizvoda u reprodukcijskim lancima, različiti ljudi proizvode različite proizvode i razmjenjuju ih ili proizvode dijelove koje isporučuju u lancu proizvodnje finalnog proizvoda. U proučavanju optimalnosti i efikasnosti proizvodnje (politička) ekonomija bavi se i proučavanjem odnosa ljudi u proizvodnji.

Suvremena ekonomija podijeljena je u dva velika dijela, koja iako međusobno snažno povezana, koriste različite metode analize, a to su mikroekonomija i makroekonomija. Mikroekonomija se bavi proizvođačima, potrošačima i tržištem, kao i prostorom gdje se oni susreću. Makroekonomija analizira ekonomiku cijele države, odnosno većih ekonomskih cjelina. Ekonomija je najegzaktnija društvena znanost.

Ekonomska analiza gospodarskog razvoja neke države ne može se napraviti bez analize njezine proizvodne strukture. Tehnološki napredak kroz povijest ljudskog roda mijenjao je strukturu proizvodnje i glavni je izvor rasta standarda građana. U najvećem dijelu povijesti ljudskog roda tehnološki napredak događao se spontano i slučajno, a razvojem eksperimentalne metode i znanosti zadnjih 300-tinjak godina, tehnološkom napretku pristupa se organizirano. Uspješan razvoj suvremenih država ovisi o uspješnoj organizaciji i efikasnim politikama države, a dominantno ovisi o uspješnoj organizaciji istraživačko-znanstvenog sustava kao jednog od podsustava ukupnog državnog sustava.

Sudeći po gospodarskim rezultatima, Hrvatska nije uspjela uspješno organizirati niti državu niti istraživačko-razvojni podsustav. Razvoj je prepušten slučajnosti. Slučajnost i vanjske okolnosti mogu ponekad, ali rijetko, malčice potaknuti razvoj, ali uz takav razvoj zemlja će uvijek zaostajati u odnosu na one zemlje koje imaju organiziran pristup istraživanju i razvoju, u svim aktivnostima: kreiranju novih proizvoda, novih tehnologija, novih poduzeća, novih djelatnosti, prilagođenih ekonomskih i socijalnih politika.

Hrvatsko gospodarstvo ušlo je u stagnaciju osamdesetih godina prošlog stoljeća zbog krize upravljanja koja je proizišla iz krize tadašnjeg političko-ekonomskog sustava. Odvajanjem od bivše zajedničke države i osamostaljenjem, Hrvatska nije uspjela izgraditi tehnološke i ekonomske institucije koje bi bile potpora i ekonomskoj politici države i poslovnoj politici poduzetnika u stvaranju uspješnog gospodarstva, konkurentnih proizvoda, efikasnih poduzeća, suvremenih tehnologija, domaćeg kapitala, itd. Sve se očekuje od “vanjskih

elemenata", od stranih investicija, od fondova EU-a, od Međunarodnog monetarnog fonda itd. Svi oni mogu pomoći razvoju, ali razvoj neke zemlje, pa tako i Hrvatske, neće se dogoditi ako sama zemlja ne razvije vlastitu sposobnost za vlastiti razvoj.

Glavni je uzrok stagnacije hrvatskog gospodarstva propadanje hrvatske prerađivačke industrije. Hrvatska prerađivačka industrija propada zbog:

1. politike privatizacije koja je provedena bez regulatornih agencija koje bi osiguravale transparentnost i efikasnost tog procesa i koja u najvećoj mjeri nije razvila suvremene poduzetnike, nego rentijere
2. nepostojanja industrijske politike (i strategije), bez koje nema usmjerenog tehnološkog razvoja, svrhovite reforme obrazovanja, izgradnje optimalne gospodarske i socijalne infrastrukture
3. tečaja kune i tečajne politike koja je učinila i tehnološki efikasnu proizvodnju neisplativom
4. dopuštanja devizne klauzule u domaćim transakcijama kojom je hrvatskom novcu kuni oduzeta najvažnija funkcija nacionalnog novca, a to je mjerilo vrijednosti nacionalnog gospodarstva; bez te funkcije kamate na kunu na domaćem i tečaj na svjetskom tržištu nisu mogli vršiti ulogu moćnog regulatora i stabilizatora nacionalne ekonomije
5. pogrešne strukture investicija kojom je premalo investirano u proizvodne, a puno previše u neproizvodne kapacitete
6. mirovinske reforme kojom je oduzeto postojećem mirovinskom sustavu četvrtina prihoda, u situaciji kad je dobio oko 50 % više korisnika mirovina, a oko 25 % manje uplatitelja mirovinskog doprinosa; to je povećalo proračunski deficit i javni dug i ograničilo ulaganje države u razvoj
7. nepripremljenog pristupanja Hrvatske Svjetskoj trgovinskoj organizaciji (WTO) i EU-u, čime je domaća industrija suočena s još jačom konkurencijom, a manjom direktnom i indirektnom potporom države
8. potpuno pogrešnog pristupa i odgovora na krizu koja je počela 2008. godine, ….

1. Gospodarski razvoj Hrvatske

Vremenski horizonti razvitka hrvatskog gospodarstva relativno su kratki. Dok su neke države u okruženju s kojima je Hrvatska bila i geopolitički povezana spadale u onaj razvijeniji dio Europe, hrvatsko je gospodarstvo dugo vremena spadalo među one koji su u tim povijesnim i geopolitičkim okvirima najmanje razvijeni. To vrlo dobro ilustriraju povijesna događanja sredinom devetnaestog stoljeća, a to je vrijeme Eugena Kvaternika. Pisanjem knjige *Hrvatski glavničar* Eugen Kvaternik je i kao znanstvenik i kao političar i kao

domoljub želio napisati (i premda je po obrazovanju bio pravnik), neke polazne osnove političke ekonomije. Na taj je način htio pokrenuti razvoj kapitalizma u Hrvatskoj kao bitne pretpostavke izvlačenja iz vjekovne gospodarske zaostalosti. Kvaternik je svojim znanstvenim i političkim radom želio da se i kod nas čim prije dogodi kapitalizam, jer hrvatski glavničar i ne znači ništa drugo nego hrvatski kapitalist. A ti hrvatski kapitalisti jedva da su postojali. Razvoj infrastrukture, posebno željeznica i cesta, u cilju eksploatacije hrvatskog prirodnog bogatstva ostvarivali su mađarski i austrijski kapitalisti i to iznimno djelotvorno i uspješno. Ne mali dio urbanog bogatstva njihovih metropola ostvaren je temeljem hrvatskih šuma, posebno slavonskog hrasta.

Pojavom nove države Kraljevine Jugoslavije, poslije Prvog svjetskog rata gospodarska situacija Hrvatske mijenja se utoliko što zajedno sa Slovenijom postaje razvijeniji dio te nove države. Međutim ta nova država u cjelini je u vrijeme svojeg postojanja (1918. – 1941.) spadala među najnerazvijenije dijelove Europe. U toj je državi neke karakteristike nešto razvijenijeg industrijskog centra imao samo Zagreb. Slovenska industrija također je bila relativno razvijena, ali bez većeg industrijskog centra.

Na samom početku Drugog svjetskog rata 1941. godine nestaje Kraljevina Jugoslavija. Na scenu stupaju neke nove male marionetske države u službi njemačkog i talijanskog okupatora.

Razvitak hrvatskog gospodarstva u razdoblju 1950. − 1990. može se najadekvatnije sagledavati komparativno. A to znači u sklopu s razvojem drugih bivših jugoslavenskih republika i autonomnih pokrajina. Valja zapaziti da su odgovarajući agregati koncipirani kao društveni proizvod, a ne kao bruto domaći proizvod. A to znači i da u obračun nisu uzete sve one usluge koje se inače uračunavaju u veličinu bruto domaćeg proizvoda. Običavalo se reći da je to koncept materijalne proizvodnje, a ne onaj koncept koji je tijekom godina bio prihvaćen kao jedinstvena metodologija Ujedinjenih naroda. Vremenski okvir odnosi se na razdoblje od četiri desetljeća, koje počinje od početka pedesetih prošlog stoljeća i traje do kraja osamdesetih godina. Prvi moment odnosi se na činjenicu da su se velike i dinamične strukturne promjene u hrvatskom gospodarstvu najvećim dijelom dogodile u prva tri desetljeća, tj. od početka pedesetih pa do početka osamdesetih. U tom je razdoblju Republika Hrvatska u sklopu bivše zajedničke države Jugoslavije uvrštena, po kriterijima Ujedinjenih naroda, među deset novoindustrijaliziranih zemalja svijeta. Drugi moment odnosi se na činjenicu da je hrvatsko gospodarstvo tijekom zadnjeg desetljeća tog razdoblja, tj. osamdesetih, uglavnom stagniralo. Ta se stagnacija više-manje produžila do današnjih dana. Treba, međutim, spomenuti da su uzroci stagnacije tijekom osamdesetih bitno različiti od uzroka stagnacije nakon tog razdoblja. To valja posebno spomenuti zbog toga što su uzroci stagnacije tijekom osamdesetih specifični i odnose se na krizu rukovođenja.

Uvažavajući prednosti komparativnog pristupa prilikom analize i ocjene pojedinih aspekata i segmenata gospodarskog razvitka Hrvatske u tijeku promatranog razdoblja 1953. − 1989., kao polazna osnova dobro nam mogu poslužiti podaci iz tablice 1. Već na prvi pogled zapažamo da je hrvatsko gospodarstvo u tijeku početnog razdoblja 1953.− 1960. ostvarivalo najbržu stopu rasta društvenog proizvoda od 9 % uz najdjelotvorniji razvoj izražen u niskom kapitalnom koeficijentu od 1,9 i uz relativno nisku stopu brutoinvesticija od svega 16,7. Fenomen tako visoke stope rasta društvenog proizvoda u prvom desetljeću postojanja modela samoupravnog socijalizma privukao je veliku pozornost svjetske znanosti i svjetske politike. Velike rezerve i velika skepsa i znanosti i politike bile su dvojake. S jedne strane malo je njih očekivalo da će sasvim novi društveno-ekonomski model već na samom početku ostvariti tako dobre rezultate.

Tablica 1.: Stope brutoinvesticija u fiksni kapital društvenog sektora privrede, kapitalni koeficijent i stope povećanja društvenog proizvoda, po razdobljima 1953. − 1989.

Razdoblje	Bivše Republike									
	Bivša Jugoslavija	Bosna i Hercegovina	Crna Gora	Hrvatska	Makedonija	Slovenija	Srbija			
							Svega	Uža Srbija	Kosovo	Vojvodina
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Stope brutoinvesticija (s)										
1953. − 60.	19,3	22,2	52,7	16,7	26,0	16,9	18,9	20,5	18,4	15,0
1961. − 70.	20,4	20,8	36,5	18,8	32,9	16,4	20,9	20,7	39,4	17,9
1971. − 80.	22,7	28,3	39,6	21,0	26,6	21,4	21,5	19,9	42,0	21,5
1981. − 89.	16,3	18,8	21,9	15,7	13,0	14,9	16,4	16,4	25,3	14,6
1953. − 89.	**19,5**	**22,6**	**32,6**	**18,2**	**22,1**	**17,5**	**19,2**	**18,7**	**32,9**	**17,6**
Kapitalni koeficijenti (k)										
1953. − 60.	2,2	3,0	8,9	1,9	3,2	1,9	2,0	2,3	2,3	1,2
1961. − 70.	3,2	3,9	4,4	3,0	4,2	2,4	3,4	3,4	5,6	3,1
1971. − 80.	4,0	5,1	6,4	3,9	4,6	3,5	3,7	3,4	7,6	3,7
1981. − 89.	32,3	15,3	1408,5	297,3	13,9	126,7	26,6	25,7	23,8	30,8
1953. − 89.	**3,7**	**4,7**	**6,3**	**3,6**	**3,9**	**3,2**	**3,5**	**3,5**	**6,2**	**3,0**
Stope rasta društvenog proizvoda (r)										
1953. − 60.	8,9	7,4	5,9	9,0	8,1	9,1	9,7	8,9	7,9	12,1
1961. − 70.	6,3	5,4	8,4	6,3	7,9	6,9	6,1	6,1	7,0	5,8
1971. − 80.	5,7	5,5	6,1	5,4	5,8	6,1	5,9	5,9	5,5	5,8
1981. − 89.	0,5	1,2	0,0	0,1	0,9	0,1	0,6	0,6	1,1	0,5
1953. − 89.	**5,3**	**4,8**	**5,2**	**5,1**	**5,6**	**5,5**	**5,4**	**5,3**	**5,3**	**5,8**

Napomene:
− Stopa brutoinvesticija (*s*) izražava odnos sudjelovanja brutoinvesticija u društvenom proizvodu.
− Kapitalni koeficijent (*k*) izražava broj jedinica brutoinvesticija koji je u određenom razdoblju valjalo investirati da bi se društveni proizvod povećao za jednu jedinicu.
− Stopa rasta društvenog proizvoda (*r*) izražava odnos među stopom investicija (*s*) i kapitalnim koeficijentom (*k*).
Izvor: Statistički godišnjak, Beograd, 1991. SZS. Ekonomski institut − Zagreb, Centar za ekonomsku informatiku i statistiku.

Jedan je od razloga i niska početna razina razvoja, kad postoje velike mogućnosti za relativno brz i relativno jeftin transfer radne snage iz niže produktivnih poljoprivrednih u više produktivne nepoljoprivredne sektore gospodarstva. Razlozi dobrih uspjeha također se nalaze i u činjenici da je opće političko ozračje i stanje duha u poslijeratnim godinama utjecalo na bolje i lakše prepoznavanje zajedničkih interesa, a samim tim i na manje tenzija u odnosima među republikama i pokrajinama. A to znači da krizne pojave s naslova upravljanja i usklađivanja zajedničkih interesa republika i pokrajina u tim prvim fazama razvoja nisu bile vidljive i nisu u većoj mjeri dolazile do izražaja. To posebno naglašavamo zbog toga što su u kasnijim godinama i fazama razvoja, krizne pojave upravljanja, u većoj ili manjoj mjeri, latentno dolazile do izražaja. Stagnacija koja je tijekom osamdesetih uslijedila bila je kriza upravljanja.

Hrvatsko gospodarstvo u cjelini promatranog razdoblja ostvarilo je relativno visoku stopu rasta od 5,1 %, s tim da je stopa rasta društvenog proizvoda u drugom promatranom desetljeću izvrsnih 6,5 %, u trećoj 5,4 %, a u četvrtoj stagnantnoj svega 0,1 %. U sukladnosti s tim kretale su se vrijednosti i stopa investicija i kapitalnih koeficijenata.

Komparativni podaci iz tablice 1. inače su iznimno interesantni i za testiranje nekih općepoznatih pojava iz teorije rasta. U tom je kontekstu posebno interesantno zapaziti da su najrazvijeniji dijelovi bivše države: Hrvatska, Slovenija i Vojvodina, ostvarivali relativno visoke stope rasta tijekom promatranog razdoblja uz najniže stope investicija, a to znači i uz najniže kapitalne koeficijente i najvišu ekonomsku efikasnost i društvenu rentabilnost investicija. U republikama Hrvatskoj i Sloveniji i Autonomnoj Pokrajini Vojvodini zapažamo i najnižu razinu stopa demografskih investicija. Valja zapaziti da je na visinu indeksa u godini 1989. u odnosu na 1953. utjecala i niska početna razina u katastrofalno sušnoj 1952. godini. Međutim, neovisno o tome razina društvenog proizvoda 1989. realno predstavlja ili bolje reći aproksimira razinu razvoja prije tranzicije početkom devedesetih godina prošlog stoljeća.

Osamostaljenje Hrvatske, tranzicija i rat rezultirali su 1990. razinom razvoja koja je bila oko 10 % niža od one 1989. godine. Važno je konstatirati da je u okviru prethodnih sedam desetljeća (od 1950.-ih) hrvatsko gospodarstvo tri desetljeća bilo u razvoju, a četiri zadnja desetljeća razdoblja provelo u stagnaciji, s iznimkom nekoliko godina (od 2003. do 2008.). Taj moment i sam po sebi nameće ekonomskoj politici urgentno neke vrlo konkretne zadaće. Te zadaće moraju biti jasno diferencirana i definirana koncepcija i strategija razvitka, koja mora u sasvim dogledno vrijeme prirediti znanost i koja se mora uskladiti konsenzusom znanosti i ekonomske politike. Polazeći od naše postojeće ekonomske situacije i ocjene momenta razvoja, jedna bi se od temeljnih zadaća spomenute koncepcije i strategije razvoja morala odnositi na transfer postojećeg

atipičnog modela privređivanja u onaj tipični model koji dominira u većini zemalja s kojima se možemo i želimo uspoređivati.

Republika Hrvatska je, uz Sloveniju, bila najbolje pripremljena za tranziciju. Slovenija je svoje šanse dobro iskoristila. Slovensko političko vodstvo prihvatilo je program koji je pripremila grupa istaknutih hrvatskih i slovenskih ekonomista u okviru završetka Dugoročnog programa ekonomske stabilizacije. Hrvatsko političko vodstvo je, međutim, taj program odbacilo. Sve se to događalo u jednom, moglo bi se reći u odnosu na druge zemlje u tranziciji, atipičnom političkom ozračju.

U toj atipičnoj političkoj atmosferi na samom početku devedesetih učinjene su i velike pogreške u ekonomskoj politici. U uvjetima nametnutog rata počela se provoditi tajkunska privatizacija. Dvije studije priređene u Ekonomskom institutu Zagreb, na koje se trebala oslanjati i politika privatizacije i ekonomska politika, u potpunosti su ignorirane. U takvoj se situaciji počela stihijski provoditi ekonomska politika i to u vrijeme kad je već bila u tijeku reforma društva blagostanja uz dominaciju, za sve zemlje u tranziciji, pogubne ekonomske doktrine ekonomskog neoliberalizma. Uslijedio je raspad sustava s posljedicom ogromnog pada proizvodnje, zaposlenosti, potrošnje, izvoza, standarda življenja i ukupnog društvenog blagostanja. Sustav radničkog samoupravljanja i samoupravni socijalizam preko noći se transformirao u divlji kapitalizam i tržišni fundamentalizam. Razina društvenog proizvoda je u svega nekoliko godina prepolovljena. Sve to događalo se u uvjetima galopirajuće inflacije. U listopadu 1993. prihvaćen je program stabilizacije koji je u osnovi sadržavao samo instrumente antiinflacijskog programa. Inflacija je uspješno svladana, ali su se, bez programa razvoja pojavili drugi veliki problemi. To se posebno odnosi na miješanje instrumenata i ciljeva ekonomske politike, kako su to lijepo rekli u to vrijeme vodeći ekonomisti Svjetske banke Joseph Stiglitz i Gregorz Kolodko u tijeku diskusije Washington – Post Washington Consensus.

U hrvatskoj monetarnoj politici uspostavljen je svojevrsni *currency board*, tj. valutni odbor, uz kontinuitet politike manje ili više fiksnog tečaja i ta situacija traje sve do danas. U takvom makroekonomskom i makropolitičkom okruženju počeo se ostvarivati određeni, dosta neujednačen, rast koji je koncem stoljeća dobio i neke recesivne oznake kad je 1999. godina završila s negativnom stopom rasta domaćeg proizvoda. Umjesto oslonca na proizvodnju, štednju, investicije i izvoz, što su oznake tipičnog modela privređivanja, tijekom devedesetih razvio se model privređivanja koji se oslanja na trgovinu, potrošnju i uvoz. A to je atipični model privređivanja. Makroekonomsko okruženje i ozračje takvog modela nije stimulativno za razvoj nacionalnog gospodarstva.

Rješenje za gospodarski rast početkom dvijetisućitih nađeno je u državi kao velikom i ustvari glavnom poduzetniku s orijentacijom na velike investicije u infrastrukturi i to najviše u ceste. To je iz ekonomske teorije i prakse poznati

Tablica 2.: Bruto domaći proizvod – stvarne promjene u postocima prema prethodnoj godini

	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	1999.	2000.	2000.	2001.	1989.=100 2000.
								Prvo tromjesečje		predviđanje		
Češka	0,1	2,2	5,9	4,8	−1,0	−2,2	−0,2	−3,3	–	1,5	2	96,7
Mađarska	−0,6	2,9	1,5	1,3	4,6	4,9	4,5	3,5	6,8	5,5	5,5	104,8
Poljska	3,8	5,2	7,0	6,0	6,8	4,8	4,1	1,6	5,9	4,5	5	127,2
Slovačka	−3,7	4,9	6,9	6,6	6,5	4,4	1,9	1,8	1,5	2	3	103,6
Slovenija	2,8	5,3	4,1	3,5	4,6	3,8	4,9	2,5	–	4	4	113,5
CEEC-5[2])	1,5	4,1	5,7	4,6	4,5	3,1	3,0	0,8	–	3,7	4,2	113,4
Bugarska	−1,5	1,8	2,9	−0,1	−7,0	3,5	2,4	0,8	–	4	4	70,7
Rumunjska	1,5	3,9	7,1	3,9	−6,9	−5,4	−3,2	−4,2	1,5	0	1	75,1
CEEC-7[2])	1,4	3,9	5,8	3,9	1,6	1,4	1,8	−0,2	–	3	3,5	102,3
Hrvatska	−8,0	5,9	6,8	5,9	6,8	2,5	−0,3	–	–	1,5	2,5	79,0
Makedonija	−1,2	−1,8	−1,1	1,2	1,4	2,9	2,7	–	–	4	5	96,2[3])
Jugoslavija[3])	−30,8	2,5	6,1	5,9	7,4	2,5	−23,2	–	–	5	3	41,5
Rusija	−8,7	−12,7	−4,1	−3,4	0,9	−4,9	3,2	−2,7	6,8	4	3	59,9
Ukrajina	−14,2	−22,9	−12,2	−10,0	−3,0	−1,7	−0,4	−4,7	5,6	1	3	39,6
Estonija	−8,5	−2,0	4,2	3,9	10,6	4,0	−1,4	−5,6	–	4	–	88,6[3])
Latvija	−15,0	0,8	−1,0	3,3	8,6	3,9	0,1	−2,3	–	3	–	59,6[3])
Litva	−16,2	−9,8	3,3	4,7	7,3	5,1	−4,1	−5,8	–	2	–	66,9[3])

Izvor: WIIW baze podataka, uključujući nacionalne statistike, predviđanje: WIIW.Peter Havlik (ed. et al.): *The Transition Countries in Early 2000: Improved Outlook for Growth, But Unemployment is Still Rising*, Research Reports No. 266., June 2000.

model, koji ima i neke karakteristike javnih radova. Ekonomska znanost takav je izlaz za teške situacije podržala, ali uz jasno upozorenje da je takvo rješenje ograničenog, odnosno kratkog daha.

Dva su momenta u tom kontekstu posebno važna. Prvi se odnosi na kontinuitet sve veće zaduženosti, a drugi na poznata teorijska i praktična ograničenja koja proizlaze iz optimalne stope i strukture i investicija. Bilo kako bilo, temeljem tog modela tijekom prvih godina ovog stoljeća ostvaren je rast BDP-a veći od 4 %.

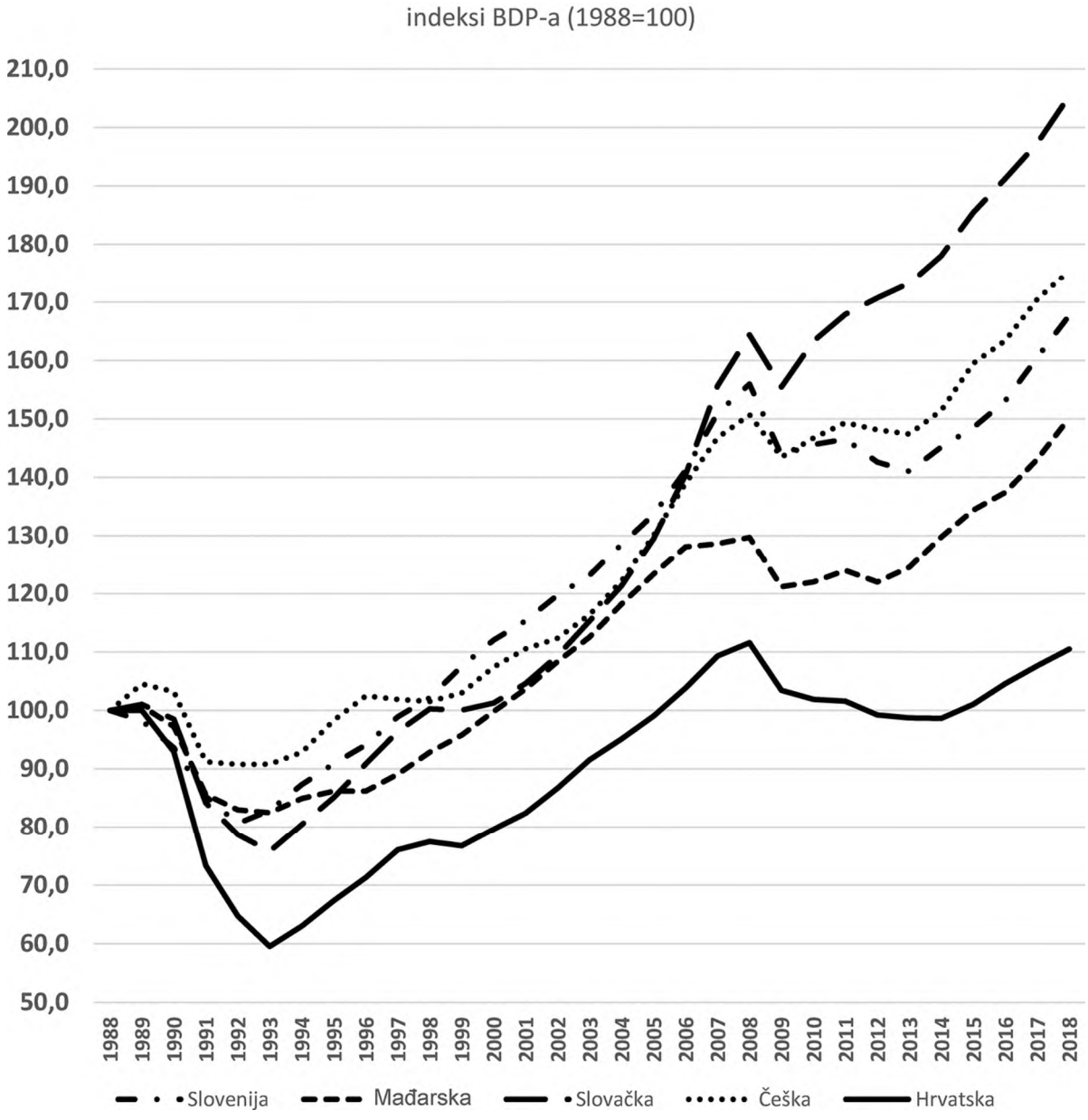
Brzo poboljšavanje cestovne mreže, što je posebno pogodovalo razvoju turizma (što je svakako iznimno dobro), bilo je praćeno takvim tempom rasta vanjskog duga da se on gotovo izjednačio s bruto domaćim proizvodom. Dogodilo se ono na što je ekonomska znanost od samog početka upozoravala. Nažalost, u dodatku toj teškoj dužničkoj situaciji koja je sve više išla prema granici 'prekomjernog vanjskog duga' uslijedile su i nemale dodatne, da tako kažemo, uvezene poteškoće s naslova svjetske ekonomske krize.

Na grafikonu 1. prikazan je rast bruto domaćeg proizvoda Slovenije, Mađarske, Slovačke, Češke i Hrvatske. Kao bazna godina uzeta je 1988., kao stvarna zadnja godina socijalizma. Već 1989., uz prije počete turbulencije u politici, počinju i u ekonomskoj politici. Već se jasno nazirao pad socijalizma. Socijalistička ekonomska politika se raspala. Republike su se već značajno počele

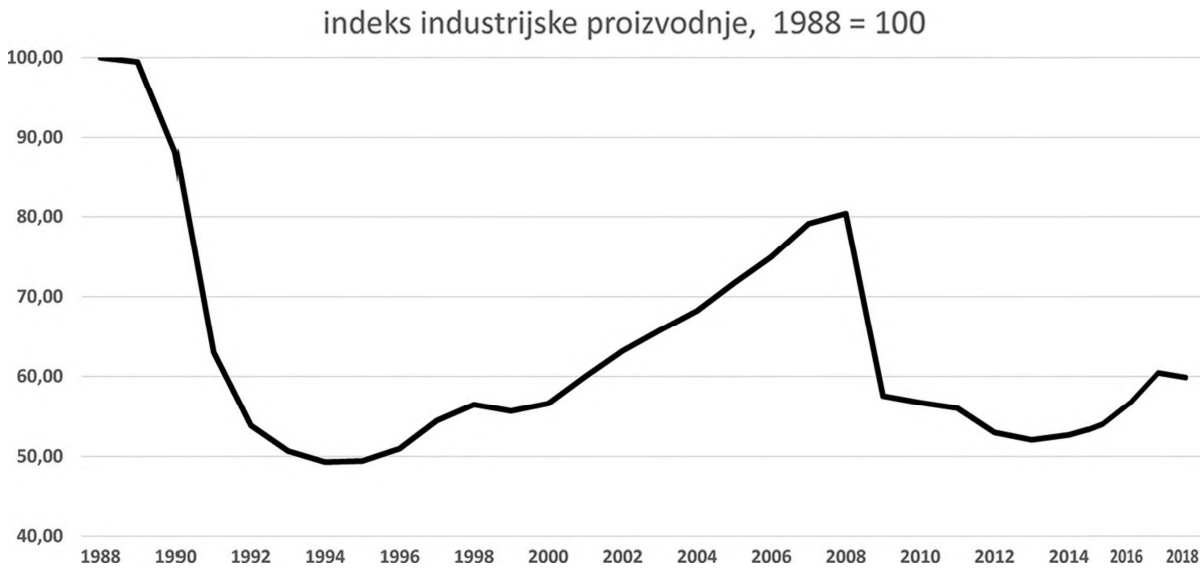
okretati same sebi, tako da se 1989. godina ne može uzeti kao stvarno posljednja godina socijalizma u gospodarskoj politici.

Prema tim podacima Hrvatska je 2005. dosegnula razinu bruto domaćeg proizvoda iz 1988., i bila iznad te razine do 2011., kad je od te godine do 2015. ponovno bila ispod razine dohotka iz 1989. godine. Hrvatska je 2018. dosegnula razinu iz pretkrizne 2008. i bila 10 % iznad razine iz 1988. godine. U isto je vrijeme mađarski bruto domaći proizvod bio 150 % iznad razine iz 1989. godine, slovenski 167 %, češki 175 % i slovački 205 %.

Industrijska proizvodnja u Hrvatskoj od 1989. je oštro padala tako da se do 1994. godine prepolovila, grafikon 2. Iznosila je 50 % proizvodnje iz 1989.



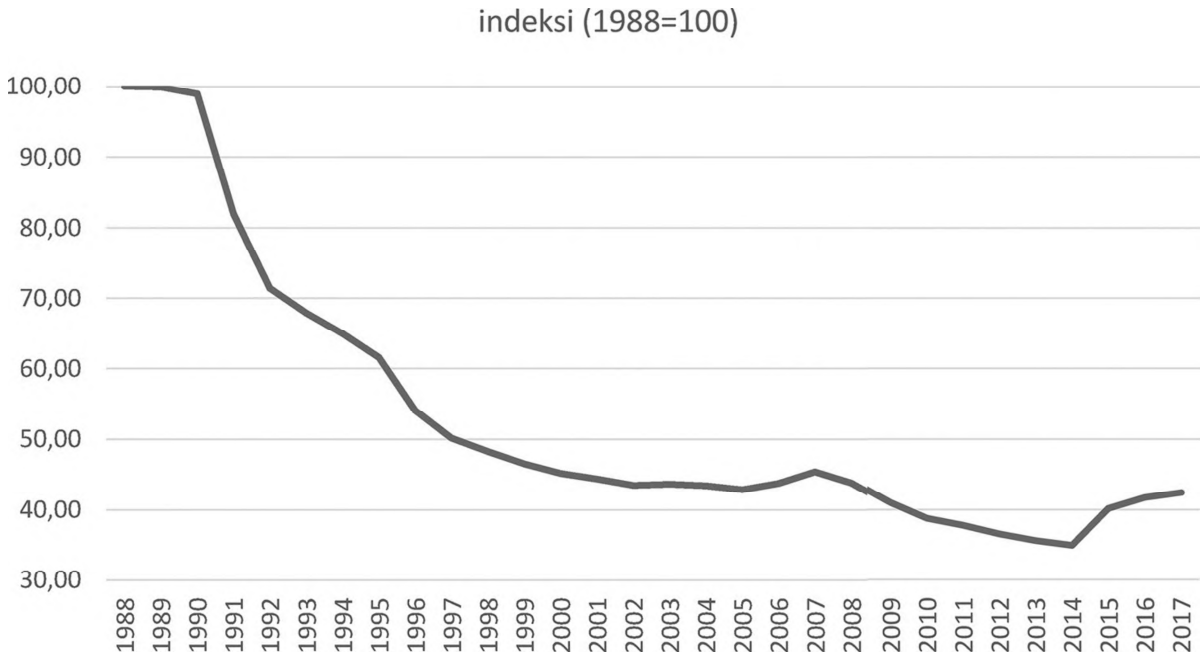
Grafikon 1. Rast bruto domaćeg proizvoda
Izvor: IMF, World Economic Outlook



Grafikon 2.: Hrvatska industrijska proizvodnja
Izvor: DZS Hrvatske

godine. Od 1995. godine, industrijska proizvodnja (prerađivačka industrija) počela se oporavljati i rasti. Taj trend se nastavio do velike krize, koja je počela 2008. godine. U krizi industrijska proizvodnja pada do 2013., kad je iznosila nešto malo iznad 50 % vrijednosti proizvodnje iz 1988. godine.

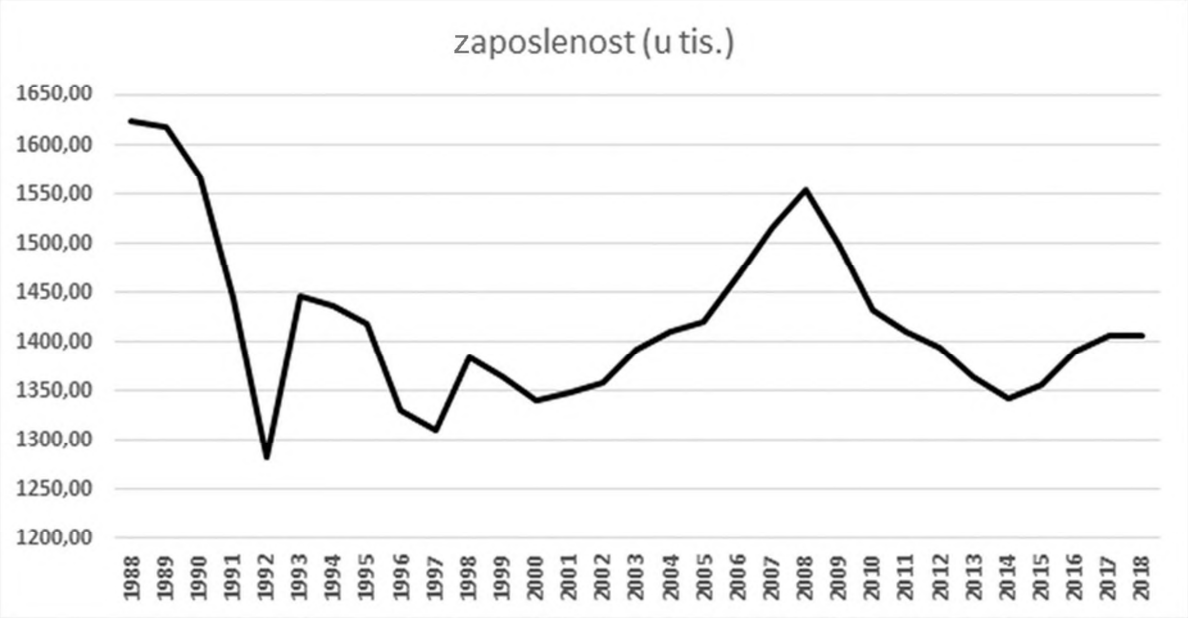
Zaposlenost u hrvatskoj prerađivačkoj industriji počela je naglo padati 1990. godine, grafikon 3. Taj trend pada nije se zaustavio do 2014. godine. Zaposlenost u industriji malo se popravila 2016. i 2017., a po svemu sudeći, teško je očekivati značajniji rast u idućem razdoblju.



Grafikon 3.: Zaposlenost u hrvatskoj industriji, 1988=100
Izvor: DZS Hrvatske

Ukupan broj zaposlenih u Hrvatskoj u promatranom razdoblju smanjio se s 1,623 milijuna u 1988. godini, na 1,283 milijuna u 1992. godini, a danas se kreće oko 1,4 milijuna. Na grafikonu 4. prikazana su kretanja broja zaposlenih. Dok se broj zaposlenih u industriji neprekidno smanjivao (grafikon 3.), ukupan broj zaposlenih u Hrvatskoj oscilirao je u promatranom razdoblju. Najveći je broj zaposlenih u Hrvatskoj nakon 1988. bio je 2008. godine, 1,554 milijuna.

Kako je zaposlenost u industriji kontinuirano padala, do porasta zapošljavanja dolazilo je u drugim sektorima: dio u građevinskom (do 2008.), u uslužnim sektorima i državnoj upravi, bilo središnjoj, bilo lokalnoj.



Grafikon 4.: Broj ukupno zaposlenih u Hrvatskoj, u tisućama
Izvor: DZS Hrvatske

Oporavak od krize iz 2009. u Hrvatskoj je išao najsporije od većine zemalja u svijetu, ali zasigurno najsporije u Europi. Hrvatska je vjerojatno tek 2018. (podaci još nisu konsolidirani) dosegnula razinu aktivnosti iz pretkrizne 2008. godine. Taj je oporavak, nažalost, najmanje ili nimalo rezultat hrvatske ekonomske politike, nego drugih (najviše vanjskih) okolnosti:

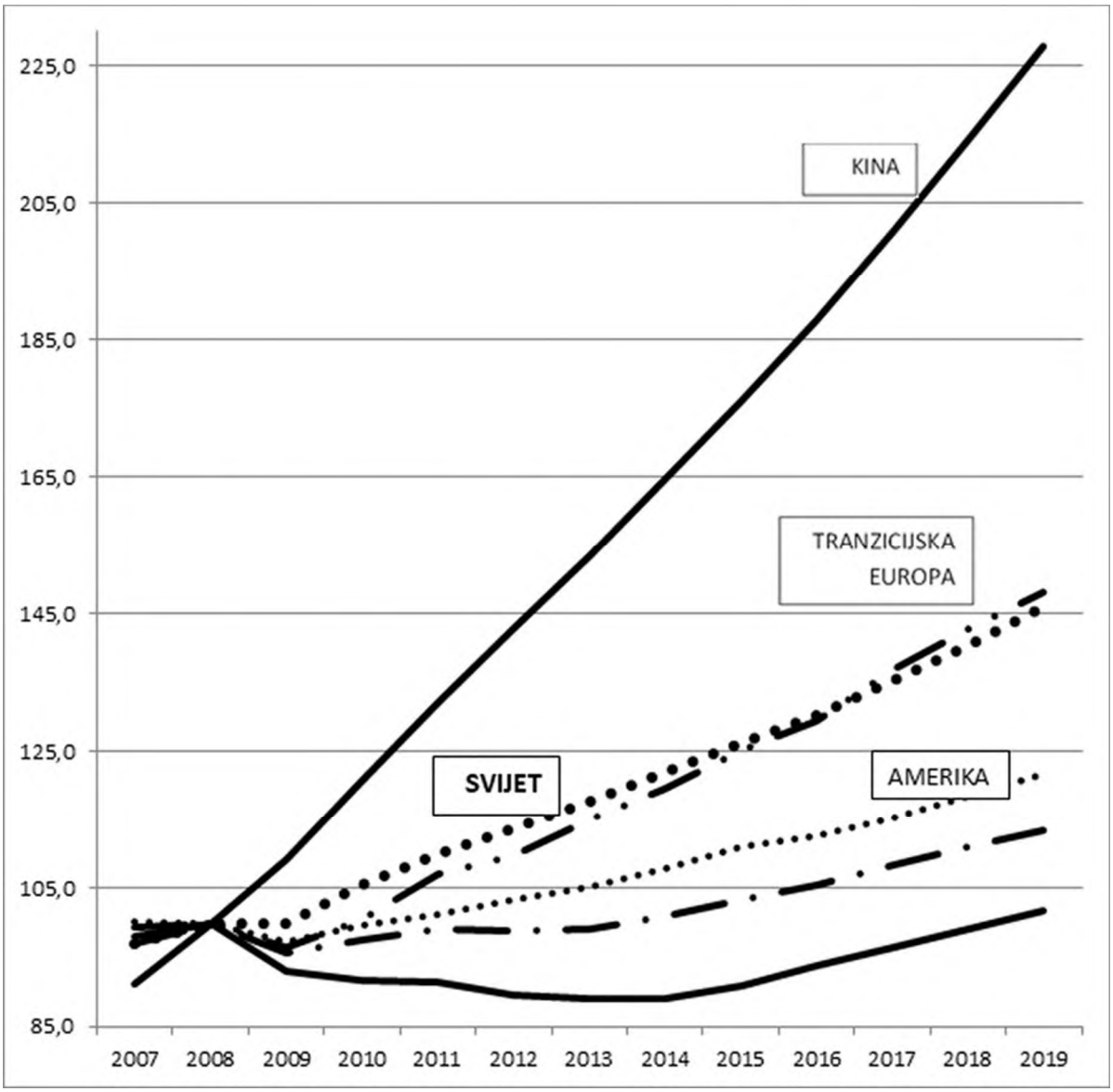
1. zbog krize se smanjila potrošnja hrvatskog stanovništva pa se smanjio uvoz
2. zbog oporavka Europe i svijeta potražnja na svjetskom tržištu je rasla, pa tako porasla i potražnja za hrvatskim izvozom
3. turizam u svijetu i u Europi raste od 2010. godine i dio tog rasta prelijeva se i u Hrvatsku, plus porast nesigurnosti u nekim, nama u turizmu, konkurentskim zemljama

4. smanjenje cijene nafte na svjetskom tržištu, i

5. smanjenja kamatnih stopa na svjetskom tržištu.

Pozitivnim makroekonomskim podacima pridonijelo je i držanje državnog proračuna "pod kontrolom". Država je smanjila kapitalna ulaganja, ali je ograničila i povećanje plaća u javnom sektoru, što kratkoročno može izgledati pozitivno, ali ruši temelje dugoročno održivog razvoja. Ograničenjem javne potrošnje, ograničena je i mogućnost kreiranja radnih mjesta i razvoj gospodarstva, što je dovelo do demografskog propadanja, koje je uz financijsko, ekonomsko i socijalno, prvoklasno sigurnosno i političko pitanje.

Grafikon 5. pokazuje razvoj svjetske ekonomije i pojedinih grupa zemalja (EU, tranzicijske zemlje Europe) i Hrvatske nakon 2008. godine. Jasno je



Grafikon 5.: Rast bruto domaćeg proizvoda, 2008=100
Izvor: IMF, (2019.),World Economic Outlook

vidljivo da je Hrvatska cijelo vrijeme ispod razine bruto domaćeg proizvoda iz 2008. godine, za razliku od ostalih zemalja. To je dosta čvrst dokaz da rezultati hrvatskog gospodarstva nisu rezultat svjetske krize nego vlastite politike.

Za objektivnost analize ekonomskih podataka potrebno je uzeti duže razdoblje. U tablici 3. prikazane se stope rasta zemalja EU 28, i još nekih, od 2007. do 2017. godine, kao i prosječna godišnja stopa rasta bruto domaćeg proizvoda u tom razdoblju. Hrvatska je jedna od četiriju zemalja koje, od navedenih četrdesetak, imaju prosječnu godišnju stopu rasta gospodarstva negativnu.

Opća razina razvijenosti neke zemlje i njezina gospodarstva mjeri se bruto domaćim proizvodom po stanovniku. Tablica 4. pokazuje te podatke za EU. Bugarska i Rumunjska jedine su zemlje koje imaju niži dohodak po stanovniku od Hrvatske. Ovo su nominalni pokazatelji. Prema paritetu kupovne moći,

Tablica 3.: EU 28, stope rasta bruto domaćeg proizvoda 2007. − 2017. (preko cijele stranice)

Real GDP growth, 2007-2017
(% change compared with the previous year; % per annum)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Average 2007-2017
EU-28	3.1	0.5	-4.3	2.1	1.8	-0.4	0.3	1.7	2.3	1.9	2.4	0.8
Euro area (EA-19)	3.1	0.5	-4.5	2.1	1.6	-0.9	-0.2	1.3	2.1	1.8	2.4	0.6
Belgium	3.4	0.8	-2.3	2.7	1.8	0.2	0.2	1.3	1.4	1.4	1.7	0.9
Bulgaria	7.3	6.0	-3.6	1.3	1.9	0.0	0.9	1.3	3.6	3.9	*3.6*	*1.9*
Czech Republic	5.6	2.7	-4.8	2.3	1.8	-0.8	-0.5	2.7	5.3	2.5	4.3	1.5
Denmark	0.9	-0.5	-4.9	1.9	1.3	0.2	0.9	1.6	1.6	2.0	2.3	0.6
Germany	3.3	1.1	-5.6	4.1	3.7	0.5	0.5	1.9	1.7	1.9	2.2	1.2
Estonia	7.7	-5.4	-14.7	2.3	7.6	4.3	1.9	2.9	1.7	2.1	4.9	0.6
Ireland	5.3	-4.4	-5.0	1.9	3.7	0.2	1.3	8.8	25.1	5.0	7.2	4.1
Greece	3.3	-0.3	-4.3	-5.5	*-9.1*	*-7.3*	*-3.2*	*0.7*	*-0.3*	*-0.2*	*1.4*	*-2.9*
Spain	3.8	1.1	-3.6	0.0	-1.0	-2.9	-1.7	1.4	*3.4*	*3.3*	*3.1*	*0.3*
France	2.4	0.3	-2.9	1.9	2.2	0.3	0.6	1.0	1.1	*1.2*	*2.2*	*0.8*
Croatia	5.3	2.0	-7.3	-1.5	-0.3	-2.3	-0.5	-0.1	2.4	3.5	2.9	-0.2
Italy	1.5	-1.1	-5.5	1.7	0.6	-2.8	-1.7	0.1	1.0	0.9	1.5	-0.6
Cyprus	4.8	3.9	-1.8	1.3	0.3	-3.1	-5.9	-1.4	2.0	*3.4*	*3.9*	*0.2*
Latvia	10.0	-3.5	-14.4	-3.9	6.4	4.0	2.4	1.9	3.0	2.2	4.5	0.1
Lithuania	11.1	2.6	-14.8	1.6	6.0	3.8	3.5	3.5	2.0	2.3	3.8	1.3
Luxembourg	8.4	-1.3	-4.4	4.9	2.5	-0.4	3.7	5.8	2.9	3.1	2.3	1.9
Hungary	0.4	0.9	-6.6	0.7	1.7	-1.6	2.1	4.2	3.4	2.2	4.0	1.0
Malta	4.0	3.3	-2.5	3.5	1.3	2.7	4.6	8.1	9.6	5.2	6.4	4.2
Netherlands	3.8	2.2	-3.7	1.3	1.6	-1.0	-0.1	1.4	2.0	2.2	2.9	*0.8*
Austria	3.7	1.5	-3.8	1.8	2.9	0.7	0.0	0.8	1.1	1.5	3.0	0.9
Poland	7.0	4.2	2.8	3.6	5.0	1.6	1.4	3.3	3.8	3.0	4.6	3.3
Portugal	2.5	0.2	-3.0	1.9	-1.8	-4.0	-1.1	0.9	1.8	*1.6*	*2.7*	*-0.1*
Romania	6.9	8.3	-5.9	-2.8	2.0	1.2	3.5	3.4	3.9	*4.8*	*6.9*	*2.5*
Slovenia	6.9	3.3	-7.8	1.2	0.6	-2.7	-1.1	3.0	2.3	3.1	5.0	0.6
Slovakia	10.8	5.6	-5.4	5.0	2.8	1.7	1.5	2.8	3.9	3.3	3.4	2.4
Finland	5.2	0.7	-8.3	3.0	2.6	-1.4	-0.8	-0.6	0.1	2.1	2.6	0.0
Sweden	3.4	-0.6	-5.2	6.0	2.7	-0.3	1.2	2.6	4.5	3.2	2.3	1.6
United Kingdom	2.5	-0.3	-4.2	1.7	1.6	1.4	2.0	2.9	2.3	1.8	1.7	1.1
Iceland	9.4	1.7	-6.5	-3.6	2.0	1.3	4.3	2.2	4.3	7.5	3.6	1.6
Norway	3.0	0.5	-1.7	0.7	1.0	2.7	1.0	2.0	2.0	1.1	1.9	1.1
Switzerland	4.1	2.2	-2.2	3.0	1.7	1.0	1.9	2.4	1.2	1.4	1.1	1.4
Montenegro (*)	:	7.2	-5.8	2.7	3.2	-2.7	3.5	1.8	3.4	2.9	:	1.8
Former Yugoslav Republic of Macedonia	6.5	5.5	-0.4	3.4	2.3	-0.5	2.9	3.6	3.9	*2.9*	*0.0*	*2.4*
Albania	6.0	7.5	3.4	3.7	2.5	1.4	1.0	1.8	2.2	*3.4*	*3.8*	*3.1*
Serbia	5.9	5.4	-3.1	0.6	1.4	-1.0	2.6	-1.8	0.8	2.8	*1.9*	*0.9*
Turkey (2)	5.0	0.8	-4.7	8.5	11.1	4.8	8.5	5.2	6.1	3.2	:	4.7
Bosnia and Herzegovina (2)	5.9	5.4	-3.0	0.9	1.0	-0.8	2.3	1.1	3.1	3.1	:	1.4
Kosovo (3)(*)	:	:	3.6	3.3	4.4	2.8	3.4	1.2	4.1	4.1	:	3.4
China (including Hong Kong) (2)	*14.2*	*9.7*	*9.4*	*10.6*	9.5	7.9	7.8	7.3	6.9	6.7	:	*8.4*
Japan	1.7	-1.1	-5.4	4.2	-0.1	1.5	2.0	0.4	1.4	0.9	*1.7*	*0.5*
United States	1.8	-0.3	-2.8	2.5	1.6	2.2	1.7	2.6	2.9	1.5	*2.3*	*1.4*

Note: based on chain linked volumes.
(*) Average 2008-2016 instead of 2007-2017.
(2) Average 2007-2016 instead of 2007-2017.
(3) This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.
(*) Average 2009-2016 instead of 2007-2017.
Source: Eurostat (online data code: naida_10_gdp) and World Bank

eurostat

Izvor: Eurostat.

Tablica 4.: EU 28, bruto domaći proizvod po stanovniku

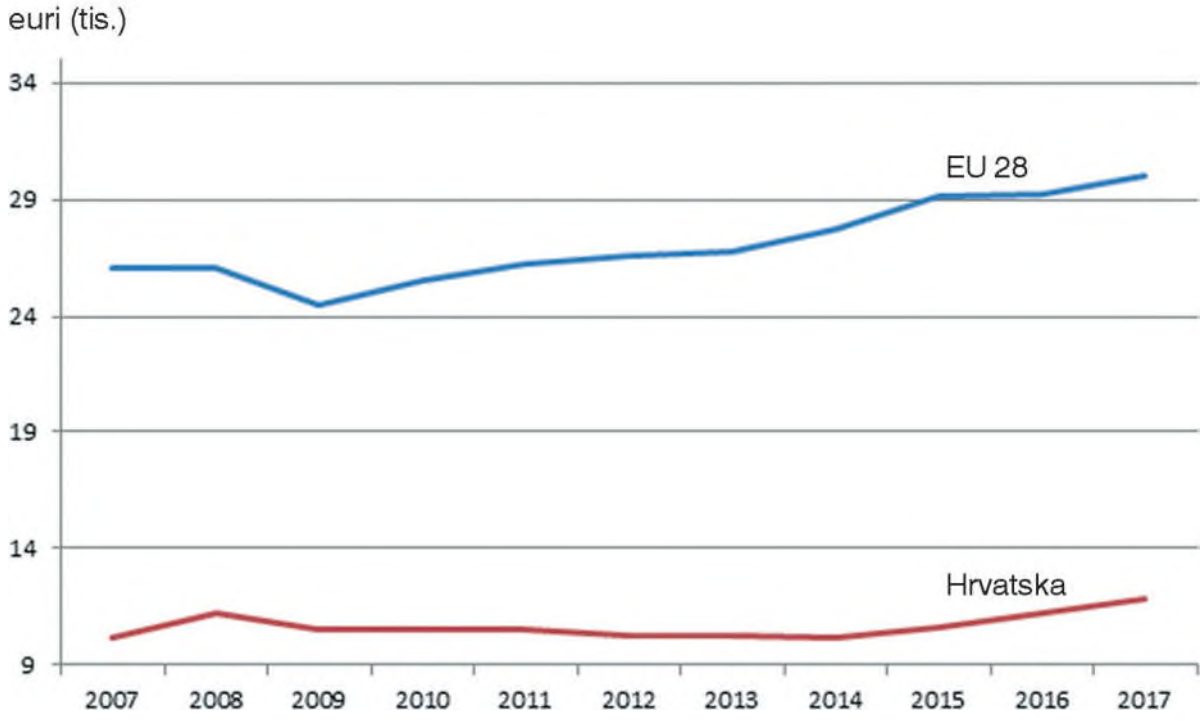
Real GDP per capita
Chain linked volumes (2010), euro per capita

geo \ time	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EU (28 countries)	22,900	23,400	23,700	23,900	24,400	24,800	25,600	26,200	26,300	25,000	25,500	25,900	25,700	25,700	26,100	26,700	27,100	27,700
Euro area (19 countries)	26,500	27,000	27,100	27,100	27,600	27,900	28,700	29,400	29,400	28,000	28,500	28,900	28,600	28,500	28,800	29,300	29,800	30,400
Belgium	30,300	30,500	30,900	31,000	32,000	32,500	33,100	33,900	33,900	32,900	33,500	33,800	33,700	33,600	33,800	34,200	34,500	35,000
Bulgaria	3,000	3,200	3,400	3,600	3,900	4,200	4,500	4,800	5,100	5,000	5,100	5,300	5,300	5,400	5,600	5,700	6,000	6,300
Czechia	11,200	11,500	11,800	12,200	12,800	13,600	14,500	15,200	15,400	14,600	14,900	15,200	15,100	15,000	15,400	16,200	16,500	17,200
Denmark	42,200	42,400	42,400	42,500	43,500	44,400	46,000	46,200	45,700	43,200	43,800	44,200	44,200	44,400	44,900	45,600	46,300	47,100
Germany	29,000	29,400	29,400	29,200	29,600	29,800	31,000	32,100	32,500	30,800	32,100	33,300	33,400	33,500	34,100	34,400	34,900	35,500
Estonia	7,600	8,100	8,700	9,400	10,000	11,100	12,300	13,300	12,600	10,800	11,000	11,900	12,500	12,800	13,200	13,400	13,900	14,600
Ireland	33,300	34,500	35,900	36,400	38,100	39,400	40,300	41,200	38,500	36,300	36,800	38,000	37,900	38,200	41,300	51,200	53,100	56,400
Greece	17,600	18,200	18,900	19,900	20,900	20,900	22,000	22,700	22,600	21,500	20,300	18,500 (p)	17,200 (p)	16,800 (p)	17,000 (p)	17,100 (p)	17,100 (p)	17,400 (p)
Spain	21,400	22,100	22,400	22,700	23,100	23,500	24,100	24,500	24,400	23,300	23,200	22,900	22,200	21,900	22,300	23,100	23,800 (p)	24,500 (p)
France	28,900	29,300	29,400	29,400	30,100	30,300	30,800	31,400	31,300	30,300	30,700	31,200	31,200	31,200	31,300	31,600	31,800 (p)	32,500 (p)
Croatia	8,200	8,500	8,900	9,400	9,800	10,200	10,700	11,200	11,500	10,600	10,500	10,500	10,300	10,300	10,300	10,600	11,100	11,500
Italy	27,300	27,800	27,800	27,700	27,900	28,000	28,500	28,700	28,200	26,500	26,800	26,900	26,000	25,400	25,400	25,600	26,000	26,400
Cyprus	20,200	20,700	21,200	21,500	22,300	23,100	23,800	24,400	24,700	23,600	23,300	22,800	21,800	20,600	20,500	21,000	22,000 (p)	22,700 (p)
Latvia	5,200	5,600	6,100	6,600	7,300	8,100	9,200	10,200	9,900	8,600	8,500	9,200	9,700	10,000	10,300	10,700	11,000	11,600
Lithuania	5,200	5,600	6,100	6,700	7,300	8,000	8,700	9,800	10,100	8,700	9,000	9,800	10,300	10,800	11,300	11,600	12,000	12,700
Luxembourg	70,500	71,400	73,400	73,600	75,300	76,500	79,200	84,400	81,900	76,900	79,200	79,300	77,200	78,000	79,500	81,000	80,900	80,300
Hungary	7,900	8,200	8,600	9,000	9,500	9,900	10,300	10,400	10,500	9,800	9,900	10,100	10,000	10,200	10,700	11,100	11,300	11,800
Malta	13,800	13,800	14,100	14,400	14,300	14,800	15,000	15,500	16,000	15,500	15,900	16,100	16,400	16,900	17,900	19,400	20,000	20,800
Netherlands	35,100	35,600	35,500	35,300	35,900	36,600	37,800	39,100	39,800	38,200	38,500	38,900	38,300	38,200	38,600	39,200	39,800 (p)	40,700 (p)
Austria	31,700	32,000	32,400	32,500	33,200	33,700	34,700	35,900	36,300	34,800	35,400	36,300	36,400	36,200	36,100	36,200	36,500	37,200
Poland	6,400	6,500	6,700	6,900	7,300	7,500	8,000	8,500	8,900	9,100	9,400	9,900	10,000	10,200	10,500	10,900	11,300	11,800
Portugal	16,200	16,400	16,500	16,300	16,500	16,600	16,800	17,200	17,200	16,700	17,000	16,700	16,100	16,000	16,300	16,600	17,000	17,500 (p)
Romania	: (c)	: (c)	4,200	4,500	4,900	5,100	5,600	6,100	6,700	6,400	6,200	6,300	6,500 (b)	6,800	7,000	7,300	7,700	8,300 (p)
Slovenia	14,000	14,400	14,900	15,400	16,000	16,600	17,500	18,600	19,200 (b)	17,500	17,700	17,800	17,300	17,000	17,500	17,900	18,500	19,400
Slovakia	7,800	8,000	8,400	8,900	9,300	9,900	10,800	11,900	12,600	11,900	12,400	12,900	13,100	13,200	13,600	14,200	14,600	15,000
Finland	30,500	31,300	31,700	32,300	33,400	34,200	35,500	37,200	37,300	34,000	34,900	35,600	34,900	34,500	34,200	34,200	35,100	35,900
Sweden	33,800	34,300	34,900	35,500	36,900	37,800	39,400	40,400	39,900	37,500	39,400	40,100	39,700	39,900	40,500	41,900	42,500	42,800
United Kingdom	26,800	27,400	28,000	28,800	29,300	30,000	30,600	31,100	30,700	29,200	29,500	29,700	30,000	30,400	31,000	31,500	31,800	32,200
Iceland	28,300	29,000	28,900	29,400	31,400	33,000	33,800	36,100	35,900	33,500	32,500	33,000	33,300	34,300	34,600	35,800	37,900	38,500
Norway	61,700	62,700	63,200	63,400	65,600	66,800	67,900	69,200	68,700	66,600	66,300	66,100	67,000	66,900	67,400	68,000	68,200	69,100
Switzerland	50,800	51,200	50,900	50,600	51,600	52,900	54,700	56,500	57,000	55,100	56,100	56,700	56,700	57,000	57,700	57,800	58,100	58,500
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	2,600 (e)	2,500 (e)	2,600 (e)	2,600 (e)	2,700 (e)	2,900 (e)	3,000 (e)	3,200 (e)	3,400 (e)	3,400 (e)	3,500 (e)	3,500 (e)	3,500 (e)	3,600 (e)	3,700 (e)	3,900 (e)	4,000 (e)	:
Albania	1,700	1,900	1,900	2,100	2,200	2,300	2,500	2,600	2,800	3,000	3,100	3,200	3,200	3,300	3,300	3,400	3,500 (p)	3,700 (e)
Serbia	2,600	2,700	2,900	3,000	3,300	3,700 (b)	3,900	4,100	4,400	4,300	4,300	4,400	4,400	4,600	4,500	4,600	4,800	4,900

Izvor: Eurostat.

jedino je Bugarska iza Hrvatske, a Rumunjska nas je prije nekoliko godina prestigla. Prosječni bruto domaći proizvod po stanovniku EU 28 bio je 2017. godine 27.700 eura, a Hrvatske 11.500 eura. Za približavanje prosjeku EU-a, Hrvatska treba imati tri puta veće stope gospodarskog rasta od prosjeka 28 zemalja EU-a. Znači, ako EU raste prosječno oko 2 %, što je neki prosjek proteklih godina, Hrvatska da bi držala korak s Europom treba rasti oko 6 %. Za takav rast treba imati koncepciju i strategiju dugoročnog gospodarskog rasta i društvenog razvoja, s politikama zasnovanim na znanstvenim dostignućima i usklađenim s hrvatskim specifičnostima u okvirima europskih i svjetskih standarda.

Grafikon 6. možda najslikovitije prikazuje gospodarski razvoj Hrvatske u odnosu na prosjek zemalja EU-a u razdoblju 2000. − 2017. Prosječni dohodak po stanovniku EU-a narastao je s 22.900 eura u 2000. godini na 27.700 eura u 2017. godini. U istom razdoblju hrvatski bruto domaći proizvod narastao je s 8.200 eura na 11.500. eura. Prosjek EU-a, uključujući i Hrvatsku, porastao je za 4.800 eura, a Hrvatske za 3.300 eura. U isto vrijeme u Njemačkoj je bruto domaći proizvod po stanovniku povećan za 6.500 eura. Kod tumačenja analiza rasta treba imati u vidu da veće, nominalne, potencijale rasta imaju manje razvijene zemlje s većom nezaposlenošću. Visokorazvijene zemlje s punom zaposlenošću ne mogu izvore rasta tražiti u povećanju zaposlenosti kapaciteta i ljudi, nego u najvećoj mjeri u tehnološkom napretku. Koncentracija prema rastu na temelju tehnološkog napretka traži drukčiju ekonomsku politiku od one koja temelji svoj rast na većem zapošljavanju nezaposlenih radno sposobnih ljudi.



Grafikon 6.: Kretanje prosječnog bruto domaćeg proizvoda po stanovniku EU 28 i Hrvatske
Izvor: Tablica 4.

2. Uzroci propadanja hrvatske industrije

Hrvatsko gospodarstvo na samom je dnu zemalja (ljestvice zemalja) EU-a. Prema efikasnosti (vrijednosti domaće proizvodnje po stanovniku) na trećem smo mjestu odozada, odmah iza Rumunjske i Bugarske. Istu poziciju imamo i po potrošnji po stanovniku, tako da je svaka politika koja cilja na smanjenje potrošnje direktno uperena protiv hrvatskih građana, hrvatskog gospodarstva i hrvatske države. Cilj ne smije biti smanjenje potrošnje, nego povećanje domaće proizvodnje.

Dosadašnje vladajuće politike u svojoj bezidejnosti uvjeravale su i uvjeravaju narod da je taj položaj Hrvatske prirodan i da se tu ništa značajnije ne može promijeniti. To je politika navikavanja svojeg naroda da živi u bijedi. Takva politika dovodi da raspada hrvatskog društva i države u suvremenom smislu, što je svaki dan sve vidljivije.

Mora li tako biti? Je li to neki "prirodan" položaj Hrvatske? Ima li Hrvatska takva prirodna i objektivna ograničenja da je to što danas imamo i živimo jedino moguće? Po svim 'resursnim', 'tehnološkim', 'ekonomskim', 'obrazovnim' i sl. procjenama ne postoji niti jedan objektivni razlog da se Hrvatska nalazi na dnu EU-a. Ne postoje objektivni razlozi takvoj situaciji, već postoji jedini subjektivni razlog, a to je loša i nesposobna politika!

Gledajući usko, ekonomsko-politički uzroci takvog stanja hrvatskog gospodarstva pogrešne su politike koje su provođene proteklih dvadesetak godina. Uz pogrešne politike, velika je prepreka razvoju hrvatskog gospodarstva nepostojanje industrijske politike. Politike koje su imale najveći štetni udar na hrvatsko gospodarstvo i koje su ga gotovo uništile jesu: politika privatizacije, tečajna politika, politika devizne klauzule, politika mirovinskog sustava i investicijska politika. Tih pet politika guši hrvatsko gospodarstvo tako da i poneki dobri ekonomsko-politički potezi ne mogu dati značajnije ukupne rezultate.

Više je razloga propadanja hrvatske industrije. Naravno, to ne podrazumijeva borbu za očuvanje stare industrije i proizvoda koji više nisu prihvatljivi tržištu, nego usvajanja novih proizvoda i novih tehnologija, kojima se efikasnije proizvode "stari" proizvodi i stvaraju novi. To nije zadatak tržišta. Tržište samo ocjenjuje koji je proizvod bolji. Proizvod se stvara u "nevidljivom" području državnih institucija i razvojno-istraživačkih odjela u kompanijama, koji se nalaze "ispod" tržišta. U državnim okvirima to je izgradnja gospodarske i socijalne, fizičke i institucionalne infrastrukture, obrazovanje, organizacija istraživačkih i razvojnih instituta, inovacijskih centara, čiji rad rezultira razvojem novog proizvoda do prototipa, različitih vrsta agencija, direkcija i zavoda čiji je zadatak potpora razvoju proizvoda, tehnologija, poduzetništva i tržišnih uvjeta za ukupni razvoj nacionalnog gospodarstva.

Hrvatska ekonomska politika nakon osamostaljenja devedesetih godina prošlog stoljeća prešutno je prihvatila neoliberalnu politiku nemiješanja u gospodarstvo, iako je to u suvremenim uvjetima temeljna politika, uz sigurnosnu i socijalnu. Hrvatsko gospodarstvo prepušteno je nesmiljenoj, puno razvijenijoj, stranoj konkurenciji koja ima neograničenu potporu svojih vlada i politika. Industrijsku politiku, koja je u osnovi politika razvoja gospodarstva, Hrvatska nikad nije imala niti je danas ima. Bez industrijske politike, fiskalna je dijelom, a monetarna u potpunosti bez orijentira.

2.1. Nepostojanje hrvatske industrijske politike

Veliki i bogati prilagođavaju međunarodne standarde poslovanja svojim interesima. S tim ciljem oni promoviraju politike koje bi, kao trebale, maknuti prepreke i ubrzati razvoj manje razvijenih zemalja. Preporuke takvih politika dolaze najčešće od institucija koje su oni osnovali: Međunarodni monetarni fond, Svjetska banka, Svjetska trgovinska organizacija i sl. Primjenom tih politika u stvarnosti se olakšava bogaćenje bogatih, više nego razvoj siromašnih zemalja. Najčešće su to politike poticaja stranim direktnim investicijama, fiksni tečaj, devizna klauzula, "mala država", porezno rasterećenje, zabrana miješanja države u ekonomiju, smanjenje broja državnih zaposlenika i slično. Iluzija je da se tim i sličnim politikama može zaustaviti propadanje nacionalnih ekonomija manje razvijenih i potaknuti njihov razvoj. Takve "mantre" o razvoju promoviraju se kao vrhunska, suvremena ekonomija, a u stvari su ideologija neoliberalizma za bogaćenje bogatih, koja je svojim pristupom bliža religiji nego sustavnoj razvojnoj ekonomiji. U grupu formaliziranih preporuka zemljama u razvoju, zemljama u krizi i tranzicijskim zemljama, spada i Washingtonski konsenzus: radikalna privatizacija poduzeća, liberalizacija vanjske trgovine, deregulacija privredne aktivnosti, osobito financijskog sektora i sl. Taj pristup potpuno isključuje 'industrijsku politiku' kao temeljnu gospodarsku i strukturnu politiku, odnosno politiku koja ima za osnovni cilj promjenu zaostale strukture u suvremenu strukturu ekonomije, koja će po jedinici ulaganja proizvodnih faktora stvarati veću dodanu vrijednost.

Državnom intervencijom zaustavljena je velika kriza, odnosno depresija 30-ih godina prošlog stoljeća, ali i najveća kriza nakon nje, ona koja je svijet pogodila 2008./2009. godine. Te dvije velike krize, ali i mnoštvo manjih u međuvremenu, pokazale su i dokazale da treba odbaciti iluziju kako u kapitalizmu tržište ima automatski mehanizam koji osigurava punu zaposlenost ljudskih i materijalnih resursa. Samo "inteligentnom državnom politikom, a ne doktriniranim oslanjanjem na slijepe snage tržišta" mogu se ostvariti nacionalni interesi. Iluzija o nepogrešivosti tržišnog mehanizma, što tvrdi liberalizam, ili danas neoliberalizam, u potpunosti se pokazala opasnom. Zaposlenost i privredni rast

ovisi prvenstveno o veličini investicija i da su za to dovoljne privatne investicije u uzlaznoj fazi ekonomskog ciklusa. Kad nastupi kriza, potražnja se smanjuje i privatne investicije padaju zbog pada profita. U takvoj situaciji jedino je rješenje povećanje državnih investicija i u aktivnijoj ulozi države, u poticanju i reguliranju privrednih aktivnosti i socijalnoj zaštiti građana. Općenito, u strukturi ukupnih investicija uvijek mora biti određen postotak državnih investicija kojima se stvara fizička i institucionalna infrastruktura kao potpora ekonomskom rastu i društvenom razvoju. Državna ulaganja idu ispred privatnih.

Neoliberalizam je u današnje vrijeme definiran kroz Washingtonski konsensus, kao program stabilizacije i razvoja kroz institucionalno prilagođavanje pravilima slobodnog tržišta s ciljem kontrole inflacije, povećanja stupnja efikasnosti i fleksibilnosti poslovanja. U osnovi to se svodi na maksimiziranje vlasničkih profita, koje se treba ostvariti kroz fleksibilnost na tržištu rada, sa smanjivanjem zaposlenosti, manjim plaćama, sužavanjem radničkih prava i plaća i većom nesigurnosti radnih mjesta. Govoreći precizno, ekonomsko-političkim jezikom to se svodi na fiskalnu disciplinu i smanjivanje udjela javne potrošnje u bruto domaćem proizvodu, smanjivanje javnih izdataka za zdravstvo, obrazovanje, socijalnu skrb i infrastrukturu, poreznu reformu, čvrst tečaj, sigurnost vlasničkih prava, deregulaciju ekonomskih aktivnosti, osobito financijskih, liberalizaciju vanjske trgovine, privatizaciju, poticanje stranih direktnih investicija i sl. Prema preporukama tog konsenzusa, država se treba povući iz reguliranja ekonomskih aktivnosti i svoje djelovanje ograničiti samo na uspostavu sigurnog i poticajnog okvira i stabilnog makroekonomskog okruženja za slobodno odvijanje privatnih poduzetničkih aktivnosti. Time se državna intervencija u privređivanje, koja se u prošlosti pokazala kao nužna i opravdana, legitimna i korisna, neoliberalnom ideologijom odbacuje kao nepotrebna i štetna. Što manje države, to bolje. Tržište treba biti regulator ne samo ekonomskog nego i društvenog života. Tržište određuje cijenu svega i tržišni mehanizam je alokator resursa, ali i osnova društvenih i političkih odnosa. Solidarnost, javno zdravstvo i školstvo, kao i socijalna zaštita samo su troškovi koji umanjuju profit i uspješnost korporacija. Gdje se sve može kupiti, ništa ne mora biti društveno, čak ni država. Privatizacija države kojoj liberalizam po svojoj logici teži ne znači njezino nestajanje, ali znači ukidanje njezina javnog karaktera i njezino korištenje isključivo za promicanje privatnih interesa. Vlasnici kapitala u pravilu ne osjećaju ni nacionalnu, ni kulturnu, ni političku pripadnost. Neoliberalna ideologija zagovara ekonomsku globalizaciju, tj. pretvaranje cijele Zemljine kugle u jedinstveni ekonomski prostor, bez prepreka, u kojem vladaju jedinstvena pravila, čiji cilj nije općedruštvena dobrobit, već neometano oplođivanje kapitala. Strateški je cilj neoliberalizma da se država preobrazi iz socijalne u neoliberalnu u službi međunarodnog kapitala.

Međutim, povijest pokazuje da se ni jedna država ne može zdravo, održivo i dugoročno razvijati ako ne razvije vlastitu sposobnost za vlastiti razvoj. Razvoju suvremene industrijske države pogodovao je, uz otkrića i primjenu industrijskih pronalazaka, koncept suvereniteta države i razvoj suvremenog novca i centralnog bankarstva, kao i razvoj znanstvenih i stručnih institucija koje su potpora i javnoj upravi i poduzetnicima. Održivi i dugoročni razvoj podrazumijeva, osim očuvanja prirode za buduće generacije, izgradnju suvremene fizičke i institucionalne infrastrukture, obrazovanje i osposobljavanje vlastitih građana da ovladaju suvremenim tehnologijama (naravno, i da budu njihovi kreatori), s pomoću kojih će na najefikasniji i održiv način pretvarati nacionalne resurse u proizvode i usluge koji će biti konkurentni na svjetskom tržištu.

Razvoj nacionalne ekonomije nije zadatak ni stranih investicija, ni europskih fondova, ni općenito stranog kapitala. Oni mogu pomoći, ali nisu i ne mogu biti ni približno dovoljni za razvoj nacionalne ekonomije. To je zadatak domaće vlade. Najveći kapital koji može imati jedna zemlja sposobna je i efikasna vlada. Njezina se sposobnost očituje u konzistentnoj ekonomskoj politici, koja je prilagođena međunarodnom ekonomskom, geoekonomskom, geopolitičkom okruženju i specifičnostima nacionalne ekonomije i društvene strukture. U skladu s tako kreiranom politikom treba biti i postavljena organizacija vlade i državnih institucija koje će je na najefikasniji način provoditi. Za provođenje politika trebaju biti propisane jasne procedure provođenja kroz institucije države. Značajnu, a često zapostavljenu ulogu, ima i automatski, svakodnevni kontroling te provedbe, koji daje podatke potrebne za korekciju politike.

Iluzija je da će strane direktne investicije, europski fondovi, "smanjenje države", liberalizacija vanjske trgovine, deregulacija ekonomskih aktivnosti, stabilno makroekonomsko okruženje, liberalizacija tržišta rada i slično, što preporuča neoliberalna ideologija, biti dovoljne za ubrzanje ekonomskog razvoja manje razvijenih zemalja. Naprotiv, bez pripreme nacionalne ekonomije za primjenu tih preporuka, to u pravilu ima više negativnih nego pozitivnih efekata. Jedna je od velikih prepreka razvoju manje razvijenih zemalja i loša gospodarska struktura. Industrijska politika bavi se strukturom gospodarstva i njezinom promjenom prema strukturi koja će rezultirati većom proizvodnjom, odnosno rastom bruto domaćeg proizvoda. Politika kojoj se neoliberali najviše opiru je upravo industrijska politika. To nije slučajno. Cilj industrijske politike nije profit sam po sebi. Podrazumijeva se "pozitivno poslovanje" ili "prirodna profitna stopa", ali ne i monopolski profit. Cilj je rast bruto domaćeg proizvoda, puna zaposlenost i ravnomjerna raspodjela nacionalnog dohotka. Za ostvarivanje tih ciljeva treba izgraditi odgovarajuću strukturu gospodarstva: da poduzetnici mogu ostvariti prirodnu profitnu stopu, da se ostvaruje puna zaposlenost i da radnici imaju plaće bez pomisli da traže posao u inozemstvu.

Industrijska politika nastala je zajedno s industrijskom revolucijom i cijelo vrijeme razvijala se paralelno s njom, a poslije, do današnjih dana, s tehnološkom revolucijom. Kako je industrijska revolucija prelazila iz jednog razdoblja u drugo, nastajanjem novih tehnologija i novih društvenih i političkih struktura, tako se i industrijska politika razvijala i prilagođavala svim tim promjenama. Njezin je razvoj dvojak. Nekad se ona prilagođavala tehnološkim i društvenim promjenama, a nekad je poticala tehnološke i društvene promjene.

Industrijska politika u osnovi je strukturna politika. Njezin je cilj postizanje strukture gospodarstva koje će ostvarivati bolji ekonomski rezultat, odnosno, koja će iz postojećih resursa ostvariti veću ukupnu proizvodnju, zaposlenost, plaće itd. Ona traži načine kako i koje proizvode proizvoditi iz raspoloživih resursa, s kojim obrazovanjem, kojom tehnologijom, infrastrukturom i institucijama na održiv način? Industrijska politika potiče i stvaranje novih proizvodnih resursa za suvremenije proizvode. Najčešći je cilj veći bruto domaći proizvod. Taj cilj može biti uvjetovan drugim (pod)ciljevima, kao što je puna zaposlenost nacionalnih resursa (prije svega radno sposobnog stanovništva), zaštita i razvoj domaće proizvodnje, povećanje izvoza (što je jedan od prioritetnih ciljeva svih zemalja, a osobito malih), zaštita okoliša, društveno odgovorno gospodarenje i slično.

Da bi se ostvarili ti ciljevi, nužna je intervencija države, jer samo slobodno djelovanje tržišta bez državne intervencije nikad ne bi dovelo do njihova ostvarenja. Zbog toga se ponekad industrijska politika definira kao politika intervencije države u gospodarstvo. Tu definiciju u negativnom smislu najčešće navode protivnici intervencije države u gospodarstvo, odnosno zagovornici što "manje države". To je najočitije kroz njihovo zagovaranje smanjenja udjela proračunske potrošnje u BDP-u. Zagovornici takvog pristupa ekonomskoj i ukupnoj politici svrstavaju se u grupu libertarijanaca, odnosno danas neoliberala. U njihov teoretski okvir, bolje reći, ideološki okvir, ne uklapa se industrijska politika. Oni su glavni protivnici industrijske politike, odnosno, miješanja države u gospodarstvo. Razloga tome je više. Osnovni se mogu podijeliti u: neznanje, osobni interes i politički interes. Oni često poistovjećuju industrijsku politiku s socijalističkim centralnim planiranjem, isključivim državnim vlasništvom i slično, što je pogrešno. Njihova je druga tvrdnja u uskoj vezi s prvom, odnosno tržište je savršen i nepogrešiv alokator proizvodnih resursa, a država je u tome potpuno neefikasna. Njihovo je rješenje makroekonomska stabilnost, privatizacija, liberalizacija međunarodne trgovine, deregulacija, a prije svega deregulacija financijskog tržišta pa će mehanizam slobodnog tržišta dovesti do najboljih rezultata za pojedinca i društvo. Međutim, povijest, ali i sadašnjost ih demantira. Slobodno tržište kod liberala postala je "religija" koja se temelji na krivim pretpostavkama i zamagljenim vizijama. Zapravo, oni izabiru pretpostavke koje ne postoje u stvarnom životu, nego one koje dovode do željenog zaključka. Činjenica je

da slobodno tržište ne postoji. Svako tržište ima neke propise koji ograničavaju njegovu slobodu, koji ga u većoj ili manjoj mjeri reguliraju. Država donosi propise zbog čega je ona uvijek umiješana u tržište. Samo je pitanje je li njezino miješanje u tržište ograničava ili podupire razvoj tržišnog funkcioniranja i gospodarstva. Drugo, ne postoje uvjeti za savršeno funkcioniranje tržišta zbog raznih eksternalija i drugih tržišnih deformacija. Uloga države je da svojim politikama smanji utjecaj negativnih eksternalija i ispravlja druge negativne utjecaje na funkcioniranje tržišta.

Treće, razvoj, a prije svega inovacije i tehnološki razvoj ne prepušta se slučajnim otkrićima, nego suvremene države organiziraju institucije čije je posao eksperimentiranje s ciljem pronalazaka novih proizvoda i tehnologija ili poboljšanja postojećih. Oni ne nastaju slučajno i kao rezultat "nevidljive ruke" tržišta, nego kao rezultat svjesne politike i poduzetništva države. Eksperimentiranje je stvorilo i znanost, što je Europu, koja je to prepoznala prije 300-tinjak godina, dovelo do vodećeg mjesta u razvoju svjetskog gospodarstva i društva. Razvoj u suvremenom svijetu rezultat je djelovanja politike, točnije, industrijske politike.

Dostizanje efikasnosti u novoj proizvodnji traži zaštitu nove industrije od razvijenije, strane konkurencije. Tu zaštitu jedino može dati država. Nekad je ta zaštita mogla biti vidljiva, a danas je u najvećem broju slučajeva zbog propisa Svjetske trgovinske organizacije nevidljiva, "skrivena". Postizanje punog uspjeha industrijske politike traži usklađenost, odnosno kompatibilne makroekonomske politike s ciljevima industrijske politike. Budući da se industrijska politika bavi 'realnim gospodarstvom', a u realnom gospodarstvu stvara se 'temeljna' dodana vrijednost koja čini, direktno i indirektno, najveći dio bruto domaćeg proizvoda, čije je povećanje prvi cilj ekonomske politike, proizlazi i njezin značaj. Zbog tog značaja, industrijska politika u politikama svih razvijenih zemalja ili zemalja koje se ubrzano razvijaju ima vidljivo ili nevidljivo, ali uvijek prvo mjesto.

Industrijska politika u stvari daje odgovor na pitanje za koje će proizvodnje i proizvode država stvarati uvjete za profitabilnu proizvodnju, kroz obrazovanje, sustave za ovladavanje novim tehnologijama, stvaranje i pribavljanje suvremenih tehnologija, kroz izgradnju infrastrukture i institucija koje će biti nefinancijska potpora razvoju ciljanih sektora, kao i osiguravanje kvalitetnog financiranje i zaštite domaće industrije od nelojalne konkurencije i monopola. Država danas, u pravilu, stvara uvjete za profitabilno poslovanje u pojedinim sektorima, odnosno, spušta se do razine sektora, a poduzetnici, pokretani svojim interesom, znanjem i poduzetničkim duhom, koristeći elemente koje je pribavila država, proizvode konkurentne proizvode i usluge.

Primjenjujući takav pristup ekonomskoj politici u čijem je temelju bila industrijska politika, danas razvijene zemlje postale su razvijene. Zemlje koje nisu

koristile niti jedan dio industrijske politike ostale su nerazvijene. Zemlje koje žele i danas zadržati svoj industrijski razvoj ili ga ubrzati ne mogu to učiniti bez korištenja suvremene industrijske politike.

Ukratko, može se reći da se konkurentni i novi proizvodi stvaraju u složenom sustavu koji organizira država, a poduzetnici s finalnim proizvodima, u koje su ugrađeni i inputi čiju je proizvodnju organizirala država, izlaze i natječu se na tržištu. Zbog toga uspješnost ili konkurentnost nekog proizvoda na tržištu ne ovisi samo o efikasnosti poduzetnika nego i o efikasnosti države. Proizvod ili usluga u pravilu ima veću dodanu vrijednost ako je složeniji. Zato je i cilj ekonomske politike proizvodnja što složenijih proizvoda. Složeniji proizvodi zahtijevaju usklađene inpute različitih tehnologija, djelatnosti i znanja. Jedina politika koja može stvoriti uvjete u nekoj državi za profitabilnu proizvodnju složenijih proizvoda je industrijska politika. Sukladno industrijskoj politici za efikasnu proizvodnju složenijih i tehnologičnijih proizvoda treba biti i organizirana država. Ne može nastati složen proizvod u državi koja ima samo jednostavnu, "plitku" i nekonzistentnu organizaciju. Zemlja koja ima relativno malo konkurentnih proizvoda na svjetskom tržištu ima neefikasno i nesposobno političko vodstvo.

2.2. Politika privatizacije

U politici privatizacije u mnoštvu pogrešaka izdvajamo jednu temeljnu, a to je nesposobnost prepoznavanja i (u dovoljnoj mjeri) poticanja istinskih tržišnih poduzetnika. Sposobne poduzetnike stvara, prepoznaje i potiče državni sustav. Za privatizacijski proces, Hrvatska nije izgradila taj sustav. Ne ulazeći u dublju analizu, nego samo gledajući rezultate, danas možemo reći da Hrvatska ima premalen broj poduzetnika koji mogu uspješno poslovati na otvorenom tržištu. Hrvatska proizvodnja nedovoljno je velika, kao i hrvatski izvoz. Najveće hrvatske kompanije svoju su veličinu postigle na domaćem tržištu. Mala zemlja kao što je Hrvatska ne može biti razvijena ukoliko najveći broj njezinih najvećih kompanija najveći dio svojih prihoda ostvaruje na domaćem tržištu.

To nije samo posljedica sposobnosti poduzetnika već je to i posljedica ekonomsko-političkog sustava u kojem djeluju. Politikom privatizacije bivša državna imovina trebala je doći u ruke poduzetnika koji bi je svojom sposobnošću aktivirali, zarađujući sebi profit podizanjem proizvodnje, zaposlenosti i izvoza. Međutim, uz rijetke iznimke, to se nije dogodilo. Dio "novopečenih" poduzetnika ponašao se kao trgovci nekretninama koje su jeftino kupili i nastojali ih što skuplje prodati. Drugi dio novih "poduzetnika" činili su čisti "novi" špekulanti, nezainteresirani za proizvodnju, ali zainteresirani za "špekulativnu" prodaju preuzete proizvodnje. Uništen je velik dio proizvodnje, a radnici poslani na burzu ili u mirovinu. Glavna uspješna priča bila je i danas je još uvijek

aktualna: uspješno otpuštanje radnika, u vremenu kad i najmanje socijalne države za glavni cilj imaju, uz povećanje domaće proizvodnje, povećanje zaposlenosti. Hrvatska politika kao da je okrenula glavu od hrvatske proizvodnje. Osnovna jedinica gospodarskog sustava je poduzetnik. Poduzetnik je taj koji nosi gospodarstvo, a država je institucija koja mu stvara prostor za djelovanje, razvoj i prilagođavanje.

Rješenje problema privatizacije nije u vraćanju "kotača unatrag", već u izgradnji sustava gospodarstva koji će stvarati istinske poduzetnike, prepoznavati i poticati. Takav sustav u Hrvatskoj još ne postoji, za razliku od svih razvijenih zemalja kao i onih koje se danas ubrzano razvijaju. Tu je prije svega riječ o politici razvoja proizvodnog gospodarstva, o suvremenoj industrijskoj (strukturnoj) politici, koja se danas može prepoznati i u europskoj politici "pametne specijalizacije".

2.3. Politika tečaja kune

Politika tečaja kune nanijela je najveće štete hrvatskom gospodarstvu. Tečaj, osim što određuje cijenu strane valute, određuje i cijenu strane robe na domaćem tržištu, cijenu domaće robe na stranim tržištima i isplativost domaće proizvodnje. Niži tečaj strane valute znači jeftiniju uvoznu robu za domaće kupce, a skuplju domaću robu za strane kupce.

Antiinflacijskim programom od 4. listopada 1993. godine zaustavljena je hiperinflacija i određen je tečaj: jedna njemačka marka za 4,44 današnje kune. Za proizvodnju, koja je izložena međunarodnoj konkurenciji, to je značilo da će propasti svi oni koji imaju troškove proizvodnje iznad 4,44 kune po jednoj njemačkoj marki prihoda, naravno, ako unapređenjem poslovanja ne smanje troškove proizvodnje ispod 4,44 kune po svakoj marki prihoda. Po svemu sudeći, analiza broja poduzetnika koji se nalaze u takvoj situaciji nije provedena, stoga je velik broj poduzetnika takvim tečajem gurnut u likvidaciju.

Dio proizvođača, čiji su troškovi proizvodnje po jednoj njemačkoj marki prihoda bili ispod 4,44, a veći od 3,8 kuna, imali su jednomjesečnu radost. Naime, uz tečaj od 4,44 kn poslovali su pozitivno, ali već u idućem mjesecu (studenom), tečaj je pao ispod 3,8 kuna tako da su i oni tom tečajnom promjenom usmjereni prema zatvaranju proizvodnje. Nikakve inovacije i tehnološka unapređenja nisu mogli nadoknaditi štetu te dodatne promjene tečaja. Ta je igra s tečajem posjekla hrvatsku proizvodnju. Umjesto da je napravljena analiza utjecaja tečaja i tečaj se podignuo na 5,55 kuna i očuvala ona proizvodnja koja je imala troškove iznad 4,44 kune po jednoj marki prihoda, politika je donijela tečajnu odluku protiv hrvatske proizvodnje. Domaća roba postala je preskupa, domaća proizvodnja neisplativa, a strana valuta i strana roba postale su jeftine.

Značajan dio proizvodnje koji je i uz takav tečaj bio profitabilan, zbog bržeg rasta troškova proizvodnje u Hrvatskoj u idućim godinama, u odnosu na ostatak svijeta, što nije pratila promjena tečaja, također je ispao iz proizvodnje. Uvoz je rastao dok narod nije osiromašio, izvoz je stagnirao, a strani dug se uvećavao.

Dvadeset šest godina stabilnog, a nerealnog tečaja, guši postojeće i ne dopušta stvaranje novih poduzetnika te novih roba i usluga u onoj mjeri kojom bi se zaposlilo radno sposobno stanovništvo, povećala domaća proizvodnja i izvoz, a smanjili unutarnji i vanjski, privatni i javni dugovi.

Danas rješenje nije u devalvaciji jer promjena tečaja ne bi povećala izvoz u dovoljnoj mjeri da poništi njezine negativne efekte, iz jednostavnog razloga jer je Hrvatska u međuvremenu izgubila postojeće proizvode, a nije stvarala nove. Proizvodni kapaciteti uništeni su, a radnici već duže vrijeme u mirovini, na burzi ili na radu u inozemstvu. Rješenje se nalazi u drugim politikama oživljavanja i povećanja domaće proizvodnje za domaće tržište, za supstituciju uvoza i povećanje izvoza. Te politike mogle bi uspjeti ako ih prati odgovarajuća promjena tečaja. Uvođenje eura umjesto kune uz neprovođenje takve politike zacementiralo bi postojeću situaciju propadanja hrvatske industrije i gospodarstva.

2.4. Devizna klauzula

Dopuštanje devizne klauzule u domaćim transakcijama tragična je pogreška politike. Devizna klauzula je "kukavičje jaje" koje je podmetnuto hrvatskom narodu. Nacionalna ekonomija posluje i razvija se u dinamičkom odnosu realnog i financijskog sektora. Njihov odnos mora težiti ravnoteži. Povećanjem proizvodnje povećava se i vrijednost nacionalne ekonomije, koju prati povećanje količine novca.

Današnji novac nema unutarnju vrijednost (kao zlato dok je obavljalo funkciju novca), već je njegova vrijednost slika vrijednosti nacionalnog gospodarstva. Cijena novca u unutarnjem prometu je kamatnjak, a u odnosu na ostatak svijeta, tečaj. Kretanja u nacionalnom gospodarstvu oslikavaju se u kamatnjaku koji nastaje kao suma 'izvorne' vrijednosti novca, zarade banke i rizika koji prate njegov plasman. Ako raste nezaposlenost, dugovi stanovništva, poduzeća i države, rizici se povećavaju i raste kamatnjak. Vrijedi i obratno. Kad je taj odnos čvrst, kamatnjak djeluje kao stabilizator, regulator i katalizator gospodarske aktivnosti.

Dopuštanjem stranoj valuti da obavlja funkcije (domaćeg) novca u domaćem prometu, gubi se taj odnos. Deviznom klauzulom to se dopustilo. Domaći novac gubi svoju funkciju stabilizatora i katalizatora gospodarske aktivnosti. Strana valuta nije novac, nego roba koju možete kupovati i prodavati ili držati kao štednju (kao zlato, nekretnine ili drugu imovinu), ali ne smije i ne može

obavljati funkcije (domaćeg) novca. Jedna je od najvažnijih funkcija novca mjerilo vrijednosti. Deviznom klauzulom, strane valute počele su obavljati tu funkciju u domaćim transakcijama, iako nemaju neke veze s domaćim gospodarstvom. One su u direktnoj vezi s gospodarstvom gdje obavljaju funkciju novca, dolar u Americi, franak u Švicarskoj itd. Deviznom klauzulom kuna kao novac stavljena je sa strane.

Tečajnom politikom i politikom devizne klauzule značajno je blokirano i funkcioniranje tržišnog mehanizma u Hrvatskoj, kao najobjektivnijeg gospodarskog arbitra i najpoticajnijeg gospodarskog sustava. Na tržištu su cijene kralj. Preko mehanizma relativnih cijena tržište funkcionira. Bez tog mehanizma tržište ne radi svoju prirodnu ulogu. Fiksnim tečajem i deviznom klauzulom blokirano je funkcioniranje tržišta u Hrvatskoj i to ponajviše od onih snaga koje se najglasnije zalažu za funkcioniranje tržišta? U širem političko-ekonomskom smislu novac je javno dobro, a Hrvatska se deviznom klauzulom u značajnoj mjeri odrekla tog javnog dobra. U političkom smislu, to je udar na monetarni suverenitet, a suverenitet je najjača poluga razvoja svake zemlje.

U mikroekonomskom smislu to je nedopuštena 'špekulacija' u kojoj se unaprijed zna potencijalni gubitnik. Kreditori su, zahvaljujući "nespretnosti" hrvatske politike koja je dopustila deviznu klauzulu, odigrali nepoštenu igru s nepoštenim "financijskim proizvodom" za koji se unaprijed zna da sav rizik snosi uzimatelj kredita, a špekulativni profiti pripadaju kreditorima. Špekulativni profiti uništavaju ljude i nacionalno gospodarstvo.

Domaće transakcije obavljaju se u (domaćem) novcu i podliježu domaćim odnosima u gospodarstvu. Krediti između domaćih banaka i građana i poduzetnika mogu i moraju biti jedino u kunama i s kunskom kamatom. Stanje u gospodarstvu i stanje uzimatelja kredita određeni su kamatom na kunski kredit. Promjena tečaja realno s tim nema nikakve direktne veze. Devizna klauzula u tom je odnosu neprirodna, nepoštena i podmukla. Hrvatski korisnici domaćih kredita u kunama svojim ponašanjem nisu doveli do promjene tečaja među nekim valutama i zbog tih promjena ne smiju snositi nikakve posljedice. Devizna klauzula tako je čista podvala. Devizna klauzula pogodila je velik broj hrvatskih građana tako da to nije pojedinačni, nego nacionalni, a time i politički problem, koji jedino politika može i mora riješiti. Svako političko zaobilaženje tog problema povećava štetu za sve sudionike i državu u cjelini.

Kad bi hrvatska politika i Hrvatska narodna banka funkcionirale kako treba, ispravna transakcija, koja se odnosi na stranog kreditora, trebala bi se odvijati na sljedeći način: strani kreditor dođe s devizama, za njih kupi kune i te kune posuđuje na domaćem tržištu uz kunsku kamatu. Njegov je odnos s korisnikom kredita kroz kunsku glavnicu i kunsku kamatu. Nakon naplaćenog kredita i kamata radi dalje što želi: ili dalje posuđuje kune ili pak kupuje devize i povlači se iz Hrvatske.

Devizna klauzula stvorila je, osim vidljivih, velik broj štetnih nevidljivih efekata. Rješenje je u organiziranom procesu ukidanja i zabrane devizne klauzule u domaćim transakcijama. Paralelno s tim treba procijeniti sve štetne posljedice devizne klauzule za sve sudionike i donijeti političku odluku o pokrivanju tih šteta na način da to ne ugrožava standard hrvatskih građana i razvoj hrvatskog gospodarstva. Naravno, na početku samog procesa treba sve kredite pretvoriti u kunske, po tečaju na dan uzimanja i na njih obračunati kunske kamate. Na taj način štete devizne klauzule stavile bi se pod kontrolu i njima bi se moglo upravljati. Prepuštanje posljedica devizne klauzule 'stihijskom' rješavanju ima i imat će nesagledive posljedice za Hrvatsku.

Devizna klauzula dovela je stotine tisuća hrvatskih građana u blokadu. Prije toga tečajna politika jedno je vrijeme davala sigurnost niskih rata za kredite, ali ostavljala je ljude bez posla i dohotka. Obje politike izbacile su stotine tisuća potrošača s domaćeg tržišta. U takvim okolnostima, uz druge probleme, to postaje velika prepreka razvoju domaće industrije.

2.5. Reforma mirovinskog sustava

Reforma mirovinskog sustava provedena je u velikoj euforiji njezina navodnog uspjeha u nekim državama, koje su imale sasvim drukčiju situaciju od Hrvatske. Tu euforiju dodatno je poduprlo i vjerovanje politike da će sama dobra namjera rezultirati dobrim rezultatima u gospodarstvu i u mirovinskom sustavu. Međutim, u situaciji nepostojanja plana sređivanja i razvoja hrvatskog gospodarstva stvorili su se deficiti te vanjski i unutarnji dugovi.

U tim deficitima i dugovima značajnu ulogu ima reforma mirovinskog sustava. Tom reformom postojeći mirovinski sustav razdijelio se u dva dijela. Od starog mirovinskog sustava (Zavod za mirovinsko osiguranje – generacijska solidarnost), u koji se uplaćivalo 20 % doprinosa, u situaciji njegovih većih rashoda od prihoda, oduzeto je 5 % doprinosa (četvrtina njegovih prihoda), koji su usmjereni u drugi mirovinski stup (kapitalizirana štednja). Tih 5 % iznosi prosječno oko pet milijardi kuna godišnje i za taj iznos povećala se "rupa" (deficit) u prvom (starom) mirovinskom stupu. Tih pet milijardi nadoknađuje se iz državnog proračuna, koji je već sam po sebi bio u deficitu, i za isti iznos povećava se njegov deficit. Da paradoks bude veći, veći dio za financiranje tog dodatnog deficita, zbog "skretanja" doprinosa u drugi mirovinski stup, država posuđuje nazad iz obveznih mirovinskih fondova drugog stupa uz pristojnu kamatu i vraća se u prvi stup (?)! Može se reći da država plaća kamate mirovinskim fondovima drugog stupa na vlastita sredstva, usput povećavajući vlastiti deficit i javni dug, te smanjuje kreditni rejting Hrvatske, odnosno povećava rizik otplate kredita. U takvom procesu mirovinska kapitalizirana štednja postaje

rizična. Tom reformom mirovinskog sustava izvršen je udar na postojeći mirovinski sustav, javne financije i makroekonomsku stabilnost Hrvatske.

Taj udar puno je jasniji ako se ima u vidu da se od 1990. do 2002. godine, kad je počela reforma, u mirovinskom sustavu povećao broj korisnika mirovina s oko 700 tisuća na oko 1,1 milijun (za oko 400 tisuća), a broj uplatitelja doprinosa smanjio se s oko 1,8 milijuna na 1,4 milijun (smanjenje za oko 400 tisuća). U takvoj je situaciji mirovinskom sustavu oduzeta četvrtina prihoda. Ekonomski potpuno nerazumna i neobjašnjiva politika. Uvjeti za takvu reformu su sljedeći:

1. suficit u mirovinskom sustavu ili državnom proračunu najmanje u iznosu gubitka prihoda koji reformom odlaze iz prvog u drugi stup
2. stopa rasta gospodarstva koja štiti od deficita u javnim financijama, u odnosima s inozemstvom i u potrošnji stanovništva, i
3. razvijeno, stabilno i kvalitetno regulirano (nadzirano) tržište kapitala.

Temeljni je uvjet, osim svih navedenih "tehničkih" uvjeta, razina nacionalnog dohotka po stanovniku, koja bi prema današnjim uvjetima u Hrvatskoj trebala biti viša od 20 tisuća eura. Po današnjim cijenama, Hrvati bi uz toliki dohodak mogli početi štedjeti kroz mirovinske fondove, koji bi i tad trebali biti dobrovoljni, a ne obvezni. Bez zadovoljenja tih uvjeta, mirovinski sustav generacijske solidarnosti ostaje najbolji mirovinski sustav.

Jedno je od ključnih pitanja: Gdje danas, u ovim uvjetima, mirovinski fondovi drugog stupa mogu uložiti oko šest milijardi kuna godišnje u hrvatsko gospodarstvo? Očito je da takav potencijal ne postoji, a ulaganje u inozemstvo znači razvijati strano, a ne svoje nacionalno gospodarstvo. Sve u svemu, u Hrvatskoj nije bio zadovoljen niti jedan uvjet za mirovinsku reformu kako je ona provedena 2002. godine, niti su se ti uvjeti u međuvremenu stekli. Naprotiv, oni su se pogoršali.

Koje su sve socijalne, ekonomske i političke posljedice deficita državnog proračuna, gledamo svaki dan. Naravno, reforma mirovinskog sustava nije jedini izvor državnog deficita, ali ona je proizvodila u prosjeku gotovo trećinu godišnjeg proračunskog deficita u proteklih petnaestak godina i dosad je proizvela više od 20 % javnog duga (oko 80 milijardi kuna). Zbog drugog mirovinskog stupa Hrvatska je ušla u zonu prekomjernog deficita i makroekonomskih neravnoteža, prema pravilima EU-a, zbog čega je morala ograničiti javnu potrošnju, čija je najvidljivija, direktna i indirektna posljedica iseljavanje hrvatskih građana iz svoje države.

2.6. Politika investiranja

Politika investiranja također je jedan od uzroka današnje bijedne situacije u gospodarstvu. Od 2002. do 2013. godine u Hrvatskoj je investirano više od

700 milijardi kuna. Investicije se shvaćaju kao najjača ekonomska poluga razvoja. Njima se povećavaju proizvodni kapaciteti nacionalne ekonomije, povećava se broj radnih mjesta i izvoz, smanjuju se deficiti i privatni i javni dugovi. Nažalost, ništa od toga nije se u Hrvatskoj dogodilo, nego upravo suprotno, a razlog je pogrešna politika investicija.

Uz veličinu investicija, struktura investicija dominantno utječe na nacionalnu proizvodnju, zaposlenost, izvoz i efikasnost nacionalne ekonomije. Investicije mogu biti proizvodne (za finalne proizvode), infrastrukturne (u poluproizvode) i neproizvodne. Isplativost infrastrukturnih (i neproizvodnih) investicija ovisi o veličini i efikasnosti investicija u proizvodne kapacitete za finalne proizvode.

Prerađivačka industrija jedan je od najvažnijih sektora svake ekonomije. Također, prerađivačka je industrija najvažniji izvozni sektor za pojedino gospodarstvo, što znači da je često i najkonkurentniji sektor. Značaj prerađivačke industrije leži u tome što je ishodište inovacija, kao i aktivnosti istraživanja i razvoja, koje se onda prelijevaju u druge sektore i rezultiraju povećanom ukupnom produktivnošću.

Europska komisija uputila je 28. listopada 2010. Europskom parlamentu dokument pod nazivom An Integrated Industrial Policy for the Globalisation Era (EU, COM(2010)614 final), u kojem odmah na početku piše:

> "Danas više nego ikad Europa treba industriju i industrija treba Europu. Jedinstveno tržište od 500 milijuna potrošača, 220 milijuna radnika i 20 milijuna poduzetnika ključni je instrument u ostvarivanju konkurentne europske industrije. Jedno je od četiriju radnih mjesta u privatnom sektoru u EU-u u prerađivačkoj industriji, i najmanje još jedno od četiriju u uslužnim djelatnostima vezano je na prerađivačku industriju…."

Vjerojatno zbog nezadovoljstva rezultatom prethodnog dokumenta, Europska komisija upućuje Europskom parlamentu ponovno, dvije godine poslije, 10. listopada 2012. novi dokument, pod nazivom A Stronger European Industry for Growth and Economic Recovery (Snažnija europska industrija za ekonomski rast i oporavak) (COM(2012)582 final). Dokument počinje riječima:

> "U vrijeme kad financijski problemi ne posustaju, Europa treba svoju realnu ekonomiju više nego ikad, kako bi poduprla oporavak, ekonomski rast i kreiranje radnih mjesta. … Industrija još uvijek čini 4/5 europskog izvoza, i 80 % istraživanja i razvoja u privatnom sektoru dolazi iz industrije… Europa treba vratiti opadajuću industriju za XXI. stoljeće. To je jedini način za ostvarivanje održivog rasta, stvaranje visokovrijednih radnih mjesta i rješavanje društvenih izazova s kojima smo suočeni…"

U sličnoj je situaciji Hrvatska. Kako smo vidjeli iz prikazanih podataka, Hrvatska ima najmanje stope gospodarskog rasta u Europi i nalazi se među zemljama koje najneefikasnije koriste svoje resurse. Iz tablice 5. vidimo da je u ukupnim investicijama udio prerađivačke industrije u Hrvatskoj među najmanjima u odnosu na usporedive zemlje. Prosječan udio prerađivačkih investicija u ukupnim investicijama za razdoblje od 2000. do 2010. iznosio je 11,6 %, što je u prosjeku dvostruko manje od zemalja koje su imale puno veće stope gospodarskog rasta.

Tablica 5. Udio prerađivačke industrije u ukupnim investicijama (%) u Hrvatskoj i izabranim zemljama NMS12 u razdoblju od 2000. do 2010. godine (Izvor: DZS, Svjetska banka)

Godina	Prerađivačka industrija (postotak ukupnih proizvedenih dobara u ukup. investicijama)							
	Estonija	Cipar	Mađarska	Poljska	Rumunjska	Slovenija	Slovačka	Hrvatska
2000.	15,2	6,8	25,8	21	48,1	19,2	16,5	14,74
2001.	16,5	8,4	23	18,3	48	21,4	27,9	15,18
2002.	16,7	6,8	16,6	18,4	46,7	19,9	29,6	13,52
2003.	11,4	6,9	20,6	23,4	49,2	23,2	28,6	13,07
2004.	13,1	6	23,9	25,2	47,1	24,1	32,2	12,30
2005.	14,2	6,7	20	23,6	48	20,9	34,9	11,23
2006.	11,9	7,2	23,2	23,9	51,2	19,4	31,5	10,34
2007.	9,7	6,9	30,9	23,6	50,5	17,1	25,6	10,37
2008.	10,6	7	26,2	20,7	42,3	16,5	29,3	10,74
2009.	11,4	8,4	20	17,9	35,5	9,1	15,1	7,60
2010.	9,5	5,9	33	21,2	34,6	17,3	22,3	8,09
prosjek	**12,75**	**7,00**	**23,93**	**21,56**	**45,56**	**18,92**	**26,68**	**11,56**

NMS12 −12 novoprimljenih zemalja u EU

Analiza bi bila potpunija kad bi postojali podaci o tome koliko od tih investicija spada u nove investicije i kolike su netoinvesticije. Razlika između bruto i neto investicija je amortizacija (zamjena potrošenih sredstava u procesu proizvodnje). Budući da tehnologija napreduje i da se prikupljenom amortizacijom može, uz manje ulaganja, zamijeniti potrošeni kapacitet, dio amortizacije može se upotrijebiti i za povećanje kapaciteta. Taj dio amortizacije ulazi u nove investicije. Nove investicije su one koje povećavaju proizvodni kapacitet gospodarstva i one su najvažnije u analizi efikasnosti investicija i njihovu utjecaju na bruto domaći proizvod.

Prema podacima iz tablice 5. udio prerađivačke industrije u ukupnim investicijama u Hrvatskoj u razdoblju 2000. − 2010. bio je najveći 2001., kad je iznosio 15,18 %, a najmanji 2009. godine (7,60 %). U cijelom promatranom razdoblju udio prerađivačke industrije u ukupnim investicijama u Hrvatskoj bio je manji u odnosu na analizirane NMS12 osim Cipra. Dakle, Hrvatska se nalazi na drugom mjestu odozada u odnosu na preostale analizirane nove članice.

Kakvu gospodarsku strukturu izgrađuje Hrvatska, možda objašnjava i podatak kako su se investicije u trgovinu u istom razdoblju kretale oko 10 – 11% ukupnih investicija, znači gotovo isto kao i u prerađivačku industriju.

Hrvatska je u spomenutom (proteklom) razdoblju najveći dio investicija usmjerila u infrastrukturne i neproizvodne, a katastrofalno premalo u proizvodne kapacitete za proizvodnju roba za konačnu potrošnju. Značajan dio investicija financirao se i novcem posuđenim u inozemstvu. Kako taj novac nije utrošen u dovoljnoj mjeri u proizvodne investicije, a još manje u kapacitete za izvoz, Hrvatskoj je vanjski dug postao ograničenje gospodarskog razvoja. Hrvatska politika pokušava riješiti problem tih dugova (zbog pogrešne investicijske politike) na pogrešan način: prodajom nacionalne imovine i oduzimanjem dijela dohotka, odnosno, osiromašenjem vlastitih građana, ili neuspješnim privlačenjem stranih investitora. Takva politika kratkoročno ruši standard vlastitih građana, a dugoročno ekonomske temelje razvoja države.

Rješenje se nalazi u promjeni politike investiranja prema kojoj će se direktno i indirektno najveći dio investicijskih sredstava usmjeriti u proizvodne kapacitete za proizvodnju finalnih proizvoda za domaću potrošnju, supstituciju uvoza i povećanje izvoza. Promjena investicijske politike ne može se napraviti jednim ‘investicijskim zakonom’, nego ona jedino može biti rezultat svih politika i njihove usklađenosti: makroekonomske (fiskalne i monetarne), industrijske, obrazovne, regionalne, socijalne i ostalih.

2.7. Otvaranje Hrvatske

Otvaranje Hrvatske prema svijetu (članstvo u WTO-u i CEFTA-i), početak izgradnje autocesta i zahtjev za članstvo u EU-u, teme su koje su počele dominirati početkom 2000. godine. Rasprave su se kretale od opisivanja procesa koje treba provesti za ostvarivanje tih ciljeva do analiza njihovih efekata. Bilo je jasno da nije dovoljno samo ispravno definirati cilj nego, u postojećim okolnostima, kreirati politike, procedure i institucije koje će dovesti do ostvarivanja željenih ciljeva. Članstvo u WTO-u, CEFTA-i, i poslije u EU-u, nije imalo očekivane (i od strane politike) promovirane efekte. Očito, izostale su pripreme Hrvatske za prilagođavanje tim organizacijama i integracijama, izostale su značajnije reforme i promjene: restrukturiranje gospodarstva i reorganizacija javnog sektora i države. Nisu izgrađene institucije koje bi bile potpora pojedinim sektorima gospodarstva u njihovu spašavanju i razvoju, kao i potpora državi u kreiranju politika. Politika je slala pogrešnu poruku da je dovoljno samo članstvo, a sve će ostalo automatizmom članstva doći samo po sebi. Danas ne treba reći da je to bila pogrešna poruka i pogrešna politika.

Zaključak

Hrvatska je nedvojbeno u stagnaciji. Stagnacija je počela početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća i s kratkim prekidima nastavila se do danas. Uza sve ekonomske pokazatelje koji ukazuju na efikasnost nacionalnog gospodarstva, povećanje standarda i blagostanja građana, možda je najbolji pokazatelj iseljavanje stanovništva iz Hrvatske koje se odvija u zabrinjavajućem obujmu. Uz ekonomski, financijski i socijalni problem, to sve više postaje i sigurnosni problem i prepreka održivom razvoju Hrvatske. Sve skupa, demografsko propadanje postaje u Hrvatskoj prvoklasno političko pitanje kojem politika nije pristupila dovoljno organizirano.

Proizvodnja i poduzeća u Hrvatskoj propadaju i u dovoljnoj se mjeri ne otvaraju nova zbog pogrešne politike, odnosno politike koja nije imala sustavan koncept, na znanosti i struci koncipiran razvoj Hrvatske. Politike koje su provodile hrvatske vlade proteklih gotovo trideset godina više su blokirale hrvatski razvoj nego ga poticale. Politika privatizacije nije u dovoljnoj mjeri stvorila suvremene poduzetnike koji bi bili konkurentni na svjetskom tržištu. Kreiranje industrijske politike, kao temeljne gospodarske politike bez koje nema razvoja, kao da je bilo zabranjeno. Monetarna je politika kroz tečajnu učinila najveći dio hrvatske proizvodnje nekonkurentnim, a fiskalna je dodatno ograničila razvoj. Mirovinska reforma bila je udar na mirovinski sustav, povećala je proračunski deficit i javni dug i dovela ograničenja po pravilima EU-a. Struktura investicija bila je u korist neproizvodnih investicija, a na štetu proizvodnih i time je ograničila "fizičku" osnovu gospodarskog rasta. Politika je stvarala očekivanja da će nas strani investitori, članstvo u Svjetskoj trgovinskoj organizaciji ili fondovi EU-a razviti. To su iluzije. Nijedna zemlja nije se razvila ako nije razvila vlastitu sposobnost za vlastiti razvoj! Hrvatska to još nije uspjela.

Hrvatska nije iskoristila dostignuća različitih znanosti na kojima se temelji suvremeni razvoj. Nije još počela učiti na svojim pogreškama, ili što je još lošije, ne traži uzroke današnje loše gospodarske situacije u prethodnim politikama, nego nastoji uvjeriti javnost da su izvori hrvatske stagnacije izvan hrvatske politike. To je potpuno pogrešno.

Faza propadanja i dalje traje. Je li to urota? Toliko ključnih, a pogrešnih politika, koje se ne ispravljaju ni kad je jasno da su pogrešne, ili nešto drugo? Ili je možda prevladalo neznanje i grupni interesi na štetu društvenih? Vjerojatno ima svega pomalo. Trebala bi malo dublja i šira analiza da se da cjelovitiji odgovor na ta pitanja.

Literatura

[1] Astrov V., Holzner M., Laski K., Podkaminer L. et al.: Current Analyses and Forecasts, (6) July 2010. Economic Prospects for Central, East and Southeast Europe, Will Exports Prevail over Austerity?

[2] Baletić Z.: Kriza i antikrizna politika, u knjizi *Kriza i okviri ekonomske politike*, Zbornik radova, Razred za društvene znanosti, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti Hrvatske i Hrvatski institut za financije i računovodstvo, Zagreb, srpanj, 2009.

[3] Castles S., De Haas H., Miller M. J.: *The age of migration, International population movements in the modern world*, Macmillan International Higher Education, New York, 2013.

[4] Gligorov V.: Transition, integration and development in Southeast Europe, *Ekonomski pregled*, (58), 2007., 5-6, str. 259-304.

[5] Gligorov V., Havlik P., Landesmann M., Pöschl J., Richter S. et al.: Current Analyses and Forecasts (5) February 2010. Economic Prospects for Central, East and Southeast Europe. Crisis is Over, but Problems Loom Ahead. WIIW The Vienna Institute for International Economic Studies.

[6] Jurčić Lj.: Financijska kriza i fiskalna politika, *Ekonomski pregled*, br. 5-6., 2010.

[7] Jurčić Lj.: Hrvatska: Velika transformacija (Uvodno izlaganje i poruke savjetovanja), *Ekonomski pregled*, br. 12., 2009.

[8] Jurčić Lj. i Vojnić D.: *Quo Vadis Croatia?* Neke karakteristike momenta razvoja u svjetlu turbulentnih događanja u zemlji i svijetu – Kako dalje? Hrvatska na putu u Europsku uniju, *Ekonomski pregled*, br. 12., 2009.

[9] Jurčić Lj.: Ekonomski razvitak, investicije, fiksni kapital i ekonomija i politika tranzicija, *Ekonomski pregled*, br. 5-6., 2005.

[10] Kolodko G.: Economic neoliberalism became almost irrelevant, *Transition*, Washington. World Bank, 1998.

[11] Stiglitz J.: *Uspjeh globalizacije: novi koraci do pravednoga svijeta*, Algoritam, Zagreb, 2009.

[12] Jurčić Lj., Čeh Časni A.: Investicije i gospodarski rast u Hrvatskoj, Zbornik radova 23. tradicionalnog savjetovanja Hrvatskog društva ekonomista, 2015., str. 123-147.

[13] Tkalec M., Vizek M.: The impact of macroeconomic policies on manufacturing production in Croatia, *Privredna kretanja i ekonomska politika*, 121, 2009., str. 61-92.

[14] Državni zavod za statistiku Hrvatske

[15] UNCTAD (2017.), Trade and Development Report 2017 − Beyond Austerity: Towards a global New deal, New York, Geneva: UN.

[16] Eurostat, *News releases*, 60/2018 – 9 April 2018.

[17] Eurostat, *News releases*, 115/2018 – 10 July 2018.

[18] IMF, *World Economic Outlook*, April 2019, October 2018.

Economics and Technology

Ljubo Jurčić

Abstract: Economics and production are two interconnected areas. Economics starts when we attach the price to every technological production process step. Economic policy strives to ensure technological and economic optimum of production with the goal of higher standards of its citizens. With that goal in line, the political actions are made, instruments are selected, procedures for the execution of actions and their controlling system is made. Some countries are more, while others are less successful in the creation and implementation of economic policies. Croatia is, unfortunately, one of the countries belonging to the group of less successful countries in the implementation of economic policies. It seems that Croatia has adopted more bad than good economic policies in the last 25 years. The intentions were probably good, but the policies itself, their preparation and organisation of their implementation were not. This stands for most of the central policies such as privatisation, monetary policy, fiscal policy, pension fund system reform, investment policy, and others, while industrial policy as a key economic policy has never been made. As a result, Croatia is sinking at the bottom of the European Union.

Keywords: economics, technology, economic policy, industrial policy



Krunoslav Pisk

Fizika i tehnika

Sažetak: U izlaganju raspravljamo o odnosu tehnike i fizike. Kroz kratak pregled preispitujemo ciljeve, svrhu i motivacije tih disciplina. Ograničenja i razvoj fizikalnih teorija dokazana su već kroz povijest. Raspravljamo o odnosu između teorija i eksperimenata osobito tražeći izvorište spoznaja. Tvrdimo da, parametrizirajući materijalni svijet, fizika djeluje kroz dva paralelna, ali komplementarna kanala: teorijske modele i eksperimentalne dokaze. U nekoliko radova nagrađenih Nobelovom nagradom za fiziku i nekoliko modernih sustava eksperimentalne fizike, ključan dio posla obavili su inženjeri. Stoga zaključujemo da neki vrlo važni znanstveni projekti uključuju i znanstvenu i tehničku komponentu.

Ključne riječi: znanost i tehnika, izvori znanja, fizikalne teorije i eksperimenti, fizika i inženjering u Nobelovim nagradama iz fizike

Uvod

Prvo, zahvaljujem ponajprije prof. Benčiću, a onda i cijeloj organizaciji što su me pozvali da govorim o fizici i tehnici. Isto tako, moram reći da su na prošlogodišnjem PiFT-u bila izložena dva iznimno zanimljiva doprinosa o odnosu znanosti i tehnike. Kolega I. Flegar vrlo opsežno govorio je o kriterijima razlikovanja ili podudarnosti (glavni su bili kriteriji razlikovanja), a kolega B. Hanžek o povezivanju kroz povijesnu analizu.

U našoj akademskoj i znanstveno-pravnoj zbilji postoji Pravilnik o znanstvenim i umjetničkim područjima, poljima i granama koji nabraja prirodne i tehničke znanosti kao dva od ukupno devet područja, a onda dalje razvrstava

discipline po poljima i granama. Usto postoji i Pravilnik o uvjetima za izbor u znanstvena zvanja, koji kroz kvalitativne uvjete (uglavnom prebrojavanje objavljenih radova), određuje kriterije za izbor u znanstveno zvanje.

Dakle, govorit ću dosta slobodno, radije nego koncizno i precizno, tako da bude zanimljivije, a možda na taj način mogu više objasniti.

Velika je tema odnos prirodne znanosti i cijelog sklopa koji se zove tehnika, tehnologija i inženjerstvo. Ja ću govoriti o prirodnim znanostima kao znanost ili fizika, a s druge strane rabit ću pojmove kao tehnika ili inženjerstvo. O tehnologiji neću puno govoriti. Naravno, šira tema takvih međusobnih odnosa traje u najmanju ruku stotinjak godina, ako ne i više. Pa je, na primjer, zanimljivo da je A. N. Whitehead (1861. − 1947.), elaborirao da je tehnologija u današnjem smislu nastala u Njemačkoj u XIX. stoljeću, tako da se koriste postojeća znanja i napravi cijela reoganizacija da se dohvati određeni postavljeni cilj. S druge strane, fizičar F. J. Dyson (r. 1923.), rekao je za tehnologiju da je to "dar Božji, možda najvažniji dar, koji nam je Bog podario nakon dara života".

U današnje vrijeme postoji cijeli niz definicija i objašnjenja koja pokušavaju odrediti što je znanost, a što je tehnika, odnosno tehnologija i inženjerstvo. U pravilu su to velika pojmovna preklapanja, iako se služe različitim argumentima, koji su uvijek slični. Najvažnije je pitanje svakako koji je cilj, ili svrha, tih različito određenih aktivnosti. Pojednostavnjeno rečeno, cilj znanosti je stvaranje novih znanja i spoznaja, ostvarenih putem sintagme 'znanstvena metoda'. Važna je odrednica također da se ta znanja i spoznaje stvaraju iz vlastitog interesa znanosti pa se često znalo reći da je takva aktivnost 'larpurlartizam'. Inženjering je puno bolje definiran jer se vidi da je to praktična primjena postojećeg znanja u svakodnevnom životu u svrhu boljitka ljudi. I to nije krivo rečeno.

I dok je za inženjerstvo posve jasno koji mu je smisao, kad bismo tražili smisao znanosti lako je moguće da bismo ga tražili u nekakvom 'instinktu znatiželje', što nije lako objasniti, ali je sigurno zanimljiva postavka. Na primjer, H. Poincaré (1854. − 1912.), rekao je da je znanost "kapric znatiželje", kad je vodio polemiku s L. N. Tolstojem (1828. − 1910.), o tome čemu služi znanost koja nema neposrednu društvenu korist.

O fizici

U terminima znanosti govorio bih o fizici kao polju prirodnih znanosti, kako je to kod nas legislativno uređeno. Ja mislim da fizika u nekom smislu ima najveće dosege i raspone kad se uspoređuje s drugim područjima ili poljima znanosti. Dakako, kad je riječ o materijalnom svijetu.

Dakle, fizika ugrađuje u svoje teorije prirodne zakone, koji objašnjavaju strukturu materije i njezino ponašanje. Teorije su, pak, matematičke strukture bazirane na diferencijalno-integralnom računu, teorijama grupa i simetrijama,

vektorskim prostorima, topološkim i metričkim prostorima itd. Vjeruje se (a za to ima i puno evidencija), da prirodni zakoni vrijede ne samo na Zemlji, nego i u svemiru, ako materiju svedemo na iste uvjete i elementarne razine. To, na primjer, znači da će atomi biti uvijek izgrađeni od elektrona i atomskih jezgara (a ove od protona i neutrona), ili da će između tijela koja posjeduju masu vrijediti Newtonov zakon gravitacije, ili da će brzina svjetlosti u vakuumu biti najveća brzina prostiranja u inercijskim sustavima. Drukčije rečeno, fizika pretendira na baratanje osnovnim sastojcima materije (danas su to elemntarne čestice) i silama (zakonima) koji upravljaju njihovom strukturom i dinamikom.

Teorije imaju snagu objašnjavanja činjenica, ali i snagu predikcije, pa su eksperimenti oni koji potvrđuju teoriju ili je opovrgavaju, a mogu dovesti do njezina proširenja u odnosu na vrijednosti bitnih varijabli, na primjer, udaljenost, brzina itd. Ti eksperimenti mogu biti izvedeni na Zemlji, ali u nekim je situacijama Sunčev sustav ili cijeli svemir laboratorij iz kojeg crpimo činjenice.

Tako su, na primjer, razvijene klasične teorije mehanike (bazirane na Newtonovim zakonima), koja je povezana s Newtonovim zakonom gravitacije objašnjavala gibanja nebeskih tijela u Sunčevu sustavu, pa onda elektrodinamika u obliku Maxwellove teorije, koja je ugradila Coulombov zakon i Faradayev zakon indukcije, te objasnila prirodu svjetlosti i predskazala postojanje i drugih elektromagnetskih valova.

Proširenja tih klasičnih teorija bila su dramatična. Specijalna teorija relativnosti (bazirana na zakonitosti stalnosti brzine prostiranja svjetlosti u inercijskim sustavima) dovela je do netrivijalne promjene u interpretaciji prostorno-vremenske strukture u inercijskim sustavima, koji se međusobno gibaju stalnom brzinom, a koja je vidljiva pri velikim međusobnim brzinama. Također je njezina dinamička posljedica poznata Einsteinova relacija $E=mc^2$, gdje tijelo koje ima masu m (i miruje) posjeduje i energiju E. Kvantna mehanika, na čijim temeljima su razvijene teorije/modeli dinamike atomskih i nuklearnih sustava, uvodi statistički smisao za neke čvrsto određene pojmove klasične mehanike, kao što su koordinata i brzina za česticu u gibanju. Opća teorija relativnosti pokazala je granice valjanosti Newtonova zakona gravitacije, ali je i otvorila nove putove u razumijevanju dinamike svemira i svemirskih objekata. Tako je ta Einsteinova teorija dobila prve potpore u objavljivanju pomicanja Merkurova perihela, odnosno "savijanja" zrake svjetlosti koja prolazi blizu Sunca.

Današnji model građe i dinamike materije (na Zemlji i u svemiru) počiva na dinamici/međudjelovanju između elementarnih čestica, koje su kvarkovi i leptoni. Međudjelovanje ili sile između njih realiziraju se izmjenama čestica između njih. Tako fotoni "prenose" elektromagnetsku interakciju, gluoni jaku, a $W^{\pm}$ i Z^0 bozon slabu. Potrebne mase česticama pribavljaju se tzv. Higgsovim bozonom. Sve to uvezano je u teoriju koja se zove 'kvantna teorija polja', a koja

je proširenje nerelativističke kvantne mehanike uz pomoć specijalne teorije relativnosti i baždarnih simetrija.

Eksperiment i/ili teorija

U prethodnom je poglavlju elaborirano da teorija/model opstaje ako je potvrđen postojećim činjenicama, odnosno predikcijama koje su posljedica teorije, a koje se eksperimentalno provjeravaju. Također je navedeno na koji su način i klasične fizikalne teorije dobile svoje proširenje prema mikrosvijetu, Sunčevu sustavu i dinamici svemira, te velikim brzinama objekata, odnosno sustava.

Rasprava o tome što je primarno – opažanje/eksperiment ili teorija/model – u modernom smislu počela je s poznatom teorijom empirizma F. Bacona (1561. − 1662.). Bazirana je na induktivnoj metodi, ili pojednostavnjeno rečeno, da naše spoznaje dolaze putem osjetila (danas bismo rekli eksperimentalnih činjenica). I. Kant (1724. − 1804.) pak tvrdi da se objekti u prirodi mogu spoznati intuicijom, tj. da je intuicija neovisna o objektivnoj stvarnosti. Pojednostavnjeno, Kant veli da naš um ne izvodi svoje zakone iz prirode, nego ih nameće prirodi. Slično tvrdi i K. Popper (1902. − 1994.), u formulaciji kojom kaže da su naše teorije naši izumi. Zanimljivo je razmišljanje našeg R. Boškovića (1711. − 1787.), koji kaže da je do svoje (danas jako poznate) teorije točkasto geometrijske strukture materije došao ‘ispravnim umovanjem’, odnosno ‘pronicljivom slutnjom’. Neki autori smatraju (npr. M. M. Letica: *Odnos metafizike i znanosti: Boškovićevo metafizičko prirodoslovlje*, Zagreb 2011.) da je Boškovićevo umovanje zapravo metafizički proces.

Iz moderne povijesti fizike vidi se da fizika s jedne strane parametrizira prirodu (materijalni svijet) putem teorijskih modela (često metafizičkih, kao u slučaju Boškovića), a s druge strane ekperimentima, tj. gradnjom uređaja koji skupljaju i obrađuju podatke, tj. materijalne činjenice. To su dvije noge koje idu zajedno kako bi se gradila ukupna shema fizike. Stoga H. Poincaré veli da “hrpa cigli nije kuća, baš kao i da hrpa činjenica nije teorija”. Ili, da je “teorija bez činjenica prazna, a nakupina činjenica bez teorije slijepa”. Zanimljivo je spomenuti emotivnu izjavu P. A. M. Diraca (1902. − 1984.), nobelovca iz 1933. godine, koji je spojio kvantnu mehaniku i specijalnu teoriju relativnosti, kad veli da bi između lijepe teorije i točne teorije izabrao lijepu.

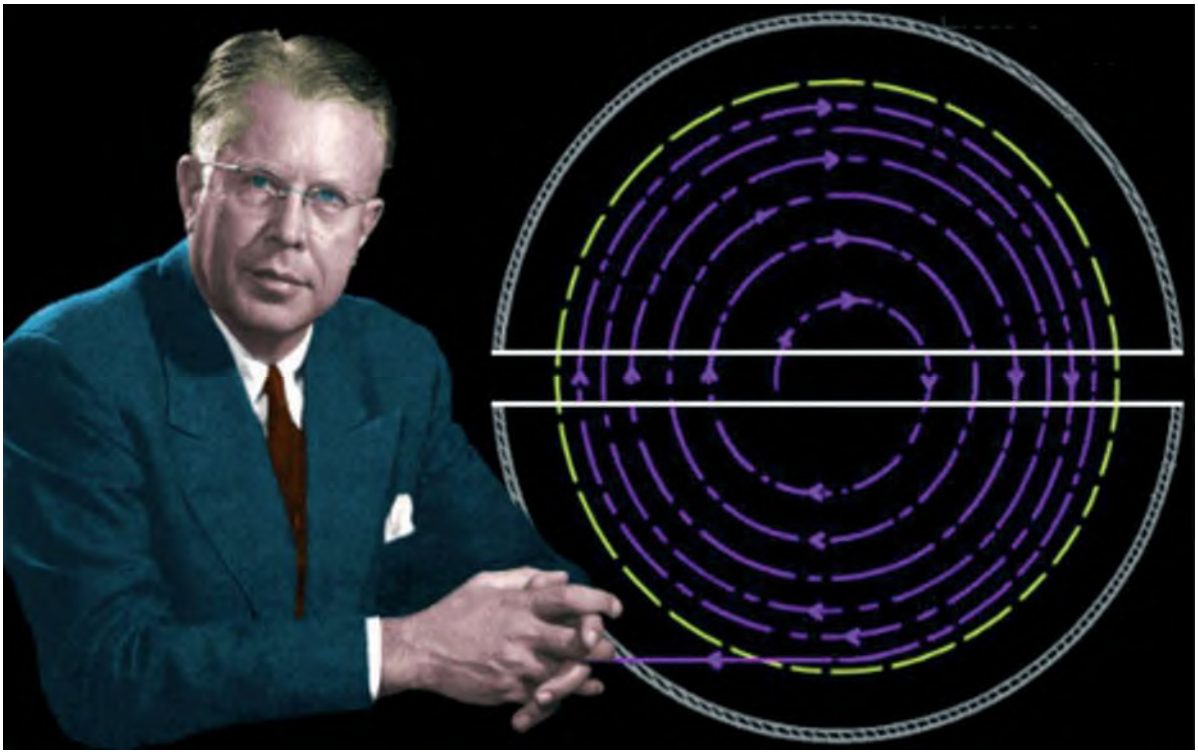
U zadnjih stotinjak godina, a pogotovo u današnje vrijeme, raskorak između prirodnih znanosti i tehnologije u puno se primjera smanjuje ili gubi. U tom je smislu zanimljiva spekulacija R. P. Feynmana (1918. − 1988.), nobelovca iz 1965. godine, za razvoj kvantne elektrodinamike, kad kaže da je broj prirodnih

zakona možda konačan i da bi se stoga mogao iscrpsti. Ako bi odgovor bio pozitivan, ostaje samo tehnologija. U tom smislu zanimljiva je danas često upotrebljavana riječ ‘inovacija’.

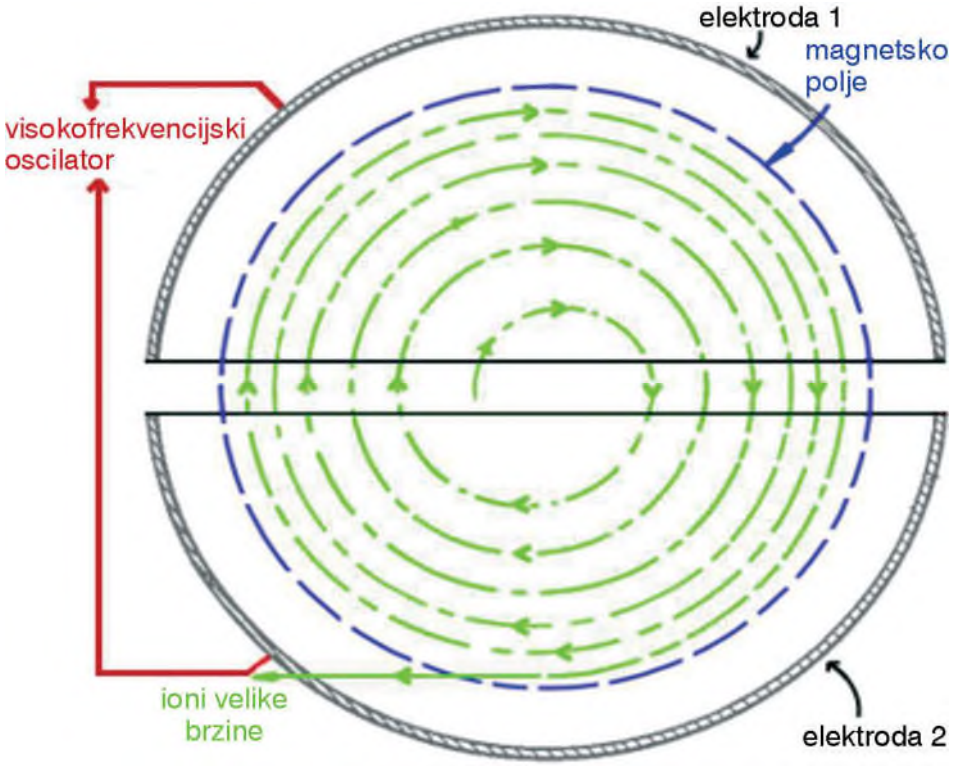
U nastavku izlaganja probat ću odgovoriti, služeći se primjerima, na jednostavnije pitanje. A to je odnos fizike i inženjerstva. Na primjerima Nobelove nagrade iz fizike ilustrirat ću važnost inženjerskog genija, kojim su sagrađeni uređaji koji su doveli do Nobelove nagrade. Zapravo, hoću tim primjerima pokazati da neki vrhunski projekti u fizici imaju dvije ravnopravne komponente: znanstvenu komponentu i inženjersku, ili obratno.

Ciklotron

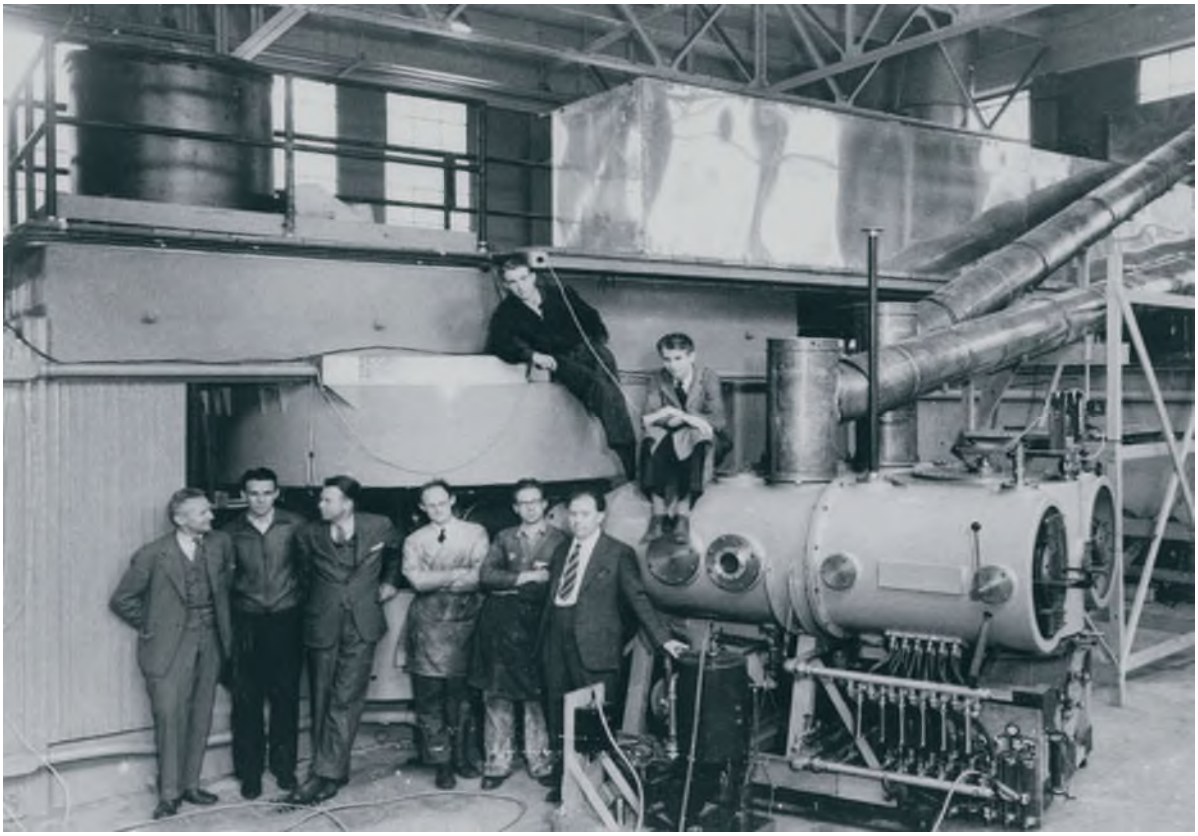
E. O. Lawrence, slika1., dobio je Nobelovu nagradu 1939. godine za uređaj nazvan ciklotron. To je ubrzivač nabijenih čestica (npr. deuterona), kojim se omogućuju nuklearne reakcije. Shematski je prikazan na slici 2., a načelo rada je elementarno elektrotehničko znanje, još iz 30-ih kad je građen. Razlog Nobelova odbora bio je “za izum i razvoj ciklotrona”. Dakle, čisto inženjerska komponenta. Ali, postoji i dodatak objašnjenja: za “rezultate njima postignutim, posebno radi umjetnih radioaktivnih elemenata”, slika 3. Dakle, inženjerska i znanstvena komponenta.



Sl. 1.: Ernest Lawrence (1901. – 1958.)



Sl. 2.: Načelo rada sinkrotrona



Sl. 3.: Ciklotron promjera 60 inča (1,52 m) nakon montaže 1939. godine. Stoje slijeva nadesno: D. Cooksey, D. Corson, Lawrence, R. Thornton, J. Backus i W. S. Sainsbury, u pozadini su Luis Walter Alvarez i Edwin McMillan

Na slici 3. glavni je dio momčadi koja je gradila ciklotron. Zanimljiva je vizualna sličnost sa slikama momčadi, koja je početkom 60-ih dovršila ciklotron na IRB-u. Ako se izuzme rat (1941. − 1945.) i poraće (1945. − 1953.) u našim krajevima, pomak u vrhunskoj znanosti i inženjerstvu manji je od desetak godina.

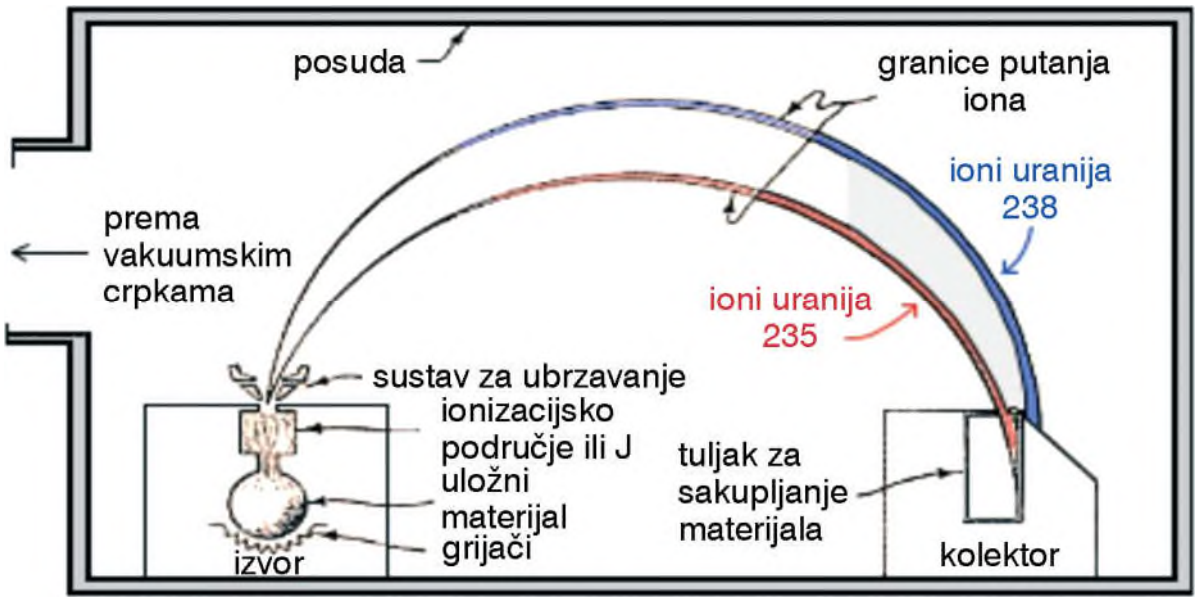
Važnost Lawrenceova doprinosa najbolje je opisao Luis Alvarez (nobelovac iz 1968.) riječima:

> *"Lawrence will always be remembered as the inventor of the cyclotron, but more importantly, he should be remembered as the inventor of the modern way of doing science."*
>
> *Luis Alvarez,*
> winner of the1968 Nobel Prize for Physics

Ili u prijevodu:

> "Lawrence će se uvijek pamtiti kao izumitelj ciklotrona, ali što je još značajnije treba ga se sjećati kao izumitelja modernog načina bavljenja znanošću."
>
> *Luis Alvarez*,
> dobitnik Nobelove nagrade za fiziku za 1968. godinu

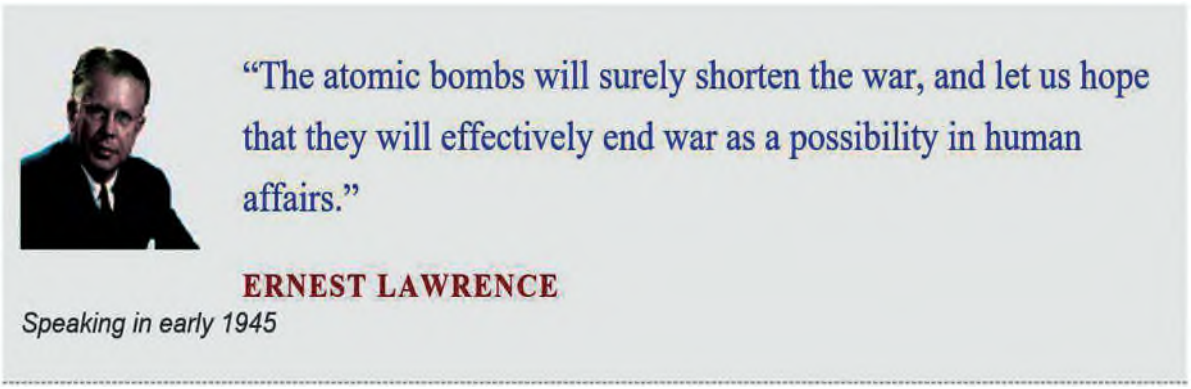
Prostore istraživanja koje je otvorio Lawrence svojim inženjerskim pothvatom poslije ćemo vidjeti na primjeru CERN-a.



Sl. 4.: Lawrenceov kalutron, izum koji je korišten za separaciju atoma uranija

Zanimljivo je spomenuti da je određeni tip ciklotrona, nazvan *calutron* (kalifornijski ciklotron ili kalutron), slika 4., poslužio za dobivanje uranija 235, koji je poslužio kao "atomski eksploziv" za atomsku bombu bačenu na Nagasaki 1945. godine. Naime, iz prirodnog uranija, čiji je glavni sastojak izotop 238, a izotop 235 zastupljen je sa svega 0,7 %, kalutronom se može obaviti razdvajanje – separacija, jer se ioni dvaju izotopa gibaju po različitim stazama.

Zanimljivo je da je Lawrence predvidio da će atomska bomba skratiti Drugi svjetski rat, ali vjerovao je da će dovesti do toga da ratova više neće biti, slika 5. Istina je da su ratovi nastavljeni, ali dosad nije upotrijebljeno nuklearno oružje.



Sl. 5.: Ernest Lawrence: "Atomske bombe će zasigurno skratiti rat, i nadajmo se da će eliminirati rat iz ljudskih sukoba"

Kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje

Na slici 6. fotografije su triju nobelovaca iz 1978. godine. Prvi je P. L. Kapitsa (1894. – 1984), koji je dobio pola nagrade za niskotemperaturnu fiziku. Naš su interes druga dvojica, A. A. Penzias (r. 1933.) i R. W. Wilson (r. 1936.), koji su dobili drugu polovinu nagrade za "otkriće kozmičkog mikrovalnog pozadinskog zračenja".

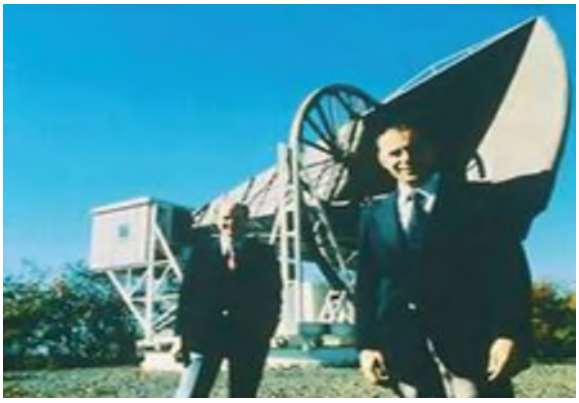
Penzias i Wilson razvijali su 60-ih rog-antenu za potrebe Bellovih laboratorija (Bell Telephone Laboratories) u satelitskoj komunikaciji, slike 7. i 8. To je bio čisto inženjerski posao. Kad je antena bila napravljena u njoj se pojavljivao šum, za koji su mislili da ga ne bi trebalo biti. Uzroke šuma potražili su čak i u paru golubova koji se nastanio u anteni. Nakon "operacije" odstranjenja golubova, slika 9., šum je i dalje postojao, dok se nije zaključilo da je to ipak signal u mikrovalnom području (valna duljina oko 7 cm), koji izotropno dolazi iz svemira.

To otkriće, nazvano kozmičko pozadinsko zračenje, bilo je nakon Hubblova otkrića širenja svemira iz 1929. najvažnije otkriće u razumijevanju dinamike



Sl. 6.: Dobitnici Nobelove nagrade za fiziku za 1978. godinu

svemira. Naime, nakon Hubblova otkrića razvile su se paralelno dvije teorije koje su objašnjavale širenje svemira. Jedna je teorija stalnog nastanka, to jest, materija stalno nastaje u svemiru i on se zato širi. Druga je teorija velikog praska, predikcija koju je dao G. Lemaitre 1927. godine u obliku *primeval-atom Universe*.



Sl. 7: Arno Penzias i Robert Wilson uz svoju rog-antenu



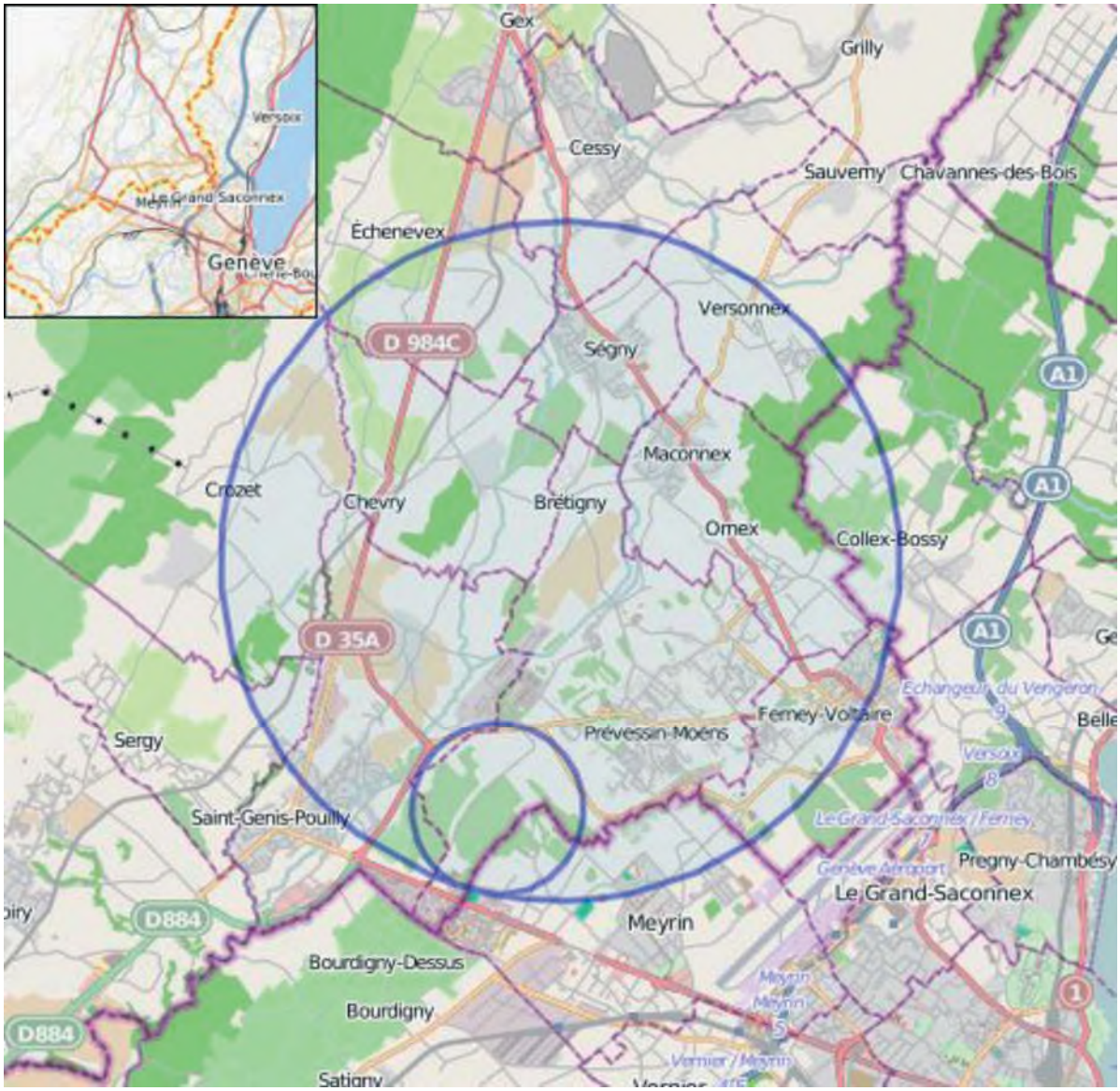
Sl. 8.: Rog-antena u Crawford Hillu, NJ, izgrađena za Bellove laboratorije



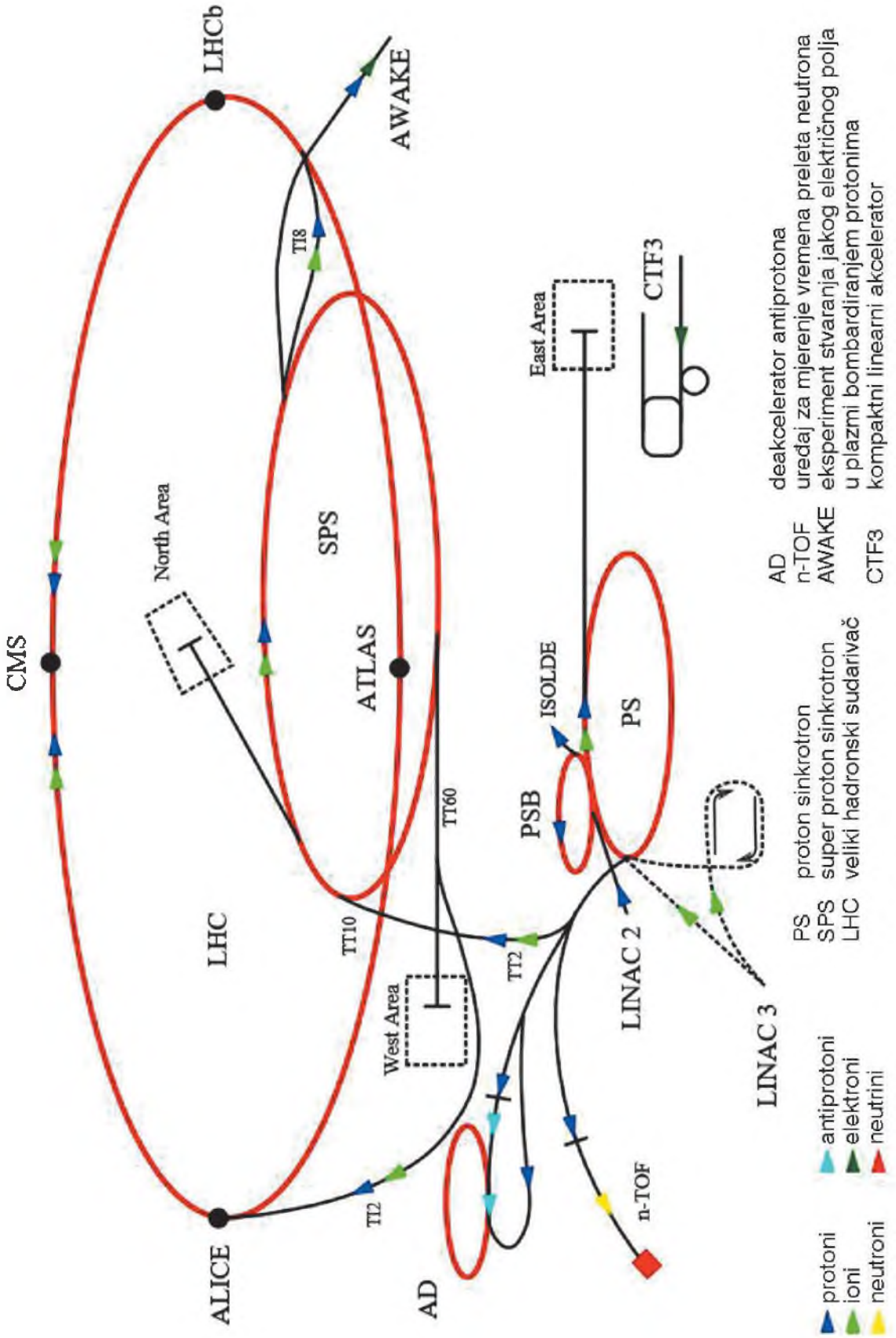
Sl. 9.: Zamka za golubove u rog-anteni

Super proton sinkrotron

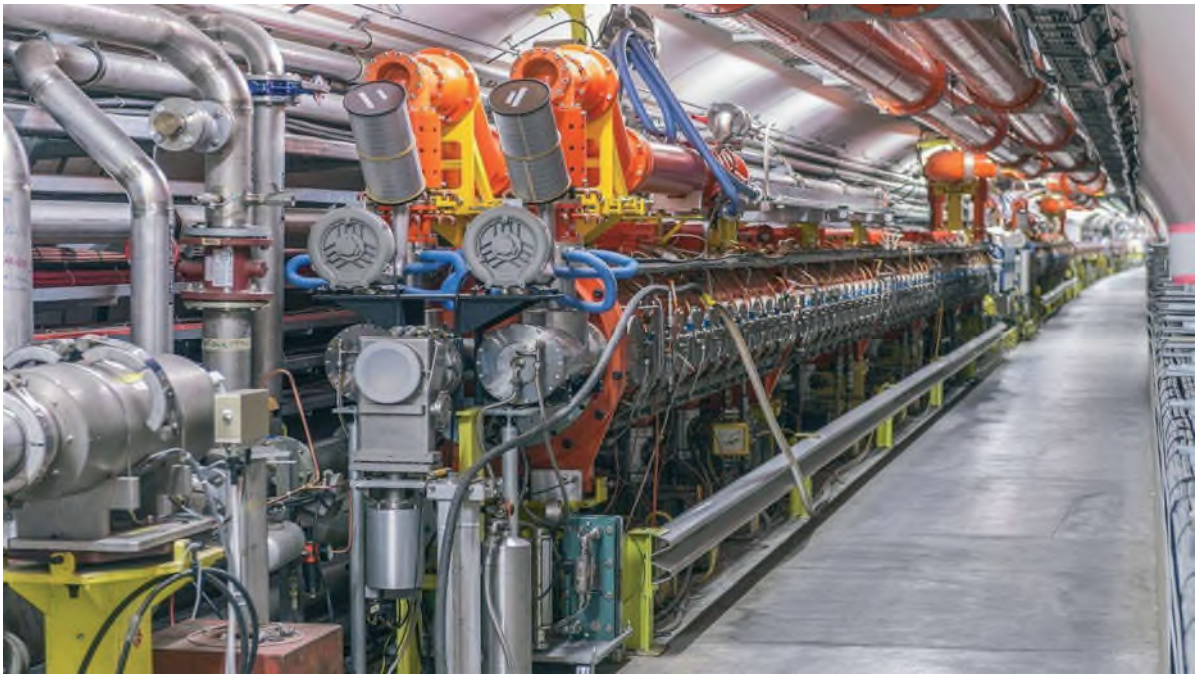
Na slici 10. prikazana je zemljopisna karta CERN-a i njegova velikog hadronskog sudarivača (LHC), opsega 30-ak kilometara, čiji je prethodni stupanj SPS − super proton sinkrotron. Shematski prikaz CERN-ovih akceleratora čestica i detektorskih uređaja prikazan je na slici 11. Ti akceleratorski sustavi u principu počivaju na Lawrenceovu "izumu" ciklotrona opisanom u prethodnom odsječku. Segment SPS akceleratora prikazan je na slici 12. Na slici. 13. su fotografije C. Rubbije (r. 1934.) i S. van der Meera (1925. − 2011.), koji su dobili Nobelovu nagradu 1984. godine. Razlog koji navodi Nobelov odbor je: "za odlučujući doprinos velikom projektu", tj. izgradnji SPS-a i na njemu obavljenih eksperimenata, "koji je doveo do otkrića $W^{\pm}$ i Z^{0} bozona, koji su



Sl. 10.: Karta velikog hadronskog sudarivača sa super proton sinkrotronom u CERN-u



Sl. 11.: Čestični akceleratori i detektorski uređaji u CERN-u



Sl. 12.: Segment SPS akceleratora u CERN-u

prenosioci slabe interakcije". Van der Meeru, koji je inženjer, dodano je u objašnjenju nagrade i "za stohastičko hlađenje antiprotona", što je čisto tehnički posao.

Inače, prenosioci slabe interakcije $W^{\pm}$ i Z^0 bozoni bili su indirektno i ranije utvrđeni. Na dva objavljena članka bilo je oko 130 koautora po svakom, ali su samo Rubbia i van der Meer dobili Nobelovu nagradu.

To je opet primjer gdje je inženjerska komponenta bila odlučujuća da se dohvati znanstveno predviđen rezultat.



Sl. 13.: Dobitnici Nobelove nagrade za fiziku za 1984. godinu

Higgsov bozon

Eksperimenti obavljeni na LHC-u (velikom hadronskom sudarivaču) u CERN-u, na velikim detektorskim sustavima CMS i ATLAS, v. sliku 11., doveli su 2013. do Nobelove nagrade, ali ne onima koji su izgradili LHC akcelerator i obavili mjerenja na CMS i ATLAS detektorima. Nobelovu nagradu dobili su ipak F. Englert (r. 1932.) i P. W. Higgs (r. 1929.) za "teorijsko otkriće mehanizma koji pridonosi našem razumijevanju ishodišta masa subatomskih čestica, i koji je nedavno potvrđen otkrićem fundamentalne čestice u ATLAS i CMS eksperimentima u CERN-u na *Large Hadron Collideru*".

Detektor CMS (Compact muon solanoid), slika 14., zapravo je zbirno ime za suradnju 4300 fizičara, inženjera, iz 182 institucije i 42 zemlje. Na relevantnom članku bilo je oko 2900 koautora, među ostalim, grupa s IRB-a i Sveučilišta u Splitu. Teorijski radovi Englarta i Higgsa datiraju iz 1964. godine. Detektirana, tj. teorijski predviđena čestica, naziva se 'Higgsov bozon' već odavno, a L. Lederman (1922. − 2018), dobitnik Nobelove nagrade za fiziku za 1988. godinu, nazvao ju je 'božja čestica'. Usput je u svojoj knjizi *Božja čestica* Lederman dao veliko priznanje R. Boškoviću za njegov 'točkasti' model strukture materije.

CMS detektor prikazan je na slici 14., i dobro je uočiti njegove dimenzije mjereći siluetom čovjeka na dnu slike. U biti to je cilindrična zavojnica (supravodljivi kabel) oko kojeg je čelični jaram. Magnetsko polje u zavojnici je 4 tesle i usmjerava produkte sudara dvaju protona, koji se onda detektiraju



Sl. 14.: CMS detektor u velikom hadronskom sudarivaču 100 m ispod zemlje

i reproduciraju dinamiku sudara. Ukupan je uređaj mase 14 000 tona. To je još jedan primjer inženjerskog posla, koji je doveo do potvrde teorijskog razmišljanja.

Teleskop *Magic*

To je primjer uređaja koji koristi Zemljinu atmosferu kao dio detekcijskog sustava. Na slici 15. prikazan je teleskop *Magic* (dva uređaja), od kojih je



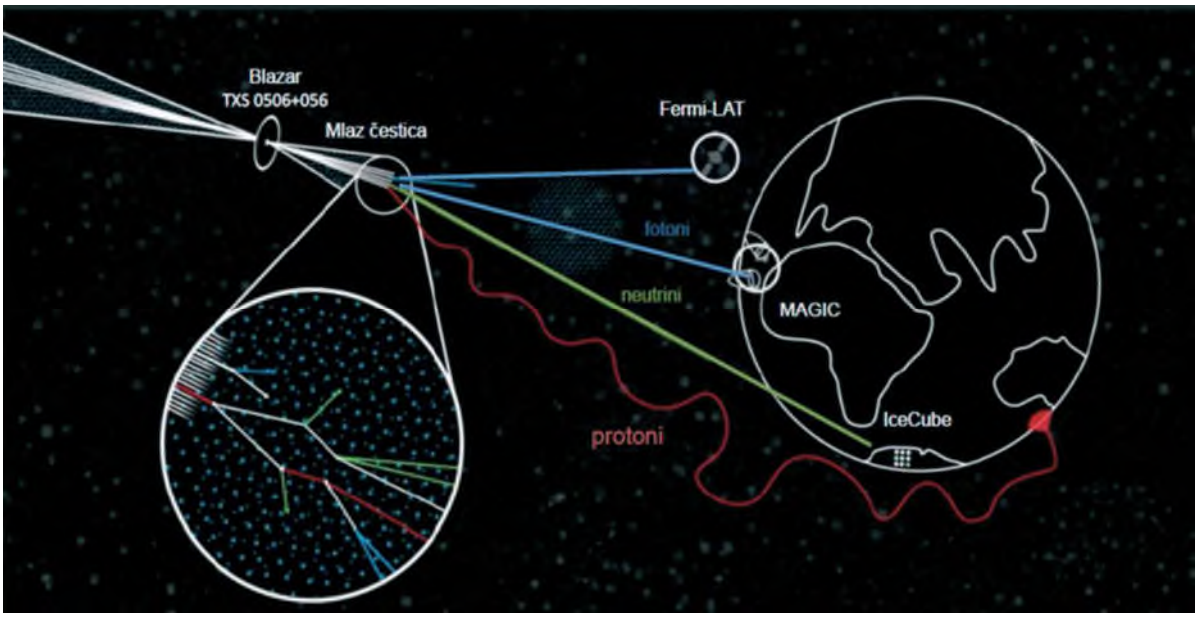
Sl. 15.: Teleskop *Magic*



Sl. 16.: Ilustracija aktivne galaktičke jezgre

svaki veliko zrcalo promjera 17 m, sastavljeno od gotovo 1000 pločica koje reflektiraju Čerenkovljevo zračenje (plavkastu svjetlost u vidljivom spektru), u kameru koja se nalazi iznad zrcala. Uređaj se nalazi na otoku La Palmi, u Kanarskom otočju, a kolege s IRB-a te sveučilišta u Splitu, Osijeku i Rijeci dio su suradnika na *Magicu*. *Magic* teleskop ima masu 14 tona, a može promijeniti smjer opažanja u 22 sekunde.

Namjena teleskopa dijelom je objašnjena na slikama 16. i 17., gdje je shematski prikazan buran događaj u svemiru koji može biti daleko izvan naše



Sl. 17.: Ilustracija emisije čestica iz blazara i njihove detekcije različitim detektorima/instrumentima

galaksije, a može biti u našoj Mliječnoj stazi. Taj događaj emitira različite čestice, među ostalim, gama-zrake (fotoni vrlo visokih energija, npr. između 25 GeV do 50 TeV, tj. giga, tera elektronvolti).

Takva gama-zraka kad dođe do Zemlje udari u njezinu atmosferu, koja je vrlo tanak omotač u odnosu na radijus, i u sudaru s jezgrama (dušika, kisika, ...) napravi pljusak, tj. cijeli niz parova čestica-antičestica (npr. e^+, e^- ...), koje imaju brzinu veću od brzine prostiranja svjetlosti u atmosferi. Zato dolazi do Čerenkovljeva začenja, tj. plavkastog bljeska, koji detektira *Magic*. Iz osi zrcala i intenziteta svjetlosti reproducira se energija i smjer iz kojeg je došla ta visokoenergetska gama-zraka. Ti podaci, kombinirani s drugim detekcijskim sustavima (npr. satelitskim ili *ice cubeom* – ledenom kockom), probaju prikupiti podatke koji bi bili važni za razumijevanje takvih ekstremno violentnih događaja u svemiru. Na primjer, bila bi bitna informacija ako bi se ustanovilo da isti izvor emitira visokoenergetske gama-zrake i neutrine, jer neutrini ne mogu nastati na isti način kao gama-zrake, za koje se smatra da nastaju emisijom iz ubrzanja nabijenih čestica.

Magic i *ice cube* (ledena kocka s bridom od 1 km smještena na južnom Zemljinu polu), primjeri su superiornog inženjeringa u funkciji razumijevanja objekata u svemiru, gdje je cijela Zemlja dio detektorskog sustava.

LIGO detektor gravitacijskih valova

Nobelovu nagradu za fiziku za 2017. godinu dobili su R. Weiss (r. 1932.), kojem je pripala jedna polovina, a drugu su dobili B. C. Barish (r. 1936.) i K. S. Thorne (r. 1940.) za "odlučujući doprinos u LIGO detektoru i opažanju gravitacijskih valova". Opet je nagrada za uređaj, ali i za predikciju koja pripada Einsteinu. Već i ranije gravitacijski su valovi bili indirektno dokazani i u tom smislu dodijeljena je Nobelova nagrada za 1993. godinu povezano s otkrićem novih pulsara.

LIGO je uređaj, slika 18., koji na principu laserske interferometrije opaža (registrira) gravitacijski val. U konkretnom slučaju smatra se da je val nastao u sudaru crnih rupa udaljenih od Zemlje 1,3 milijarde svjetlosnih godina. Sam uređaj sastoji se od dviju "ruku" (dviju grana pod pravim kutom), koje čine interferometar, a svaka je grana duga 4 km. Na slici 19. prikazana su dva identična LIGO uređaja, koja rade u koincidenciji, a udaljenost je između njih 3000 km. Jedan je u državi Louisiani, a drugi u državi Washingtonu, SAD.

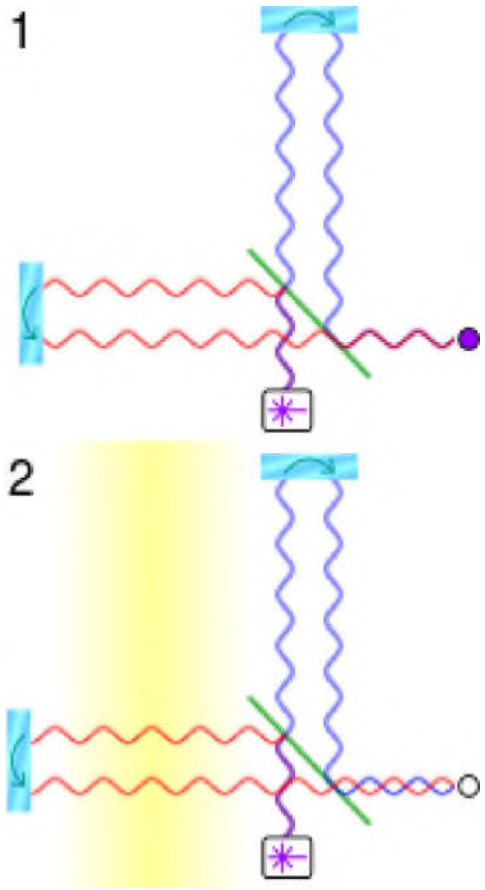
Na slici 20. prikazan je princip rada interferometra. Pojednostavnjeno, laserski val odlazi u svaku granu interferometra s pomoću polupropusne opne, reflektira se od zrcala u svakoj grani, a onda se oscilacije valova u svakoj grani dovode u interferenciju. To je poznat princip rada Fabry-Perotova



Sl. 18.: Jedan od dvaju LIGO detektora gravitacijskih valova



Sl. 19.: Lokacije LIGO detektora u SAD-u

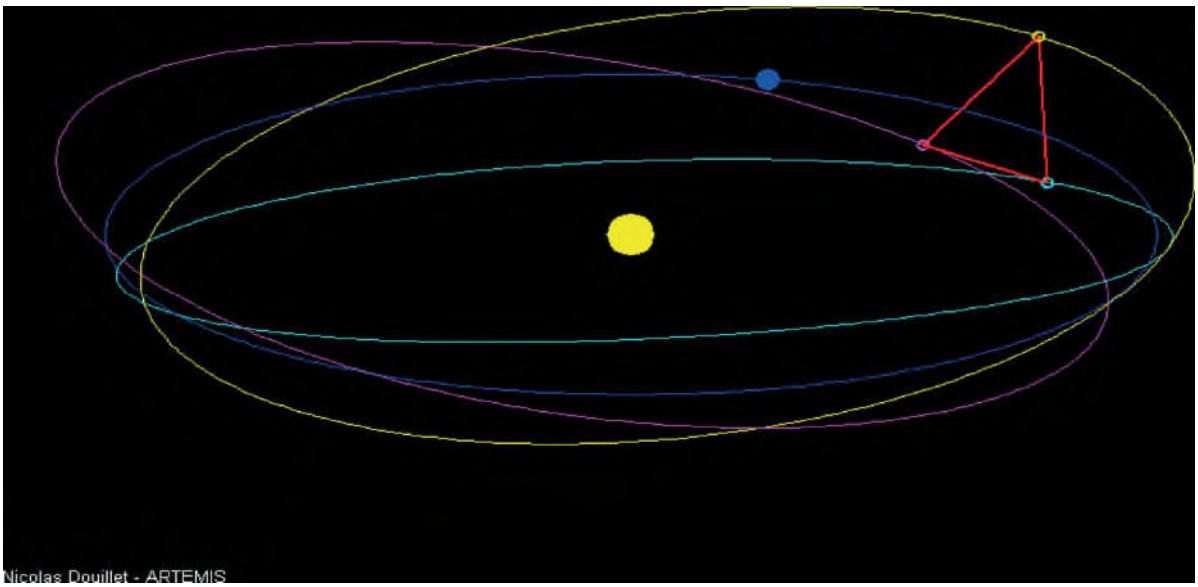


Sl. 20.: Pojednostavnjeni prikaz interferencije za detekciju gravitacijskih valova

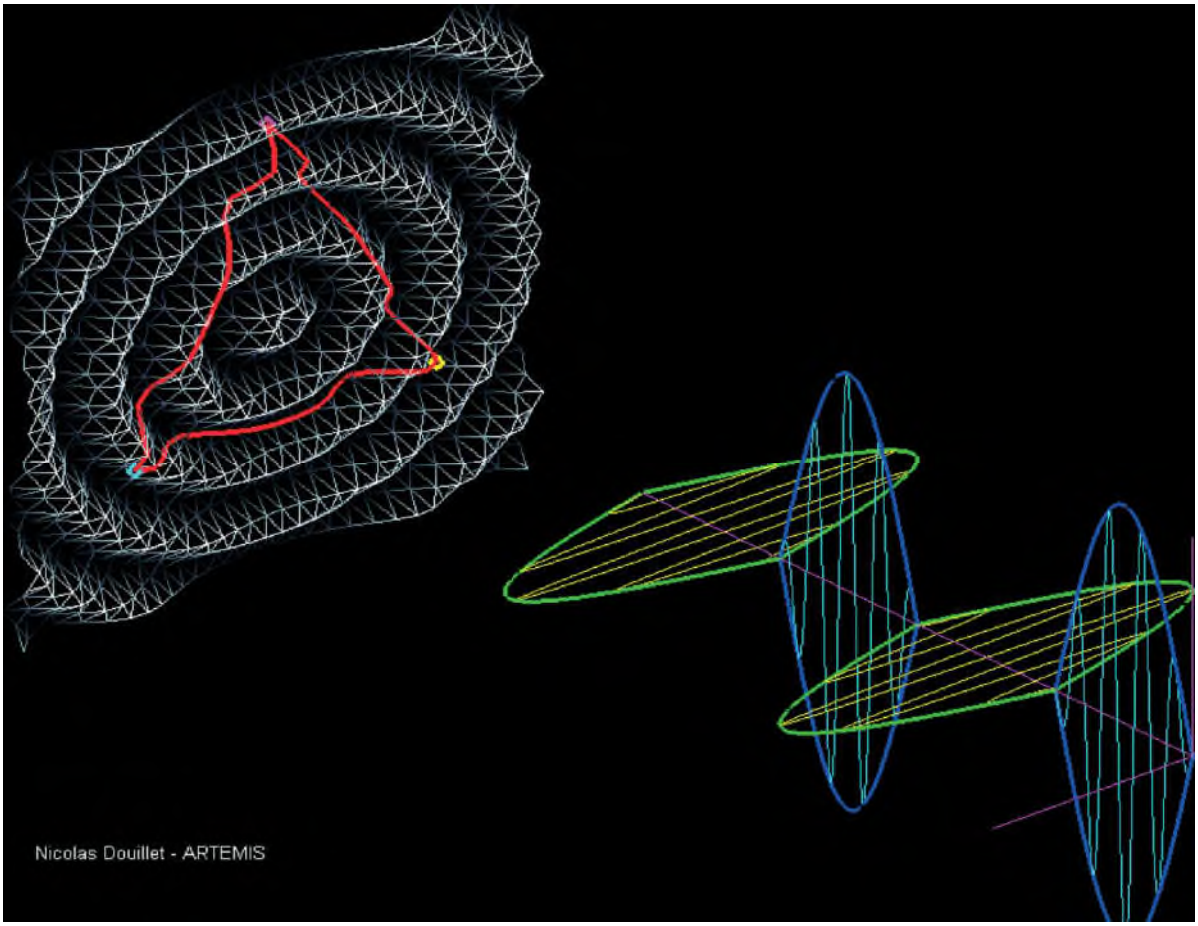
interferometra. Ali, osjetljivost tih uređaja je 10^{-18} m u promjeni udaljenosti jednog od zrcala. To jest, tom promjenom promijenit će se i interferentna slika, što je vidljivo. A to je udaljenost djelića protona, kako ga mi vidimo u eksperimentima. Ili, to je blizu toga da ćete udarcem šake po stolu u LIGO-ovu laboratoriju promijeniti interferentnu sliku. Dakle, kad padne gravitacijski val on "poklapa" oba LIGO uređaja (u zabilježenom vremenskom razmaku) i na jednak se način mijenja interferentna slika jer val mijenja prostornu metriku (tj. udaljenosti), na različit način u međusobno okomitim granama svakog uređaja. I to je registrirano 2015. godine.

Buduće je zanimljivo poboljšanje osjetljivosti i efikasnosti opažanja gravitacijskih valova LISA projekt, dakle *space antena*. Slike 21. i 22. prikazuju shematski *space antenu* i njezin rad. To su tri svemirska broda, koja orbitiraju kao i Zemlja oko Sunca i u bliskoj putanji. Između njih su uspostavljene laserske "ruke", slične kao i u LIGO uređajima na Zemlji, pa kad gravitacijski valovi koji dolaze iz svemira "mreškaju" prostor (tj. međusobne udaljenosti), pomaci u interferentnoj strukturi to će zabilježiti. Predviđeni razmak između brodova je 2,5 milijuna kilometara.

U tim primjerima LIGO-a i LISA-e nisu ni blizu navedena inženjerska rješenja koja omogućuju jasno prepoznavanje i razlučivanje podataka, a sa



Sl. 21.: LISA – budući orbitalni interferometrijski sustav za detekciju gravitacijskih valova

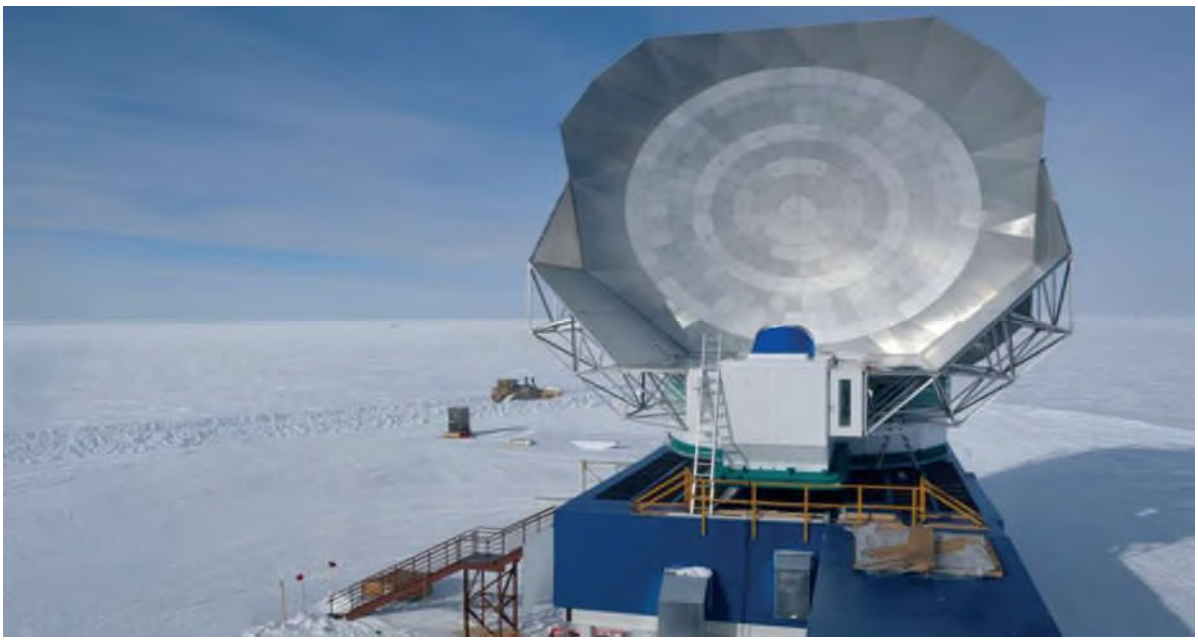


Sl. 22.: Prikaz rada LISA detektora pri nailasku gravitacijskih valova

strane fizike informacije o gravitacijskim valovima mogu nas dovesti do puno boljeg razumijevanja nastanka svemira.

Event Horizon Telescope (sustav koji je snimio crnu rupu)

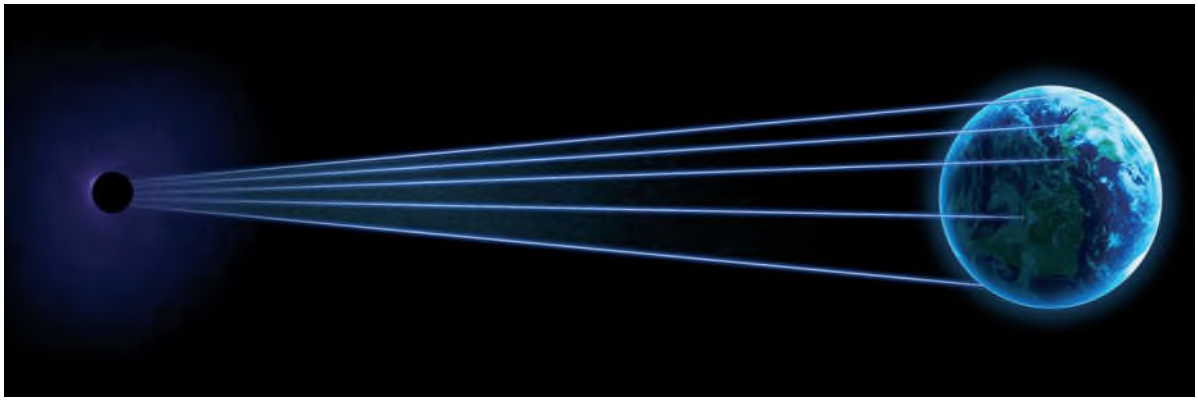
Na slici 23. prikazana je antena montirana na Južnom polu (osjetljiva u mikrovalnom području elektromagnetskog spektra), a na slici 24. još sedam sličnih antena postavljenih diljem Zemljine kugle. Sve su one međusobno umrežene tako da uzimaju u obzir vrtnju Zemlje i njezinu zakrivljenost, kako bi



Sl. 23.: Dio sustava *Event Horizon Teleskopa* smještena na Južnom polu



Sl. 24.: Dio sustava *Event Horizon Teleskopa* iz New Mexica



Sl. 25.: Dolazak signala iz crne rupe na različite lokacije na Zemlji

ukupni sustav djelovao kao jedinstven interferometar u odnosu na svemirski objekt. Na taj način sustav djeluje kao antena s dijametrom Zemlje, slika 25. Rezultat opažanja je ove godine publicirana "slika" crne rupe. Ta "slika", prikazana na slici 26., animacija je signala dobivenih u mikrovalnom području, a smatra se da je to signal iz okoline crne rupe u galaksiji Mersier 87. Ta je crna rupa udaljena od nas 55 milijuna svjetlosnih godina, a mase je 6,5 milijardi masa Sunca. Uistinu fascinantan inženjerski i znanstveni pothvat. Pojednostavnjeno, kao da gledamo sa Zemlje jabuku na Mjesecu.



Sl. 26.: Prikaz crne rupe

Zaključak

U izlaganju je elaborirana teza da vrhunski znanstveni pothvati, za koje je, na primjer, dobivena Nobelova nagrada za fiziku, imaju i svoju jednakopravnu inženjersku komponentu. Koji put inženjerski pothvat nije čak ni bio motiviran znanstvenim razlozima. Dakle, opisana vrhunska znanstvena dostignuća zapravo su projekti koji imaju znanstveni i inženjerski dio, a ta inženjerska komponenta vrhunsko je inženjersko dostignuće. Taj je inženjering uvijek izvan široko poznate prakse i može se reći da je to vrhunska znanost, ukoliko se tehnika gleda kao znanstvena disciplina. Navedeni primjeri pokazuju jednako da tehnika nije *ancilla* (sluškinja) fizike, kao što još iz doba skolastike datira sintagma da je 'filozofija *ancilla* teologije', a ujedno da su neki eksperimentalni fizičari i iznimno dobri inženjeri.

Zahvala

Zahvaljujem dr. sc. Karlu Nadju iz Instituta *Ruđer Bošković* na pomoći pri grafičkoj opremi prezentacije.

Physics and Engineering

Krunoslav Pisk

Abstracts: In this presentation we discuss the relation between technics and science. Through the short survey we examine the issues such as objectives, purposes and motivations of these disciplines. History has already proven the limitations and developments of physical theories. We discuss the relation between theories and experiments in particular by searching for the origin of knowledge. We argue that, in its parametrization of the material world, physics operates in two parallel yet complementary channels: the theoretical models and experimental evidence. In the few important examples of the Nobel Prize winning achievements in physics and in the few modern experimental physical systems, a substantial portion of work was done by engineers. Thus we conclude that some very important scientific projects include both the scientific and the technical component.

Keywords: science and technics, origin of knowledge, physical theories and experiments, physics and engineering in Nobel prizes in physics

Tomislav Bracanović

Etički izazovi umjetne inteligencije i robotike

Sažetak: Rad obrađuje više etičkih izazova umjetne inteligencije i robotike. Nakon uvodnih napomena o etičkim aspektima inženjerstva i kratkog prikaza triju osnovnih etičkih teorija, razmatra se implicitan etički izazov umjetne inteligencije i robotike, koji se javlja u obliku njihove potencijalne prijetnje slobodi volje, smislenosti etike i ljudskoj posebnosti. Središnji dio rada zauzima analiza sedam eksplicitnih etičkih izazova koje postavljaju autonomna vozila, autonomni oružni sustavi, socijalna robotika, umjetna inteligencija i robotika u medicini, prediktivna analitika, utjecaj umjetne inteligencije i robotike na ljudska zaposlenja te primjena novih tehnologija za različite vrste ljudskog poboljšanja. Zaključak donosi neke napomene o poželjnom pristupu etici umjetne inteligencije i robotike, ali i upozorava na njihov mogući utjecaj na ljudsko moralno razumijevanje i senzibilitet.

Ključne riječi: etika, robotika, umjetna inteligencija

Uvod

Umjetnu inteligenciju moguće je definirati kao "znanost i tehnologiju koja nastoji stvoriti inteligentne komputacijske sustave" i koja "koristi napredne tehnike iz računalne znanosti, logike i matematike kako bi izgradila računala i robote koji mogu oponašati ili duplicirati inteligentno ponašanje kakvo nalazimo u ljudi i drugih mislećih bića" (Sullins 2005: 110). Robotiku se najčešće smatra ogrankom umjetne inteligencije koji se bavi proučavanjem i izradom robota kao strojeva koje je "moguće programirati i koji su sposobni kretati se i biti u interakciji sa svojim fizičkim okolišem" (Sparrow 2005: 1655).

Razvoj i sve brojnije primjene umjetne inteligencije i robotike u mnogim područjima ljudskog života donose sa sobom različite etičke izazove. Nakon kratkog razmatranja odnosa etike i inženjerstva te prikaza triju središnjih etičkih teorija (utilitarizma, deontologije i etike vrline), u radu se razmatraju implicitni i eksplicitni etički izazovi tih tehnologija. Ključni implicitni izazov leži u potencijalu umjetne inteligencije i robotike da dovedu u pitanje slobodu volje i smislenost same etike, ali i duboko ukorijenjeno vjerovanje u ljudsku posebnost. Potom slijedi analiza eksplicitnih etičkih izazova povezanih sa sedam različitih područja primjene umjetne inteligencije i robotike: (1) autonomna vozila, (2) autonomni oružni sustavi, (3) socijalna robotika, (4) umjetna inteligencija i robotika u medicini, (5) prediktivna analitika, (6) utjecaj umjetne inteligencije i robotike na ljudska zaposlenja i (7) primjena novih tehnologija za različite vrste ljudskog poboljšanja. Zaključak rada donosi neke napomene o poželjnom načinu bavljenja etikom umjetne inteligencije i robotike, kao i upozorenje na njihov mogući utjecaj na ljudsko moralno razumijevanje i senzibilitet.

1. Inženjerstvo i etika

Umjetna inteligencija i robotika sve više prožimaju brojne segmente ljudskog života poput prometa, medicine, komunikacije, zabave, znanstvenih istraživanja, obrazovanja, radnih uvjeta, čak i osobnih i intimnih odnosa. Izloženost ljudi različitim primjenama tih tehnologija donosi sa sobom specifične etičke izazove koji zaokupljaju pozornost ne samo filozofa i društvenih znanstvenika nego jednako tako prirodnih znanstvenika i inženjera. Sami inženjeri i njihova strukovna udruženja posvećuju sve veću pozornost etičkim aspektima njihova djelovanja, osobito na području umjetne inteligencije i robotike. Primjerice, Institut inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE), kao najveće i najutjecajnije svjetsko udruženje inženjera, nedavno je objavio opsežnu i dugo pripremanu studiju *Ethically Alligned Design* (2019) s etičkim smjernicama za razvoj novih tehnologija temeljenih na umjetnoj inteligenciji i robotici. Raste i broj stručnih izvješća, studija i deklaracija brojnih drugih tijela i institucija u kojima se upozorava na nužnost etičke regulacije tih tehnologija. UNESCO-ova Svjetska komisija za etiku znanstvenog znanja i tehnologije (COMEST) objavila je opsežno izvješće o etici robotike (2017) i preliminarnu studiju o etici umjetne inteligencije (2019), dok je Europska komisija osnovala stručnu skupinu za pripremu etičkih načela za "pouzdanu" (engl. *trustworthy*) umjetnu inteligenciju. Dakako, problem svih sličnih studija i izvješća njihova je općenitost i relativno brzo zastarijevanje u odnosu na ubrzani razvoj i sve veću razgranatost tih tehnologija i njihovih primjena. Stoga mnogi tehnički studiji u nastavne programe uvode kolegije kojima se buduće inženjere poučava osnovnim načelima

etike i etike tehnologije koja će tijekom karijere moći primjenjivati i na one tehnologije koje će se tek pojaviti (primjerice, od akademske godine 2018./2019. na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu izvodi se kolegij Etika i nove tehnologije).

Posebnost inženjerstva u odnosu na znanost, kao što ističu Ibo van de Poel i Lambèr Royakkers (2011: 1), sastoji se u tome što se ono "ne svodi tek na bolje razumijevanje svijeta, nego i na njegovo mijenjanje", uslijed čega inženjerstvo – prvenstveno zahvaljujući vjerovanju samih inženjera da njihova tehnološka rješenja i inovacije svijet čine boljim – predstavlja "inherentno moralno motiviranu djelatnost" koja iziskuje "etičku refleksiju i znanje".

Etička refleksija i znanje o tehnologijama poput umjetne inteligencije i robotike nužno se oslanjaju na širok raspon teorija, metoda i pojmova razvijenih u okvirima standardne filozofske etike (dakako, pritom se uvelike koriste i spoznaje drugih disciplina, poput sociologije ili prava). Radi lakše ilustracije konkretnih etičkih dilema koje se javljaju u pogledu tih tehnologija, do kraja ovog odsječka bit će ukratko prikazane osnovne crte triju utjecajnih etičkih teorija koje se pritom najčešće spominju: utilitarizam, deontologija i etika vrline (za raspravu o etici kao filozofskoj disciplini na hrvatskom vidjeti npr. Talanga 1999, Berčić 2012, Bracanović 2018).

1.1. Utilitarizam

Utilitaristi smatraju da je procjena posljedica ključna za donošenje suda o moralnoj ispravnosti ili pogrešnosti nekog djelovanja. Primjerice, ako će, u danim okolnostima, laganje imati bolje posljedice od govorenja istine, onda je naša moralna dužnost lagati; ako će govorenje istine imati bolje posljedice, onda je naša moralna dužnost govoriti istinu (utilitarizam se stoga smatra neapsolutističkom odnosno fleksibilnom etičkom teorijom). Oko pitanja što točno jesu 'dobre posljedice' unutar tradicije utilitarizma postoje neslaganja; primjerice, za Jeremyja Benthama (1907 [1789]) to je 'ugoda', za Johna Stuarta Milla (1998 [1863]) 'sreća', a za Petera Singera (2003 [1979]) 'zadovoljene preferencije'. No, ako se možda i ne slažu u pogledu definicije dobrih posljedica odnosno korisnosti (engl. *utility*) kao njihova temeljnog pojma, među utilitaristima općenito postoji visoka razina slaganja oko drugih središnjih elemenata njihove teorije. Jedan je takav element načelo nepristranosti. Prema tom načelu, moja vlastita korisnost, ugoda ili sreća ni po čemu nije važnija od korisnosti, ugode ili sreće bilo koje druge osobe. Stoga, prilikom moralnog odlučivanja o tome kako ću u nekoj situaciji postupiti ne smijem ni na koji način biti pristran prema samom sebi, nego djelovati tako da, kako je tvrdio Bentham, stvorim "najveću sreću za najveći broj ljudi". Ukratko: utilitarizam je teorija koja inzistira na nepristranom maksimiranju dobrih i minimiziranju loših posljedica u svijetu.

1.2. Deontologija

Deontolozi, za razliku od utilitarista, smatraju da posljedice djelovanja ne mogu biti mjerilo moralnosti djelovanja – kao što je smatrao Immanuel Kant (2016 [1785]) – ili da ne mogu biti jedino mjerilo njegove moralnosti – kao što je smatrao David Ross (2002 [1930]). Posljedice djelovanja ne mogu biti mjerilo moralnosti jer bi to, među ostalim, imalo protuintuitivne i zdravorazumski neprihvatljive implikacije (primjerice, kad loše namjere slučajno urode dobrim posljedicama ili kad dobre namjere urode lošim posljedicama). Deontolozi stoga tvrde da se postupke mora procjenjivati s obzirom na namjere ili, konkretnije, s obzirom na 'načela', 'pravila' ili 'maksime' kojima se vode oni koji ih izvode. Kant je smatrao da načela koja stoje iza naših postupaka jesu moralno prihvatljiva ako ih možemo zamisliti kao univerzalne zakone (što je čuvena Kantova provjera moralnosti poznatija kao 'kategorički imperativ') i ako ne dovode do korištenja osoba kao pukih sredstava ili instrumenata (što se svodi na zahtjev da se prema drugima ponašamo poštujući njihova moralna prava i dostojanstvo osobe). Za razliku od utilitarizma, koji je neapsolutistička i fleksibilna etička teorija te dopušta da jedan te isti postupak, ovisno o svojim posljedicama, u nekim situacijama može biti ispravan a u drugima pogrešan, deontologiju se (posebice Kantovu verziju), smatra apsolutističkom i uvelike krutom etičkom teorijom upravo zato što smatra da su neki postupci, poput ubijanja ili laganja, uvijek i u svakoj situaciji moralno pogrešni.

1.3. Etika vrline

Etika vrline – za koju se ponekad koriste i nazivi 'kreposna etika' i 'aretaička etika' – razlikuje se i od utilitarizma i od deontologije po tome što ne nastoji toliko odgovoriti na pitanje Koji su postupci moralno ispravni, a koji moralno pogrešni?, koliko na pitanja poput Što je vrla ili kreposna osoba?, Što je sretan život? i Koja je važnost vrlina za sreću? Stoga se obično smatra da su utilitarizam i deontologija teorije koje su usredotočene na postupke (engl. *act-centred theories*), a da je etika vrline teorija koja je usredotočena na djelatnika (engl. *agent-centred theory*), odnosno na vrline i poroke kao svojstva djelatnikova karaktera.

Povijesno najutjecajnija verzija teorije vrline jest ona Aristotelova (1992). Za Aristotela, etičke vrline kao što su pravednost, hrabrost ili velikodušnost stječu se navikavanjem i odgojem, a nužne su za ostvarivanje osebujno ljudske svrhe i sreće (grč. *eudaimonia*), koja se postiže u okviru razumom vođenog života u društvenoj zajednici. Etika vrline – uslijed svog naglaska na postizanju ljudske sreće ili dobra – povezuje moral s mnogim drugim, često i izvanmoralnim, vrijednostima kao što su cjelovit i dobrima ispunjen život te odnosi s

drugim ljudima. Većina zastupnika etike vrline u XX. stoljeću – kao što su Elisabeth Anscombe, Alasdair MacIntyre, Rosalind Hursthouse, Martha Nussbaum i Susan Wolf – u osnovi upozorava da se etičko mišljenje ne može svesti na mehaničku procjenu pojedinačnih postupaka, kao što to pretpostavlja većina drugih etičkih teorija. Etika vrline promatra etičko mišljenje više kao trajnu i složenu navigaciju prema cjelini sretnog života.

2. Implicitni izazovi

Ljudska je povijest prožeta predodžbama o umjetno stvorenim inteligentnim bićima. Pregledi razvoja umjetne inteligencije i robotike (npr. Perkowitz 2004) u pravilu spominju razne mitove (poput onog o Hefestu i njegovim od zlata izrađenim sluškinjama ili onog o bakrenom divu Talosu koji je branio Kretu), književna djela (poput romana Mary Shelley iz 1818. o "biću" dr. Frankensteina ili drame Karela Čapeka *Rossumovi univerzalni roboti* iz 1920. u kojoj je riječ 'robot' skovana) i znanstveno-fantastične filmove kao što su *Metropolis* (1927), *2001: Odiseja u svemiru* (1968), *Ratovi zvijezda* (1977), *Bladerunner* (1982) i sl. Većina tih fikcionalnih prikaza umjetnih i inteligentnih bića nosi određene etičke poruke, a obično je to upozorenje na opasnosti koje njihovo stvaranje (ljudsko "igranje Boga") može donijeti ljudima. Međutim, bez obzira na njihovu potencijalnu historiografsku ili estetsku vrijednost, treba imati u vidu da mitološki, književni ili znanstveno-fantastični prikazi nisu ni zamišljeni kao filozofske i na znanstvenim činjenicama utemeljene rasprave o umjetnoj inteligenciji i robotici.

Sredinom XX. stoljeća, zahvaljujući prije svega napretku računalne znanosti, umjetna inteligencija izlazi iz nekadašnjih fikcionalnih ili imaginarnih okvira, a "uređaj sposoban za izvođenje funkcija koje se normalno povezuju s ljudskom inteligencijom, poput zaključivanja, učenja i vlastitog poboljšavanja" (Rosenberg 1986: 10), počinje se razmatrati kao ozbiljna teorijska i praktična mogućnost. Sam termin 'umjetna inteligencija' (engl. *artificial intelligence*) prvi se put pojavljuje 1955. u prijedlogu skupine znanstvenika da se na Dartmouth koledžu u Hanoveru (New Hampshire, SAD), organizira ljetni projekt posvećen njezinu proučavanju. Znanstvenici koji su stajali iza tog prijedloga i projekta – John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester i Claude Shannon – vjerovali su da predloženo proučavanje može poći "od pretpostavke da se svaki aspekt učenja ili bilo koje drugo svojstvo inteligencije u načelu može opisati toliko precizno da se može načiniti stroj koji će ga simulirati" (McCarthy et al. 2006 [1955]: 12).

Istraživanja umjetne inteligencije danas su uvelike pragmatično orijentirana, a dijele se na ogranke kao što su procesiranje prirodnog jezika, reprezentacija

znanja, automatizirano zaključivanje, strojno učenje, duboko učenje, računalni vid i robotika (Russell i Norvig 2016: 2-3). Svi ogranci postižu značajne rezultate koji omogućuju stvaranje iznimno učinkovitih inteligentnih sustava namijenjenih obavljanju najraznovrsnijih zadataka. Međutim, većina se stručnjaka slaže da smo još uvijek daleko od stvaranja onoga što se naziva opća (engl. *general*), široka (engl. *wide*) ili jaka (engl. *strong*) umjetna inteligencija: umjetna inteligencija koja bi imala razinu općenitosti i širinu primjene poput ljudske inteligencije i koja ne bi isključivo – kao što je to slučaj sa sustavima uske (engl. *narrow*) ili slabe (engl. *weak*) umjetne inteligencije – isključivo oponašala ljudsku inteligenciju obavljajući tek jedan zadatak ili vrlo ograničen raspon zadataka. Drugim riječima, ako određeni sustav umjetne inteligencije i može nadmašiti ljudsku inteligenciju u obavljanju jednog zadatka u ograničenom području, on se još uvijek neće moći mjeriti s ljudskom inteligencijom u obavljanju mnoštva drugih, po svojoj naravi vrlo različitih zadataka. Kao što primjećuju Nick Bostrom i Eliezer Yudkowski (2014: 318), "računalo *Deep Blue* jest postalo svjetski prvak u šahu, ali osim toga ne može igrati čak ni 'dame', a kamoli voziti automobil ili doći do nekog znanstvenog otkrića."

Jedno od ključnih filozofskih pitanja povezanih s umjetnom inteligencijom glasi: Može li se uopće za neki stroj reći da je inteligentan ili da bi mogao postati inteligentan na isti način kao što su ljudi inteligentni? Dva klasična, međusobno suprotstavljena, odgovora na to pitanje u XX. stoljeću dali su Alan Turing (1950) i John Searle (1980). Turing je smatrao da će s vremenom biti razvijen stroj koji će toliko uvjerljivo oponašati ljudsku inteligenciju da će biti nemoguće razlikovati ga od čovjeka (prijedlog testa za provjeru inteligencije stroja, danas poznat kao 'Turingov test', izvorno je nazvao *Imitation Game*). Searle je pak nastojao dokazati (s pomoću misaonog argumenta nazvanog 'kineska soba'), da za neki stroj, bez obzira na to koliko bio sofisticiran, nikad neće biti smisleno reći da doista misli, da je inteligentan ili da ima razumijevanje, u prvom redu zato što tek mehanički slijedi procedure koje su mu zadane programom. Kao što je to slučaj s većinom sličnih rasprava, rasprava o mogućnosti takve opće umjetne inteligencije nastavlja se i u njoj sudjeluju stručnjaci iz različitih područja kao što su računalna znanost, filozofija, psihologija, kognitivna znanost, neuroznanost, lingvistika i dr.

Iz same teorijske mogućnosti opće umjetne inteligencije slijedi implicitan ili neizravan etički izazov: Ako inteligencija iste općenitosti i širine primjene poput one ljudske jest moguća i načelno ostvariva u fizičkom sustavu poput stroja, onda je moguće da i ljudska inteligencija –i ljudski um kao njezin nositelj – i sama predstavlja neku vrstu složenog fizičkog (biološkog) sustava ili stroja. Da iskoristimo spomenutu formulaciju McCarthyja i njegovih kolega sa samih početaka istraživanja umjetne inteligencije: Ako se "svaki aspekt učenja ili bilo koje drugo svojstvo inteligencije u načelu može opisati toliko precizno

da se može načiniti stroj koji će ga simulirati", onda i ljudsko mišljenje i ljudsko ponašanje koje je motivirano tim mišljenjem nije slobodno nego je uzročno determinirano kao što je uzročno determiniran bilo koji stroj. Mogućnost umjetne opće inteligencije, dakle, prijeti slobodi ljudske volje, a samim time i smislenosti etike, koja počiva na pretpostavci da su ljudi slobodna bića kojima ima smisla propisivati što trebaju, a što ne trebaju činiti. Ako je ljudsko mišljenje i ponašanje determinirano, onda etika nema smisla. Tu implikaciju mnogi smatraju neprihvatljivom, ne samo zato što poništava slobodu ljudske volje i smislenost etike nego i zato što poništava našu posebnost i različitost u odnosu na ostatak živog, a možda i neživog, svijeta.

3. Eksplicitni izazovi

Osim spomenutih implicitnih ili neizravnih etičkih izazova, konkretne primjene umjetne inteligencije i robotike u mnogim područjima ljudskog života donose i neke sasvim eksplicitne ili izravne etičke izazove. U nastavku slijedi razmatranje sedam takvih izazova.

3.1. Autonomna vozila

Autonomna vozila – ponekad se koriste i nazivi 'samovozeći automobili' ili 'robotska vozila' – zauzimaju posebno mjesto u raspravama o etici umjetne inteligencije i robotike. Jedan od ključnih razloga za to praktične je naravi: Brojne svjetske tvrtke ubrzano rade na razvijanju i testiranju takvih vozila i ona će, prema mnogim procjenama, uskoro postati prometna stvarnost. Očekuje se da će uvođenje autonomnih vozila dovesti do znatnog smanjenja broja prometnih nesreća i pogibija na cestama (čiji je najčešći uzrok ljudska pogreška, poput vožnje u alkoholiziranom stanju, dekoncentracije ili umora), optimiziranja prometa i izbjegavanja prometnih gužvi, smanjenja potrošnje goriva i onečišćenja okoliša, lakšeg sudjelovanja u prometu za tjelesne invalide i starije osobe i sl. Središnja etička rasprava u vezi s autonomnim vozilima (korisni pregledi su Millar 2017 i Nyholm 2018), vodi se oko njihovih etičkih postavki (engl. *ethics settings*), odnosno pitanja kao što su: Kako bi autonomna vozila trebala reagirati u nepredviđenim situacijama izbora između većeg ili manjeg zla? Kako bi ih trebalo programirati da odlučuju prilikom izbora između usmrćivanja manjeg i većeg broja pješaka ili prilikom izbora između usmrćivanja manjeg broja putnika u vozilu i većeg broja pješaka? S tim pitanjima povezano je i možda temeljnije pitanje o tome tko bi uopće trebao odlučivati kakve će biti etičke postavke autonomnih vozila: proizvođači vozila, njihovi korisnici ili država?

Utilitaristički odgovor na prva dva pitanja, u skladu s načelom najveće sreće za najveći broj ljudi, mogao bi glasiti da autonomna vozila trebaju biti programirana tako da uvijek spase što je moguće više, odnosno da žrtvuju što je moguće manje ljudskih života, čak i ako to zahtijeva žrtvovanje putnika u samom vozilu. No, nije isključeno da bi autonomna vozila koja bi uvijek žrtvovala manji broj ljudi (npr. pješake i vozače u susjednim vozilima), mogla postati trajan izvor straha građana i stoga, zapravo, utilitaristički nepoželjna. Deontološki odgovor nedvojbeno bi bio drukčiji, poput nekih smjernica iz izvješća *Automated and Connected Driving* (2017), Etičkog povjerenstva Ministarstva prometa i digitalne infrastrukture Savezne Republike Njemačke. Autonomno vozilo, ističe se u izvješću, mora nastojati minimizirati štetu prilikom eventualnih prometnih nezgoda, ali ono ne bi smjelo biti programirano da bira između ljudskih života. Deontološki razlog u podlozi tih smjernica vjerovanje je da bi prepuštanje autonomnom vozilu odluke o tome tko će biti žrtvovan kako bi netko drugi bio spašen predstavljalo narušavanje ljudske autonomije, prava na život i dostojanstva, odnosno postupanje s osobama kao s pukim sredstvima, oruđima ili stvarima.

Pitanje tko bi trebao odlučivati o tome kakve će biti etičke postavke autonomnih vozila potiče dileme koje, osim etičkih, uključuju pravne, ekonomske i socijalno-političke aspekte. Prepustiti odluku tvrtkama koje proizvode autonomna vozila možda bi bilo konzistentno s njihovom zakonskom odgovornošću za sigurnost i ispravnost proizvoda, ali bi moglo značiti i preveliku odgovornost tvrtki za eventualne štete i ljudske žrtve koje bi takva vozila prouzročila (na što većina tvrtki, iz financijskih razloga, zacijelo ne bi pristala). Ako bi o etičkim postavkama odlučivali individualni vlasnici ili korisnici vozila, to bi vjerojatno rezultiralo tim da većina vozila ima ‘egoistične’ postavke (postavke koje uvijek spašavaju vozača ili putnika na štetu ostalih sudionika u prometu), što bi dovelo do povećanja ukupnog broja žrtava u prometu. Ako bi pak o etičkim postavkama autonomnih vozila odlučivao zakonodavac ili država (primjerice, propisujući obvezne utilitarističke etičke postavke, kao što predlažu Gogoll i Müller 2016), to bi se moglo shvatiti kao prekomjerno uplitanje države u individualne ljudske živote i slobode (većina ljudi, osim toga, vjerojatno ne bi bila sklona kupiti autonomno vozilo koje je programirano da u određenim situacijama žrtvuje upravo njih).

3.2. Autonomni oružni sustavi

Suvremeno ratovanje uvelike je obilježeno uporabom naprednih tehnoloških sustava poput daljinski upravljanih naoružanih dronova i krstarećih projektila. Sudeći po ulaganjima vojnoindustrijskih kompleksa mnogih zemalja u tehnologije poput umjetne inteligencije i robotike, izvjesno je da će ratovanje

budućnosti biti dodatno obilježeno uporabom poluautonomnih ili posve autonomnih oružnih sustava: sustava koji će sami na bojišnici "odlučivati" o tome na koji će način i protiv koga primijeniti smrtonosnu silu. Rasprava o takvim sustavima redovito izaziva negativne reakcije, u prvom redu zbog raširenog uvjerenja da je rat toliko nemoralna pojava da je besmisleno, možda i licemjerno, raspravljati o mogućnosti njegova moralno ispravnog vođenja. Slična logika vodi do zaključka da etički prihvatljivo korištenje autonomnih oružnih sustava, uslijed činjenice da su oni namijenjeni ubijanju i ranjavanju, jednostavno nije moguće. Ratovi predstavljaju ljudsku stvarnost i mnogi od njih bili su posebno poznati po brutalnosti i velikom broju poginulih i ranjenih vojnika i civila. No, ipak, ponavljanje takvih ratova nastoji se spriječiti na razne načine, među ostalim i donošenjem međunarodno obvezujućih propisa i pravila (kao što su Ženevske konvencije i Haaške konvencije), o tome na koji se način rat smije, a na koji ne smije voditi. Mnogi autori, u tom smislu, smatraju da i razmatranja o etički opravdanoj ili neopravdanoj uporabi autonomnih oružnih sustava ipak nisu *a priori* besmislena (korisne su rasprave npr. Krishnan 2009, Galliott 2015, Strawser 2013).

Rasprave o moralnosti uporabe autonomnih oružnih sustava najčešće se odvijaju u okviru teorije pravednog rata, odnosno u okviru njezinih dvaju ogranaka: (1) *jus ad bellum*, kao raspravi o uvjetima moralno opravdanog pribjegavanja ratu, te (2) *jus in bello*, kao raspravi o tome koja sredstva vođenja rata jesu moralno dopuštena, a koja nisu (koristan je pregled Primorac 2006). Zabrana ubijanja neboraca (civila i neborbenog vojnog osoblja) te zabrana izazivanja štete ili zla koje bi bilo nerazmjerno ostvarenom vojnom cilju predstavljaju dva *jus in bello* uvjeta koja su posebno relevantna za procjenu moralnosti autonomnih oružnih sustava. Polazeći od tih uvjeta, mnogi autori prema takvim sustavima zauzimaju negativan stav. Noel Sharkey (2012) smatra, primjerice, da bi sustavi u kojima nema čovjeka 'u petlji' (engl. *in the loop*), vjerojatno doveli do učestalijeg kršenja zabrane ubijanja neboraca jer takvi sustavi, uslijed svojih tehničkih ograničenja, ne bi bili u stanju razlikovati vojnike od civila ili vojnike koji se bore od vojnika koji su ranjeni ili se možda žele predati. Robert Sparrow (2007) problematičnim smatra to što, u slučaju da takvi sustavi počine ratni zločin, ne bi bilo moguće nedvosmisleno utvrditi tko je za njega odgovoran. Mogući kandidati između kojih bi odgovornost vjerojatno bila podijeljena i tako raspršena su: časnik koji je zapovjedio uporabu sustava, njegovi projektanti ili programeri, tijelo koje je naručilo izradu ili kupovinu sustava ili čak predsjednik države kao vrhovni zapovjednik.

Drugi autori razvijanje i uporabu autonomnih oružnih sustava promatraju u nešto pozitivnijem svjetlu, pod uvjetom, dakako, da se radi o sustavima koji su tehnički pouzdani i za čije je funkcioniranje jasno na kojem članu ljudskog zapovjednog lanca leži odgovornost. Gert-Jan Lokhorst i Jeroen van den Hoven

(2012) smatraju da bi takvi sustavi – zahvaljujući svojim naprednim tehničkim svojstvima, poput preciznosti, brzine ili dobrih senzora – mogli zapravo znatno smanjiti broj i vojnih i civilnih žrtava u ratnim sukobima. Pretpostavka pritom glasi da upravo 'neljudskost' takvim sustavima daje određene prednosti pred ljudima koji sudjeluju u vojnim operacijama, u smislu da neće ubijati nasumično jer na njih, kao strojeve, ne mogu utjecati emocije poput straha, mržnje ili želje za osvetom. Autonomni oružni sustavi mogli bi biti programirani, štoviše, da ubijanje ograniče na najmanju nužnu mjeru (ili ubijanje zamijene ranjavanjem). Čak i ako njihovo poštivanje etike ratovanja ne bi bilo savršeno, moguće je da bi napredak bio postignut već i tim što bi u tome bili bolji od ljudi.

3.3. Socijalna robotika

Socijalna robotika bavi se projektiranjem humanoidnih i nehumanoidnih robota čija je primjena raznolika, poput robota za druženje, edukacijskih robota, terapeutskih robota, robota za skrb o starijim osobama i djeci ili robota za intimne i seksualne odnose. Korisne strane tih robota nije teško prepoznati jer oni su upravo namijenjeni tome da, primjerice, olakšaju i produlje samostalan život starijim ili bolesnim osobama, pomažu u nastavi s djecom s posebnim potrebama, obavljaju poslove u bolnicama ili ustanovama za skrb za koje je teško pronaći radnu snagu, pomažu u terapiji osoba s određenim mentalnim poteškoćama, omogućuju neku vrstu seksualnog zadovoljstva osobama koje takvo što teško ostvaruju (poput tjelesnih invalida ili zatvorenika) ili obavljaju određene poslove u kućanstvu i tako oslobađaju ljudima vrijeme za druge životno važne aktivnosti.

Budući da obično ne izazivaju izravnu ili očitu štetu, poput gubitka ljudskih života ili ranjavanja (kao što je slučaj s autonomnim vozilima i autonomnim oružnim sustavima), etičke izazove socijalnih robota nije jednostavno formulirati, posebice ako im se pristupa iz perspektive etičkih teorija usredotočenih na izolirane postupke kao što su deontologija ili utilitarizam. Mnogi autori (npr. Turkle 2012, Sharkey i Sharkey 2012a, Scheutz 2012), ipak se slažu oko sljedeće okvirne procjene: trajna interakcija sa socijalnim robotima može dovesti do slabljenja interakcije s ljudima i izazvati neku vrstu emocionalne ovisnosti. Štoviše, budući da će korisnici socijalnih robota najvećim dijelom biti starije osobe, djeca ili osobe s psihičkim poteškoćama, javlja se i opasnost od obmane odnosno lažnog vjerovanja da se nalaze u interakciji s drugom osobom, a ne s robotom. Povećana prisutnost socijalnih robota u životima djece u njihovim formativnim godinama mogla bi negativno utjecati na razvoj njihovih socijalnih vještina i vrlina (poput tolerancije), za koje je potrebna interakcija s drugim osobama (osobito vršnjacima). Zbog svih tih rizika, etički kodeksi, ali i tehničke norme za robotičare, često uključuju upozorenje da robote ne treba

'antropomorfizirati' ili činiti humanoidnijim preko mjere koja je nužna za njihovo učinkovito obavljanje funkcija za koje su predviđeni. Etička teorija koja je zacijelo u najvećem raskoraku sa svijetom socijalne robotike je etika vrline. Socijalni roboti, naime, prijete narušavanjem međusobne uvjetovanosti i sklada koji – prema zagovornicima etike vrline – postoji između ljudske sreće ili dobrobiti s jedne strane te društveno i emocionalno ispunjenog života s druge strane.

3.4. Umjetna inteligencija i robotika u medicini

Medicina je područje u kojem nove tehnologije oduvijek izazivaju moralne dileme, kao što su respirator, uređaj za hemodijalizu, *pacemaker*, prenatalna dijagnostika, umjetna oplodnja ili različite tehnike transplantacije. Moralne dileme, u osnovi, nastaju zbog toga što je medicina danas u stanju učiniti toliko toga što u ne tako davnoj prošlosti nije bilo ni zamislivo. Primjerice, pacijente se danas može umjetnim sredstvima dugo održavati na životu, što potiče rasprave o moralnosti različitih vrsta eutanazije (poput dobrovoljne i nedobrovoljne te aktivne i pasivne), definiciji smrti (kardiopulmonalna smrt, smrt višeg mozga ili smrt moždanog debla) te dostupnosti i pravednoj distribuciji dostupnih organa za transplantaciju. Tehnike prenatalnog otkrivanja genetskih poremećaja zametka ili fetusa na sličan način potiču rasprave o moralnoj opravdanosti pobačaja.

Umjetna inteligencija i robotika, kao tehnologije koje se u medicini sve više koriste, donose nove ili naglašavaju stare medicinske etičke izazove. Jedan izazov dolazi od robotske kirurgije: primjene robota koji su u stanju sami ili pod većim ili manjim liječničkim nadzorom izvoditi složene operativne zahvate. S jedne strane, primjena takvih robota velik je napredak i poželjna je jer omogućuje preciznije, sigurnije i manje invazivne intervencije u ljudsko tijelo. Njom se izbjegava i uobičajene probleme koje izaziva 'ljudski čimbenik' prilikom sličnih zahvata, poput umora, dekoncentracije ili drhtanja ruku. S druge strane, javlja se opasnost od primjene robotskih kirurških sustava bez njihova odgovarajućeg ili dostatnog testiranja, kao i opasnost da se pacijente, kojima prijeti ozbiljna bolest i koji su stoga pod velikim pritiskom, potiče na podvrgavanje operaciji s pomoću takvih sustava, a da im se nije objasnilo potencijalne rizike i komplikacije (Sharkey i Sharkey 2012b). Slično kao s autonomnim vozilima i oružnim sustavima, javlja se problem odgovornosti za robotske kirurške zahvate gdje je nešto pošlo po zlu: snosi li odgovornost liječnik koji koristi robotski sustav, bolnica koja ga je kupila, proizvođač ili dizajneri i programeri?

Slični problemi opterećuju i medicinske ekspertne sustave, čiji je najpoznatiji primjer Watson tvrtke IBM. Zahvaljujući umjetnoj inteligenciji i mogućnosti gotovo trenutačnog pristupa količini medicinskih podataka (medicinskih

udžbenika, znanstvenih članaka i zdravstvenih kartona pojedinačnih pacijenata), koja je neizmjerno veća od količine podataka kojom raspolaže bilo koji liječnik, Watson može, koristeći prirodni jezik, postavljati i provjeravati dijagnoze i predlagati liječenja pacijenata. Čak i ako ostavimo po strani sumnje u stvarnu učinkovitost takvih sustava (npr. Müller 2018), postoji zabrinutost da bi oni mogli dovesti do pretjeranog oslanjanja liječnika na tehnologiju, narušavanja njihove spremnosti da pamte stara i stječu nova medicinska znanja te gubitka vještine fizičkog pregleda i suosjećajne komunikacije s pacijentima (Lu 2016). Dodatne komplikacije mogle bi se pojaviti u vezi s praksom "informiranog pristanka". Može li se pacijentu doista, kako bi bio informiran i na osnovi toga mogao pristati na liječenje ili ga odbiti, objasniti na koji točno način algoritmi medicinskog ekspertnog sustava dolaze do svojih dijagnoza ili prijedloga za liječenje? Nije isključeno da će uvođenje novih medicinskih tehnologija utemeljenih na umjetnoj inteligenciji i robotici dovesti do novih moralnih dilema koje će zahtijevati određene izmjene ili prilagodbe postojećih kodeksa medicinske etike.

3.5. Prediktivna analitika

Etički su osjetljive i primjene umjetne inteligencije radi obrade velikih skupova podataka (engl. *Big Data*), kao što je slučaj s prediktivnom analitikom. Prediktivna analitika vrsta je analize podataka čiji je primarni cilj predviđanje budućih događaja ili trendova. Prediktivna analitika koristi se u mnogim područjima, a posebno je raširena u personaliziranom marketingu – oglašavanju proizvoda ili usluga koje ne cilja na opću populaciju, nego na individualne korisnike. Gotovo udžbenički primjer te primjene prediktivne analitike jest kampanja kojom je *Target*, trgovački lanac u Sjedinjenim Američkim Državama, na osnovi podataka prikupljenih od velikog broja stalnih kupaca, uspio s visokom preciznošću predvidjeti koje su žene među njihovim kupcima trudne. To predviđanje omogućilo im je da trudnicama, znatno prije nego što će roditi, pošalju personalizirane oglase i kupone za dječje proizvode poput kolijevki ili pelena i na taj ih način pridobiju kao svoje kupce. Kampanja je bila iznimno uspješna i donijela je *Targetu* veliku zaradu (prema Duhigg 2012).

Nešto drukčiji primjer primjene prediktivne analitike potječe iz 2012., kad je pedesetak stručnjaka za analizu podataka bilo angažirano u izbornom stožeru Baracka Obame. Zadatak im je bio ne tek identificirati neodlučne ili nestalne glasače (engl. *swing voters*) u neodlučnim državama (engl. *swing states*) nego i predvidjeti koja će vrsta kontakta najvjerojatnije pridobiti njihov glas: telefonski poziv, dolazak volontera na kućni prag, letak ili televizijski oglas? Od analitičara se očekivalo, osim toga, da identificiraju i one glasače koje je najbolje 'ostaviti na miru' jer će svakako glasati za Obamu, a neki oblik kontakta samo bi ih mogao uznemiriti ili čak potaknuti da promijene svoje glasačke preferencije. Znanje o

takvim pojedinostima vrijedno je jer povećava učinkovitost političke kampanje, usmjeravajući njezine resurse prema glasačima koje je moguće pridobiti, odnosno usmjeravajući ih od glasača koje nikakva kampanja neće pridobiti te od glasača koje nije potrebno pridobivati ili koje bi pokušaj pridobivanja mogao odbiti. Rašireno je mišljenje da je upravo korištenje prediktivne analitike 2012. bio jedan od najvažnijih čimbenika prevage Baracka Obame pred njegovim tadašnjim protukandidatom Mittom Romneyjem (prema Siegel 2013).

Od 2016. djelatnici pozivnog centra za prijavu zlostavljanja i zapostavljanja djece u okrugu Allegheny (Pennsylvanija, SAD), opremljeni su alatom AFST (*Allegheny Family Screening Tool*). Radi se o algoritmu koji daje 'drugo mišljenje' o svakoj prijavi, analizirajući veliku količinu podataka o djetetu i članovima njegove obitelji pohranjenu u različitim bazama podataka (o korištenju socijalne pomoći, izdržavanju zatvorskih kazni, zloupotrebi droge ili alkohola i sl.). AFST ima svrhu pomoći djelatnicima centra da što objektivnije procijene ozbiljnost svakog poziva odnosno da donesu odluku o tome treba li ga zanemariti kao neutemeljen ili pak hitno poslati socijalnu službu da intervenira u prijavljenu obitelj. Na osnovi analize više od 100 pokazatelja i kriterija, AFST za svega nekoliko sekundi daje procjenu razine opasnosti za svako dijete. Prema službenim podacima dostupnim na mrežnim stranicama okruga Allegheny, ulaganje u AFST (oko milijun dolara) isplatilo se: broj intervencija socijalne službe u niskorizičnim slučajevima znatno je opao, dok je broj preporučenih intervencija u visokorizičnim slučajevima blago porastao. Drugim riječima, AFST optimizira oskudne resurse nadležnih službi i pomaže da se izbjegnu intervencije u one obitelji u kojima nisu ni potrebne, a potaknu intervencije u one obitelji u kojima su doista potrebne.

Reakcije na primjene prediktivne analitike često su izrazito negativne. Jedna od standardnih kritika ona je da može narušiti pravo na privatnost, posebice kad velike tvrtke u tolikoj mjeri profiliraju svoje kupce da mogu vrlo precizno predvidjeti njihovo ponašanje i preferencije, pa čak i o njima zaključiti krajnje osobne i intimne stvari poput trudnoće. Javlja se i bojazan da metode analize podataka poput prediktivne analitike daju preveliku moć državnim tijelima, političkim strankama i različitim interesnim skupinama da ciljano utječu na važne političke i društvene procese i time umanjuju politički utjecaj građana (Furnas 2012). Jednako tako, budući da algoritmi takvih alata mogu presudno utjecati na individualne živote, postavlja se pitanje njihove transparentnosti: ako je algoritam preporučio neki postupak na našu štetu, onda želimo znati kako je do te preporuke došlo i nije li algoritam programiran ili "treniran" na pristran način, odnosno ne uključuje li neke ljudske predrasude. To je posebice važno u primjeni takvih algoritama u donošenju sudskih odluka, odluka o odobravanju različitih zajmova i subvencija ili, kao što smo vidjeli, medicinskih dijagnoza ili odluka o intervencijama socijalnih službi (vidjeti npr. Eubanks 2017).

3.6. Umjetna inteligencija, robotika i radna mjesta

Važno etičko i socijalno-političko pitanje u vezi s razvojem umjetne inteligencije i robotike tiče se njihova utjecaja na tržište rada, u prvom redu na nestanak brojnih poslova koje su obavljali ljudi. Uslijed automatizacije i uvođenja robota u proizvodnju odavno su nestala brojna radna mjesta (automobilska industrija je paradigmatski primjer), i sasvim je izvjesno da će još mnoga radna mjesta nestati u budućnosti. Pritom se ne radi tek o radnim mjestima koja se mogu relativno lako automatizirati, poput zavarivanja ili lakiranja u tvorničkim halama, nego i o radnim mjestima koja su u intelektualnom ili kreativnom smislu zahtjevnija, poput knjigovođa, službenika na šalterima, prevoditelja, pa čak i novinara. Kao što ističe Byron Reese (2018), uvođenje novih tehnologija u proizvodnju oduvijek je izazivalo društvene potrese: kad je u XVI. stoljeću William Lee izumio stroj za pletenje, primjerice, kraljica Elizabeta odbila je izdati mu patent vjerujući da će to njezine podanike ostaviti bez posla i dovesti do prosjačkoga štapa; u XIX. stoljeću pripadnici ludističkog pokreta uništavali su tvorničke strojeve u znak prosvjeda zbog ukidanja radnih mjesta uvođenjem novih tehnologija; londonski list *The Times* je 29. studenog 1814. prvi put tiskan s pomoću parnog tiskarskog stroja, a prosvjede i prijetnje radnika smirilo je tek obećanje vlasnika novina da će ih zadržati dok ne pronađu slične poslove negdje drugdje.

Općenito se vjeruje da će umjetna inteligencija i robotika imati dva učinka na tržište rada: (a) dio radnih mjesta će nestati jer će poslove predviđene tim radnim mjestima kvalitetnije i/ili jeftinije obavljati inteligentni strojevi; (b) zahvaljujući novim tehnologijama, bit će stvorena nova radna mjesta koja prije ili nisu postojala ili za kojima nije postojala ozbiljnija potreba. Jedan od problema takvog razvoja dugoročan je odnos između (a) i (b), ali i posljedice koje će gubitak radnih mjesta imati na pojedinačne radnike: Hoće li oni koji su ostali bez posla moći pronaći novi posao? Hoće li u tome uspjeti u nekom, za prosječan ljudski život, razumnom roku? Hoće li se morati (i moći) prekvalificirati? Postoje li poslovi koji će preživjeti uvođenje robota i umjetne inteligencije? Odgovore na takva pitanja iznimno je teško dati jer oni pretpostavljaju predviđanje dugoročnih ekonomskih trendova (što je samo po sebi složeno i nesigurno) i predviđanje dugoročnih znanstvenih i tehnoloških trendova (što je možda još složenije i nesigurnije).

Odnos umjetne inteligencije, robotike i svijeta rada u osnovi otvara klasično pitanje distributivne pravednosti. Radna mjesta izvor su prihoda i pristupa raznim dobrima (poput stanovanja ili obrazovanja). Ako nove tehnologije utječu na dostupnost tih dobara velikom broju ljudi, njihov bi utjecaj zacijelo morao biti reguliran u skladu s načelima pravednosti. Ali s kojim točno načelima? Neki će možda tvrditi, poput zastupnika *laissez-faire* ili libertarijanske teorije (Nozick 1974), da vlasnici tvrtki koje zarađuju zahvaljujući svojem ulaganju u robotiku i umjetnu inteligenciju imaju slobodu činiti što žele sa svojim vlasništvom i da

nemaju obvezu zaposliti bilo koga tko im nije potreban. Vjerojatno bi dodali da bi bilo kakva obveza, nametnuta od strane države, zapošljavanja ljudskih radnika ili plaćanja dodatnih poreza sputala njihovu poduzetničku i inovatorsku inicijativu od koje cijelo društvo ima koristi. Alternativa bi bila neka vrsta socijalno-liberalnog shvaćanja pravednosti, poput onog koje je zastupao John Rawls (1999 [1971]). Prema tom shvaćanju, društveno-ekonomske nejednakosti u društvu mogu se dopustiti, ali pod uvjetom da se time ne narušavaju temeljne građanske slobode, da svi članovi društva imaju jednake mogućnosti dolaska do socijalno-ekonomski probitačnijih dužnosti i položaja, te da takve nejednakosti donose što je moguće veću korist najlošije stojećim članovima društva. Takvo poimanje pravednosti, prema nekim mišljenjima (npr. Sandbu 2017), iziskivalo bi ili posebne poreze, poput 'poreza na robote' koji bi se koristio za pomoć ljudima koji su zbog njih izgubili poslove, ili pak uvođenje univerzalnog osobnog dohotka (engl. *universal basic income*). Obje su ideje prijeporne i o njima će se zacijelo još dugo voditi oštre rasprave.

3.7. Nove tehnologije i ljudska poboljšanja

Specifična rasprava povezana s mnogim novim tehnologijama usredotočena je na pitanje mogu li one radikalno utjecati na ljudsku prirodu i – ako mogu – trebamo li takvo što nastojati spriječiti ili možda čak poticati. Sama rasprava počela je neovisno o umjetnoj inteligenciji i robotici, kad su biomedicina, genetika i farmakologija omogućile ili barem ozbiljno najavile mogućnost sredstava i metoda ne samo liječenja nego i poboljšanja ljudi (engl. *human enhancement*) preko granica koje su statistički ili za ljude kao biološku vrstu normalne.

U literaturi se kao tri česte teme pojavljuju tjelesna poboljšanja (poput snage, brzine, imuniteta, vida ili sluha), kognitivna poboljšanja (poput pamćenja ili brzine zaključivanja) i moralno poboljšanje (poput suzbijanja agresivnosti, poticanja altruističnih sklonosti ili pojačavanja psihološke motivacije za moralno djelovanje). Metode kojima će se navodno moći postići ta poboljšanja uključivat će farmakološka sredstva (lijekove poput Modafinila, Ritalina ili Prozaca), kirurške zahvate (poput plastične ili rekonstruktivne kirurgije), genetski inženjering (odabir poželjnih genetskih svojstava za potomstvo), ali i neke zahvate u kojima će umjetna inteligencija i robotika igrati važnu ulogu (različite vrste proteza i implantata, egzoskeleti, endoskeleti, bionički udovi i pužnice, mikročipovi, nanoroboti, sučelja mozak-računalo i sl.).

Protivnici poboljšanja, kao što je Michael Sandel (2009), smatraju da ona donose opasnosti koje nije moguće formulirati jednostavno s pomoću osnovnih etičkih pojmova kao što su autonomija, pravednost ili ljudska prava. Prema Sandelu, poboljšanja bi mogla dovesti do gubitka divljenja prema bilo kojem individualnom ljudskom postignuću, naporu ili talentu, pretjeranog roditeljskog

uplitanja u (genetsku) sudbinu svoje djece i nestanka solidarnosti. Zagovornici poboljšanja, kao što je John Harris (2007), smatraju da poboljšanja – pod uvjetom da su njihovi rizici svedeni na razumnu mjeru – nisu moralno problematična i da predstavljaju logičan nastavak naše težnje da svoje živote i živote svojih bližnjih učinimo što boljim. Alberto Giubilini i Julian Savulescu (2018), kao zagovornici moralnog poboljšanja, argumentiraju da bi bilo poželjno stvoriti 'umjetnog moralnog savjetnika' (engl. *artificial moral advisor*): vrstu umjetne inteligencije koja bi ljudima pomagala da učinkovitije i konzistentnije donose moralne odluke u okolnostima kad ne raspolažu s dovoljno informacija ili kad su emocionalno pristrani ili pod utjecajem predrasuda. Neki autori u različitim prijedlozima poboljšanja (osobito kognitivnog i moralnog) vide sasvim osebujne opasnosti. Prema Nicholasu Agaru (2012), biotehnološki ili kibernetički poboljšani ljudi mogli bi tvoriti posebnu podvrstu 'transosoba' (engl. *transpersons*) koje bi – zbog svoje kognitivno i/ili moralno iznadprosječne naravi – imale viši moralni status od običnih osoba. Ta nas ideja, u izvjesnom smislu, vraća na početak razmatranja, naznačujući kako bi implicitni ili neizravni etički izazovi umjetne inteligencije i robotike – oni povezani sa slobodom volje, sposobnošću moralnog odlučivanja i ljudskom posebnošću – i sami mogli postati vrlo eksplicitni ili izravni.

Zaključak

Budući da primjene umjetne inteligencije i robotike postaju sve razgranatije i konkretnije, ne čini se osobito korisnim voditi raspravu o njihovim općim, zajedničkim ili jedinstvenim etičkim aspektima i opasnostima. Svako područje njihove primjene, prema svemu sudeći, donosi neke specifične etičke izazove koji se ne moraju nužno pojavljivati u drugim područjima (primjerice, etički izazovi socijalne robotike zasigurno nemaju previše zajedničkog s etičkim izazovima industrijskih robota ili autonomnih oružnih sustava). Etička razmatranja o tehnologijama poput umjetne inteligencije i robotike stoga je poželjno kontekstualizirati i ne očekivati da će rješenja koja smatramo prihvatljivim u jednom području biti prihvatljiva u svim drugim područjima. Dakako, ne treba izgubiti iz vida mogućnost da će sve veća prožetost ljudskog života umjetnom inteligencijom i robotskom tehnologijom donekle izmijeniti način na koji etičke izazove uopće razumijemo. Moguće je da ćemo, pod utjecajem visokotehniziranog i umreženog okoliša, izgubiti dio svojeg evolucijski nastalog moralnog senzibiliteta, da ćemo neka pitanja prestati smatrati moralnim pitanjima i da će neki ključni moralni pojmovi – poput 'moralnog statusa', 'autonomije' ili 'odgovornosti' – u određenoj mjeri promijeniti svoje značenje. Osim implicitnih i eksplicitnih etičkih izazova razmotrenih u radu, to su neka dodatna pitanja kojima će se etika novih tehnologija u budućnosti zacijelo morati baviti.

Bibliografija

Agar, N. 2013. "Why is it possible to enhance moral status and why doing so is wrong?", *Journal of Medical Ethics* 39: 67-74.

Aristotel, 1992. *Nikomahova etika*, prev. T. Ladan (Hrvatska sveučilišna naklada: Zagreb).

Automated and Connected Driving, 2017. Ethics Commision, Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. Dostupno na: https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/report-ethics-commission.html?nn=355056 [stranica posjećena: 8. svibnja 2019.]

Bentham, J. 1907. [1789] *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation* (Clarendon Press: Oxford).

Berčić, B. 2012. *Filozofija*, sv. 1 (Ibis grafika: Zagreb).

Bostrom, N. i Yudkowski, E. 2014. "The ethics of artificial intelligence", u: K. Frankish i W. M. Ramsey (ur.), *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence* (Cambridge University Press: Cambridge), 316-334.

Bracanović, T. 2018. *Normativna etika* (Institut za filozofiju, Zagreb).

COMEST 2017. *Report on Robotics Ethics* (UNESCO: Pariz), https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952 [stranica posjećena: 8. svibnja 2019.]

COMEST 2019. *Preliminary Study of the COMEST Extended Working Group on the Ethics of Artificial Intelligence* (UNESCO: Pariz), https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823 [stranica posjećena: 8. svibnja 2019.]

Duhigg, C. 2012. *The Power of Habit: Why We Do What We Do in Life and Business* (Random House: New York).

Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems, 2019. The IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems, dostupno na: https://standards.ieee.org/content/ieee-standards/en/industry-connections/ec/ autonomous-systems.html [stranica posjećena: 8. svibnja 2019.]

Eubanks, V. 2017. *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor* (St. Martin's Press: New York).

Furnas, A. 2012. "It's not all about you: What privacy advocates don't get about data tracking on the web", *The Atlantic*, 15. ožujka; https://www.theatlantic.com/technology/archive/2012/03/its-not-all-about-you-what-privacy-advocates-dont-get-about-data-tracking-on-the-web/254533/ [stranica posjećena: 8. svibnja 2019.]

Galliott, J. 2015. *Military Robots: Mapping the Moral Landscape* (Ashgate: Farnham).

Giubilini, A. i Savulescu, J. 2018. "The artificial moral advisor: The 'ideal observer' meets artificial intelligence", *Philosophy and Technology* 31(2): 169-188.

Gogoll, J. i Müller, J. F. 2017. "Autonomous cars: In favor of a mandatory ethics setting", *Science and Engineering Ethics* 23(3): 681-700.

Harris, J. 2007. *Enhancing Evolution: The Ethical Case for Making Better People* (Princeton University Press: Princeton / Oxford).

Kant, I. 2016. [1785] *Utemeljenje metafizike ćudoređa*, prev. J. Talanga (KruZak: Zagreb).

Krishnan, A. 2009. *Killer Robots: Legality and Ethicality of Autonomous Weapons* (Ashgate: Farnham).

Lokhorst, G.-J. i van den Hoven, J. 2012. "Responsibility for military robots", u: P. Lin, K. Abney i G. Bekey (ur.), *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics* (MIT Press: Cambridge, Mass.), 145-156.

Lu, J. 2016. "Will medical technology deskill doctors?", *International Education Studies* 9(7): 130-134.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. i Shannon C. E. 2006. [1955], "A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence", *AI Magazine* 27(4): 12-14.

Mill, J. S. 1998. [1863] *Utilitarianism* (Oxford University Press: Oxford).

Millar, J. 2017. "Ethics settings for autonomous vehicles", u: P. Lin, R. Jenkins i K. Abney (ur.), *Robot Ethics 2.0: From Autonomous Cars to Artificial Intelligence* (Oxford University Press: New York), 20-34.

Müller, M. U. 2018. "Medical applications expose current limits of AI", *Spiegel Online*, 3. kolovoza, https://www.spiegel.de/international/world/playing-doctor-with-watson-medical-applications-expose-current-limits-of-ai-a-1221543.html [stranica posjećena: 8. svibnja 2019.]

Nozick, R. 2003. [1974] *Anarhija, država i utopija*, prev. B. Jakovlev (Naklada Jesenski i Turk: Zagreb).

Nyholm, S. 2018a. "The ethics of crashes with self-driving cars: A roadmap (I-II)", *Philosophy Compass* 13(7).

Perkowitz, S. 2004. *Digital People: From Bionic Humans to Androids* (Joseph Henry Press: Washington).

Primorac, I. 2006. *Etika na djelu: Ogledi iz primijenjene etike* (KruZak: Zagreb).

Rawls, J. 1999. [1971] *A Theory of Justice*. *Revised Edition* (Harvard University Press: Cambridge).

Reese, B. 2018. *The Fourth Age: Smart Robots, Conscious Computers, and the Future of Humanity* (Atria International: New York).

Rosenberg, J. M. 1986. *A Dictionary of Artificial Intelligence and Robotics* (John Wiley & Sons: New York).

Ross, W. D. 2002. [1930] *The Right and the Good* (Oxford University Press: Oxford).

Russell, S. J. i Norvig, P. 2016. *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (Pearson: Harlow).

Sandbu, M. 2017. "Technological justice", *Financial Times*, 20. veljače 2017.

Sandel, M. 2009. "The case against perfection: What's wrong with designer children, bionic athletes, and genetic engineering", u: J. Savulescu i Nick Bostrom (ur.), *Human Enhancement* (Oxford University Press: Oxford), 71-89.

Scheutz, M. 2012. "The inherent dangers of unidirectional bonds between humans and social robots", u: P. Lin, K. Abney i G. Bekey (ur.), *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics* (MIT Press: Cambridge, Mass.), 205-221.

Searle, J. 1980. "Minds, brains, and programs", *Behavioral and Brain Sciences* 3: 417-457.

Sharkey, N. 2012. "Killing made easy: From joysticks to politics", u: P. Lin, K. Abney i G. Bekey (ur.), *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics* (MIT Press: Cambridge, Mass.), 111-128.

Sharkey, N. i Sharkey, A. 2012a. "The rights and wrongs of robot care", u: P. Lin, K. Abney i G. Bekey (ur.), *Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics* (MIT Press: Cambridge, Mass.), 267-282.

Sharkey, N. i Sharkey, A. 2012b. "Robotic surgery and ethical challenges", u: P. Gomes (ur.), *Medical Robotics: Minimally Invasive Surgery* (Woodhead Publishing: Oxford), 276-291.

Siegel, E. 2013. *Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die* (Wiley: Hoboken).

Singer, P. 2003. [1979] *Praktična etika*, prev. T. Bracanović (KruZak: Zagreb).

Sparrow, R. 2005. "Robots and robotics", u: C. Mitcham (ur.), *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*, vol. 3 (Thomson Gale: New York), 1654-1656.

Sparrow, R. 2007. "Killer robots", *Journal of Applied Philosophy* 24(1): 62-77.

Strawser, B. J. 2013. (ur.) *Killing by Remote Control: The Ethics of Unmanned Military* (Oxford University Press: Oxford / New York).

Sullins, J. P. 2005. "Artificial intelligence", u: C. Mitcham (ur.), *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*, vol. 1 (Thomson Gale: New York), 110-113.

Talanga, J. 1999. *Uvod u etiku* (Hrvatski studiji: Zagreb).

Turing, A. M. 1950. "Computing machinery and intelligence", *Mind* 59(236): 433-460.

Turkle, S. 2012. *Sami zajedno: Zašto očekujemo više od tehnologije, a manje jedni od drugih*, prev. G. Blažanović (TIM press: Zagreb).

van de Poel, I. i Royakkers, L. 2011. *Ethics, Technology and Engineering: An Introduction* (Wiley-Blackwell: Oxford).

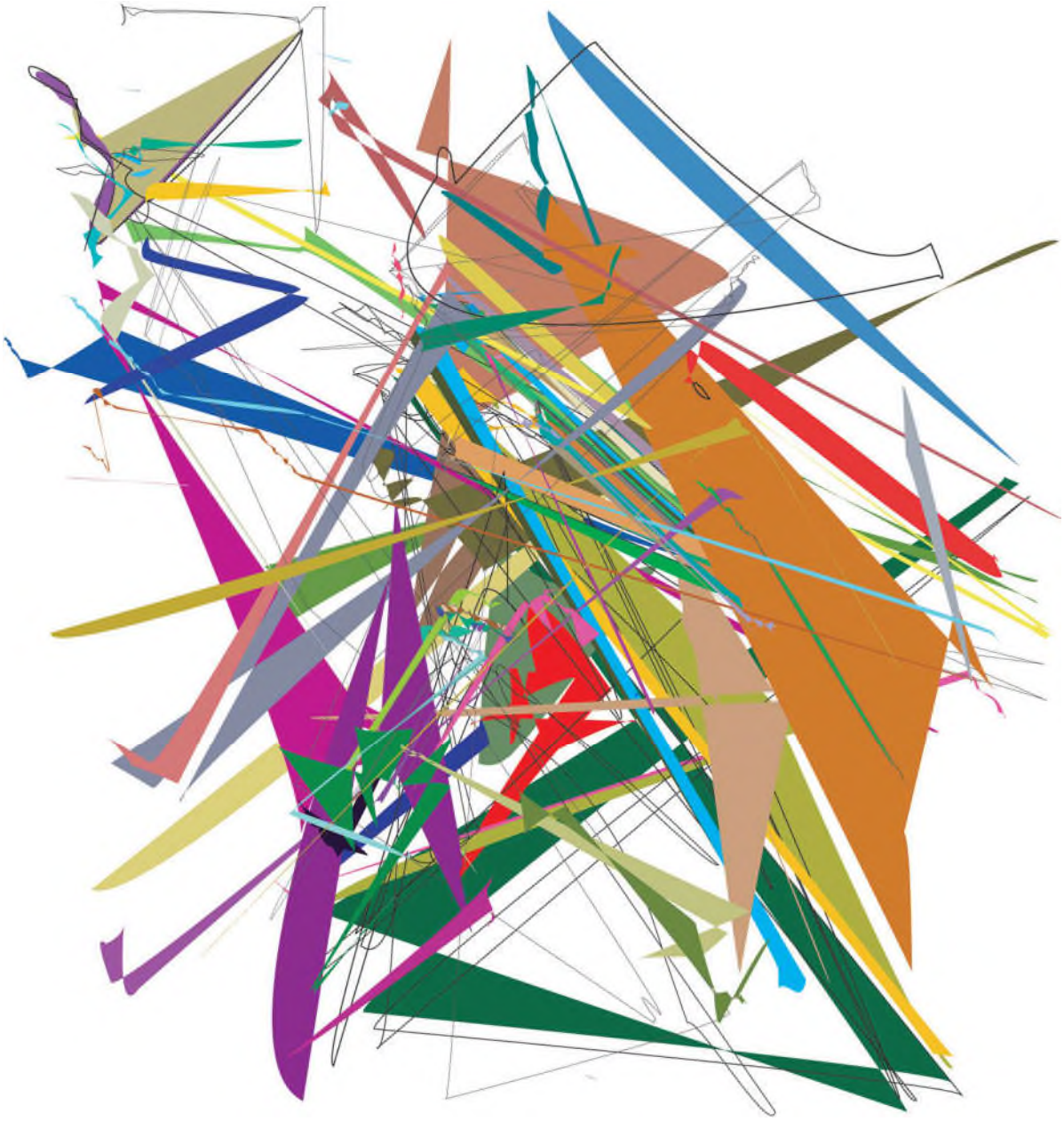
The Ethical Challenges of Artificial Intelligence and Robotics

Tomislav Bracanović

Abstract: The paper addresses several ethical challenges of artificial intelligence and robotics. After introductory remarks on ethical aspects of engineering and a brief account of three basic ethical theories, an implicit ethical challenge of artificial intelligence and robotics – in the form of their potential threat to the freedom of the will, the meaning of ethics and human specialness – is considered. The central part of the paper is an analysis of seven explicit ethical challenges posed by autonomous vehicles, autonomous weapons systems, social robotics, artificial intelligence and robotics

in medicine, predictive analytics, the influence of artificial intelligence and robotics on human employment, and the use of new technologies for various kinds of human enhancement. The conclusion provides several remarks as to the desirable approach to the ethics of artificial intelligence and robotics, but also a warning about their potential influence on human moral understanding and sensibility.

Keywords: artificial intelligence, ethics, robotics



Vladimir Knapp, Dubravko Pevec

Nuklearna energija fisije za zaustavljanje globalnog zatopljenja

Sažetak: Nuklearna fisija, kao izvor energije bez emisije CO_2, pokazuje se iznimnim kandidatom za sprečavanje globalnog zatopljenja. S oko 450 reaktora u pogonu ona je provjeren izvor koji je dosegnuo visoke standarde sigurnosti. Spreman je za izgradnju velikog opsega koji može pokriti barem trećinu budućih potreba za električnom energijom. Naš rad iz 2010. godine pokazao je da su rezerve uranija dovoljne da pokriju pogon od oko trećine budućih potreba s provjerenim lakovodnim reaktorima bez prerade istrošenog goriva. Ta procjena dodatno je potvrđena geološkim podacima u radu iz 2013. godine. Na osnovi tih rezultata članak objavljen 2017. analizira važno pitanje mogućnosti zamjene svih elektrana na ugljen fisijskim elektranama. Za zamjenu bi bilo nužno do 1600 GW standardnih nuklearnih elektrana. Članak iz 2016. razmatra mogućnosti koje se nude nastavkom razvoja torijevih reaktora, posebno u Kini. Na vidiku su stoljeća jeftine i sigurne energije korišenjem torija. Zadnji članak iz 2018. na temelju porasta globalne temperature upozorava da se ne može čekati na razvoj fuzije da bi zaustavili porast temperature iznad 2 °C. Način da se na vrijeme zaustavi pregrijavanje Zemlje je nuklearna fisija uz razvoj obnovljivih izvora i štednju energije. Ni nuklearna fuzija ni izdvajanje i spremanje ugljikova dioksida (CCS) ne mogu doći na vrijeme.

Ključne riječi: klimatske promjene, nuklearna fisija, zamjena elektrana na ugljen, torijeva energija, CCS

Uvod

Radovi koji se prikazuju nastali su od 2010. do uključivo 2018. godine i doprinos su hrvatske znanosti rješavanju jednog od najvećih svjetskih problema. Doprinos je od iznimno važan jer daje kvantitativnu analizu o mogućem efektivnom udjelu fisijske energije u sprečavanju učinaka globalnog zatopljenja.

Globalno zatopljenje prisutno je u svjetskoj javnosti i kod nas kao najozbiljnija opasnost civilizaciji kakva danas egzistira. Hrvatski su znanstvenici vrlo rano (V. Knapp: *Novi izvori energije*, Školska knjiga, 1993.) upozoravali na taj problem, kad to nije izazivalo veću pažnju naše znanosti ni javnosti. Tek se nedavno pažnja okreće prema fisijskoj energiji u tom kontekstu.

Hrvatski doprinos rješavanju tog problema je u tome što kvantitativno analizira i pokazuje da je rješenje moguće korištenjem nuklearne fisijske energije korištenjem predvidivih rezervi uranija s provjerenim nuklearnim reaktorima bez prerade istrošenog goriva. Time se fisijska energija afirmira kao realna mogućnost za sprečavanje globalnog zatopljenja. Predlaže se tehnologija koja je razvijana i unapređivana kroz više od pet desetljeća. U pogonu je više od 450 nuklearnih elektrana. Suvremene nuklearne elektrane dostižu najviše standarde sigurnosti. Napredak u sigurnosti može se ilustrirati s vjerojatnosti taljenja jezgre nuklearnog reaktora koja se smanjila tijekom više od četiri desetljeća za tri reda vrijednosti, što nije poznato široj javnosti.

Hitnost intervencije za smanjenje emisije, u pet do najviše deset godina, reducira mogući izbor alternativnih izvora energije koji bi mogli zamijeniti fosilna goriva. S obzirom na to da se u navedenim intervalima ne očekuje doprinos fuzijske energije (Statement on ITER[1] Progress, od Bernarda Bigota, generalnog direktora organizacije ITER, studeni 2018.) ostaju za taj kritični interval samo obnovljivi izvori i nuklearna fisija. Bigot predviđa da bi se ITER mogao dovršiti do 2035. godine uz pretpostavku isporuke svih komponenata. ITER treba pokazati odvijanje fuzijske reakcije. Nakon 2035. tek slijedi gradnja uređaja DEMO, koji bi imao sve komponente potrebne za konverziju fuzijske energije u toplinsku i dalje u električnu. Gradnja i pogon uređaja DEMO ne mogu se ostvariti prije 2045. godine. Kompleksnost fuzijskog uređaja s magnetskim ograničenjem plazme na principu tokamaka i njegove fizikalno velike dimenzije opravdavaju sumnje u uspješan razvoj ITER-a. Proizvodnja fuzijske enegije u uređaju DEMO ne može se očekivati prije 2050. godine, što bi bilo prekasno za uspješno zaustavljanje globalnog zatopljenja.

Da će fuzija, uz pretpostavku da bude uspješna, doći prekasno, slijedi iz analize ugledne skupine njemačkih i engleskih klimatologa iz 2009. godine

[1]ITER (engl. International Thermonuclear Experimental Reactor), međunarodni istraživački i inženjerski projekt na polju nuklearne fuzije, koji trenutačno gradi najveći svjetski i najnapredniji eksperimentalni ‘tokamak’, nuklearni fuzijski reaktor u mjestu Cadaracheu na jugu Francuske.

(Meinshausen et al, Greenhouse gas emission targets for limiting global warming to 2 °C, *Nature*, 2009.). Njihove detaljne analize određuju granice emisije CO_2 koje ne smijemo prijeći ukoliko želimo da srednja globalna temperatura ne poraste više od 2 °C. Ti su istraživači odredili "emisijski budžet" kojim raspolažemo nakon 2000. godine uz ograničenje na porast temperature na 2 °C. Taj budžet ograničuje emisiju na 1000 Gt CO_2 nakon 2000. godine, uz statističke granice prekoračenja za 25 %. Od tog budžeta potrošeno je do 2006. godine 234 Gt. Ako bi se nastavila emisija stakleničkih plinova nastala uporabom fosilnih goriva, šumarstva i poljoprivrede na razini od 36,3 Gt/god, taj bi se budžet potrošio do 2027. godine. To znači da bi se 2027. morala bitno smanjiti emisija CO_2. To su, u najkraćim crtama, predviđanja renomiranih klimatologa.

Ne možemo tražiti spas u fatamorgani fuzije. Potrebno je reducirati emisiju CO_2 odmah i sad, što nije retorička figura. Dok su prijetnje porastom globalne temperature kratkoročne, srednjoročno, a riječ je o desetljećima, postoji opasnost od otapanja antarktičkog ledenjaka Thwaites s potencijalom dizanja razine mora od oko tri metra (11 stopa). Riječ bi bila o kataklizmičkim promjenama (Richard Alley, *Scientific American*, Feb. 2019.), za koje se nadamo da će biti izbjegnute zahvaljujući pravodobnim mjerama.

Nasuprot problematičnoj perspektivi nuklearne fuzije, naše su analize najprije pokazale da nuklearna fisijska energija posjeduje (rad iz 2010.), što je bilo osporavano, kapacitet značajnog doprinosa smanjenju emisije CO_2 kao glavnog čimbenika globalnog zatopljenja. Važno je istaknuti da kod nuklearne fisije nije potreban značajniji tehnički razvoj. Nuklearna fisija razvijen je izvor energije koji može iskoristiti pouzdane i sigurne reaktore generacije 3+ za brzo uključenje u programe gradnje reaktora usmjerene na usporenje globalnog zatopljenja. Za to nije potreban novi tehnološki razvoj, međutim, ono što je potrebno jest razviti serijsku izgradnju odabranih reaktora i specijalizirati proizvodnju komponenata. To može u znatnoj mjeri smanjiti troškove gradnje nuklearnih reaktora. Bilo bi, nakon što prihvatimo oštra ograničenja u rokovima za učinkovitu intervenciju, kontraproduktivno ulaženje u nove razvoje koji odgađaju smanjenje emisije CO_2.

Kratki prikaz radova

Radovi iz 2010. i 2013. godine

Radovi na toj problematici čine logičan slijed počevši s radom iz 2010. koji ispituje dostatnost svjetskih projiciranih rezervi uranija za pokriće značajnog dijela potreba koje proizlaze iz strategije budućeg razvoja svjetske energetike, uz ograničenje porasta srednje globalne temperature na 2 °C. To je početni

korak u toj skupini radova, koji je trebao odgovoriti na pitanje jesu li količine uranija dovoljne za intervenciju u problemu globalnog zatopljenja. To je bilo presudno pitanje o kojem je ovisio smisao daljnjeg rada pa je to odlučilo da se prikaže logična cjelina te skupine radova uključivši spomenuti iz 2010. godine.

U tom je radu najprije trebalo procijeniti buduće projekcije rezervi uranija do 2065. godine. Projicirali smo proces uvođenja nuklearnih elektrana u razdoblju 2025. – 2065. godine zbog pripreme velike serijske gradnje, pa smo trebali procijeniti nalaženje i dobivanje uranija kroz to buduće razdoblje. Polazeći od utvrđenih i mogućih količina uranija iz 2008. godine (publikacija OECD-NEA-IAEA[2]), pretpostavili smo da će procijenjene, pa nedovoljno utvrđene, moguće količine biti privedene korištenju do 2065. godine. Neistraženost velikih površina planeta daje potporu ovom zaključivanju. Procjena rezervi uranija svih kategorija bila je na 16 milijuna tona u 2008. godini. Kasnija procjena na osnovi geoloških argumenata u drugom radu skupine iz 2013. godine (D. Pevec i drugi), iznosila je znatno više, čak do 50 milijuna tona. No, rezerve uranija u morskoj vodi su praktički neiscrpne, kojih četiri miljarde tona, ali su cijene takvog uranija zasad previsoke tako da dolaze u obzir samo za specijalne tipove reaktora koji nisu prošli provjeru široke izgradnje i dugotrajnog pogona. To su tzv. oplodni reaktori, o čijoj sigurnosti stručnjaci imaju podijeljeno mišljenje. Prema tome, ti su reaktori isključeni iz razmatranja zahtjevom da se koristi provjerena tehnologija za izgradnju nuklearnih elektrana koja se može primijeniti na velikoj skali potrebnoj za klimatske intervencije u roku od 10 do 30 godina.

Zahtjevu da se radi s provjerenim tehnologijama udovoljavaju vodom hlađeni reaktori s malo obogaćenim uranijem, posebno PWR[3] tipa. Takvi su reaktori u pogonu 40, pa i više godina. Neki suptilniji kvarovi vezani uz radijacijsko i kemijsko oštećenje materijala trebaju desetljeća da se razviju. Zato reaktorska sigurnost traži odgovarajuće dugoročno praćenje i istraživanje. Tom zahtjevu udovoljava samo mali broj tehnologija imamo li u vidu gradnju velikog broja reaktora potrebnih za djelovanje na globalno zatopljenje. Rokovi u kojima treba uključiti nove reaktorske tehnologije kraći su nego što se misli (v. Uvod), pa to ograničuje njihovo uvođenje. Za brz učinak na emisiju CO_2, tehnologije koje trebaju više od 30 godina do uvođenja na velikoj skali, neće doći na vrijeme. Taj uvjet isključuje nuklearnu fuziju.

[2]OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (hrv. Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj); NEA, National Environment Agency (hrv. Nacionalna agencija za okoliš); IAEA, International Atomic Energy Agency (hrv. Međunarodna agencija za atomsku energiju)

[3]PWR (engl. *pressurized water reactor*), tlačni reaktor, tlakovodni reaktor ili reaktor s vodom pod tlakom

Još su slabiji izgledi za tzv. metodu izdvajanja i spremanja ugljikova dioksida (engl. *carbon capture and storage*, CCS), koja bi trebala ukloniti CO_2 iz ispušnih plinova termoelektrana s obzirom na to da nema izgleda primjene u golemim količinama plina koje bi trebalo sigurno spremiti (riječ je o količinama CO_2 koje se mjere u desecima gigatona, dok i veliki današnji projekti obrađuju količine koje se mjere u megatonama, vidi raspravu u radu iz 2018.). Detaljnije razmatranje ostavlja samo obnovljive izvore i nuklearnu fisijsku energiju, koji su raspoloživi u smislu da ne trebaju daljnja opsežnija razvojna istraživanja. Dakako, potrebna je proizvodna mobilizacija, no ona nije bez presedana. Tijekom 80-ih gradilo se tempom do 40 GW godišnje. Kina (Energy Research Institute, 2018.) predlaže izgradnju 433 GW novih nuklearnih elektrana do 2050. godine. Plan svjetske nuklearne industrije Harmony predviđa izgradnju 1000 GW do 2050. godine i pokriće 25 % svjetskih potreba za električnom energijom.

U našim se radovima odabir provjerenih reaktora svodi na dominantne lakovodne PWR reaktore, a lakovodni BWR[4] reaktori nisu u prvom planu. Moderni PWR reaktori treća su generacija 3, odnosno 3+. U našim razmatranjima odabrali smo generaciju 3+. Kao potpisnica Ugovora o neširenju nuklearnog oružja, kao nenuklearna zemlja nismo razmišljali o preradi goriva, tako da smo u svim analizama pretpostavljali da radimo s jednokratnim korištenjem goriva, bez prerade. Time je određena potrošnja goriva po nuklearnoj elektrani. Na temelju izbora nuklearne tehnologije gorivnog ciklusa mogli smo izračunati reaktorsku snagu kojom bismo s definiranim gorivnim ciklusom potrošili raspoloživu količinu uranija od 16 milijuna tona kroz radni vijek od 40 godina. Dobiven je ohrabrujući rezultat: s pretpostavljenom količinom uranija od 16 milijuna tona može se pokriti bitan dio proizvodnje električne energije u razdoblju od 2025. do 2065. godine, uz linearni porast snage od nule do konačne snage od 3330 GW. Konačna redukcija emisije CO_2 nakon 40 godina, tijekom 2065., iznosila bi 39,6 % od redukcije potrebne da se porast globalne temperature ograniči na 2 °C. Taj rezultat dao je gornju granicu u procjeni, što je moguće postići korištenjem fisijske energije pod danim uvjetima i bio je podloga za daljnja istraživanja uloge koju bi fisijska energija mogla odigrati u suzbijanju globalnog zatopljenja.

Rad u 2016. godini

Sljedeći radovi u tom smjeru bili su, kao publikacije u časopisima, objavljeni 2016., 2017. i 2018. godine. Rad iz 2016. izložio je dugoročnu perspektivu nuklearne energije, baziranu na prelasku, nakon razdoblja rada s lakovodnim

[4]BWR (engl. *boiling water reactor*), reaktor s kipućom vodom

reaktorima na torijeve reaktore s tekućim gorivom. Reaktori s tekućim torijevim gorivom inicirani od pionira nuklearne energetike (A. Weinberg, 1965.), napušteni su nakon uspješnog razvoja od 1965. do 1969. radi hladnoratovskog interesa u plutoniju, koji se ne proizvodi u torijevim reaktorima. Plutonij se proizvodi u uranijevim reaktorima.

U radu se predlaže i kvantitativno analizira simbioza PWR reaktora i torijeva reaktora s tekućim gorivom koji ima dobre pogonske karakteristike, ali kako prirodni torij nije fisibilan materijal, u njemu se ne može pokrenuti lančana reakcija. No, u uranijevu se reaktoru proizvodi plutonij. Kvantitativna analiza u radu iz 2016. pokazuje da se s proizvedenim plutonijem može pokrenuti transformacija torij-232 u uranij-233 i nakon toga održavati izgaranje smjese torij-232 i uranij-233, koji je fisibilan nuklid, a nastaje apsorpcijom plutonijevih neutrona iz nefisibilnog torij-232. Prerada goriva i odvajanje plutonija iz istrošenog goriva lakovodnih reaktora predviđa se nakon što se steknu međunarodni uvjeti za sigurnu preradu istrošenog goriva i to u priznatim nuklearnim zemljama sukladno Ugovoru o neširenju nuklearnog oružja. Tom simbiozom proizvodnje i trošenja plutonija rješava se ujedno problem njegova postojanja i spremanja u istrošenom reaktorskom gorivu, a istodobno omogućuje pokretanje sigurnonosno i ekonomski prihvatljivih torijevih reaktora.

Za slučaj da se nuklearna fuzija pokaže fizikalno neostvarivom ili pak neekonomskim rješenjem, torijevi reaktori s tekućim gorivom nude dugoročnu i sigurnu nuklearnu perspektivu. S obzirom na složen fuzijski uređaj koji se ostvaruje projektom ITER, nije vjerojatno da fuzija s tokamak uređajem može biti ekonomski konkurentna.

Simbioza dominantnih PWR lakovodnih reaktora, koji bi u početnoj fazi proizveli plutonij do prelaska na fisibilni U-233, te torijevih reaktora, može se pokazati, uz razvijene obnovljive izvore, kao energetika XXII. stoljeća i dalje za mnoga stoljeća s obzirom na velike zalihe torija.

Rad u 2017. godini

Rad iz 2017. je u slijedu rada iz 2010. godine, koji je u početnoj fazi odredio gornju granicu učinka na globalno zatopljenje uz pretpostavku korištenja uranija u PWR reaktorima generacje 3+ u otvorenom gorivnom ciklusu, bez prerade goriva. Uz jednake uvjete rada gorivnog ciklusa određena je potrebna količina uranija kako bi se zamijenile sve termoelektrane na ugljen nuklearnim elektranama specifiranim u radu iz 2010., tj. PWR elektranama u otvorenom gorivnom ciklusu. Rezultat proračuna bio je da se s 1600 GW nuklearnih elektrana mogu zamijeniti sve elektrane na ugljen koje bi stupile u pogon 2025. ili prije. Elektrane na ugljen koje bi zadnje ušle u pogon radile bi do kraja radnog

vijeka 2065., ako ne bi prije prestale raditi iz ekoloških, ekonomskih ili tehničkih razloga.

Potrebna zamjenska snaga od 1600 GW gornja je granica, koja ne uračunava eventualnu zamjenu termoelektranama opremljenim CCS instalacijama za odstranjivanje CO_2 iz izgaranja ugljena. Argumenti za isključenje CCS-a detaljnije su izneseni u radu iz 2018. godine. Može se očekivati da će rastuća svijest o štetnosti emisije dovesti do ranijeg izlaska iz pogona dijela elektrana pa je moguće da će se potrebna konačna zamjenska snaga približiti procjeni nuklearne industrije koja predviđa potrebnu snagu od novih 1000 GW (program Harmony). U radu su napravljene i procjene učinka budućih poreza na emisiju CO_2 koje mogu imati značajan utjecaj na ubrzanje procesa zamjene termoelektrana na ugljen nuklearnim elektranama.

Rad u 2018. godini

Zadnji rad iz 2018. polazi od novih podataka o globalnom zatopljenju, a posebice se osvrće na tzv. hiatus[5] i aktualizira rezultate grupe Meinshausen iz 2009. godine (*Nature* 2009.). Na temelju tih rezultata upozorava se da je vrijeme za ozbiljnu intervenciju kraće no što se misli, ne više od četiri do osam godina. Prema analizi u njihovu radu, svijet može emitirati 1000 Gt CO_2 nakon 2000. godine. Do 2006. od tog budžeta potrošeno je 234 Gt. Ako je godišnja emisija CO_2 od izgaranja fosilnih goriva, šumarstva i poljoprivrede 36,3 Gt, onda ćemo budžet potrošiti do 2027. godine ako želimo da globalno zatopljenje ne prijeđe 2 °C. Na raspolaganju imamo manje od deset godina za drastične redukcije emisije. Stoga imamo eksplicitan stav o fuziji i CCS-u. Ni fuzija, a pogotovo CCS ne stižu na vrijeme.

S obzirom na to da imamo obrazložen zaključak da jedino fisijska energija, obnovljivi izvori i štednja energije dolaze u obzir za pravodobno sprečavanje globalnog zatopljenja, razmatra se način sudjelovanja u pokrivanju potrošnje električne energije bez emisije CO_2. Kako dosad nije razvijen način spremanja velikih količina energije, predlaže se učešće nuklearne energije pokrivanjem bazne potrošnje, dok bi energija vjetra i Sunca pokrivale potrošnju ovisnu o vremenskim uvjetima. Rad sadrži prijedlog koji je zamišljen za povećanje prihvatljivosti nuklearne fisijske energije. Budući da zamjena svih elektrana na ugljen traži do 1600 GW nuklearnih elektrana, članak sadrži i prijedlog dodatnog osiguranja kvalitete prilikom izgradnje velikog broja nuklearnih elektrana.

Prikazani razvoj nuklearne sigurnosti kroz vjerojatno najvažniji indikator, godišnju vjerojatnost taljenja reaktorske jezgre, koja je kroz četiri desetljeća smanjena za tri reda veličine. No, nužno je osigurati kontrolu i sigurnost i u

[5] engl. *hiatus*, željeni ili neželjeni prekid kontinuiranog rada

svakoj bitnoj komponenti elektrane i provjeriti cjelinu elektrane. Nesreća na reaktoru u Fukushimi izbjegla bi se da se poštovala procjena visine cunamija. Nesreća u Fukushimi pokazuje kako za sigurnost nuklearne elektrane nije dovoljno da nuklearni dio postrojenja bude siguran. Elektrana kao cjelina mora biti sigurna.

Tablica 1.: Smanjenje godišnjih vjerojatnosti taljenja jezgre, najtežeg kvara na nuklearnoj elektrani

Razdoblje evaluacije	Reaktorska generacija	Godišnja vjerojatnost taljenja reaktorske jezgre
1969. – 1974.	generacija II	10^{-4} do 10^{-3}
1980-te godine	generacija nakon incidenta na elektrani TMI	10^{-4}
1996.	napredna generacija II (Sizewell B)	$2 \cdot 10^{-6}$
2010.	generacija III+ (AP 1000)	$5 \cdot 10^{-7}$

Kako je za zamjenu svih termoelektrana na ugljen nužno izgraditi više od tisuću nuklearnih elektrana, u radu iz godine 2018. predlaže se međunarodno odobravanje projekta od strane IAEA-e, koje bi prethodilo izgradnji ako postoji prekogranični rizik zbog pogona elektrane.

Zahvala

Profesori Vladimir Knapp i Dubravko Pevec imali su vodeću ulogu u koncipiranju i vođenju ovih istraživanja u svakoj fazi rada. Važan doprinos u prvom radu pripada dr. sc. Mariju Matijeviću, koji je tad radio na doktoratu. Dinka Lale i Boris Crnobrnja rade na doktoratima.

Publicirani radovi u okviru istraživanja o potencijalu fisijske energije u sprečavanju globalnog zatopljenja

Knapp. V, Pevec, D., Matijević, M. (2010): The potential of fission nuclear power in resolving global climate change under the constraints of nuclear fuel resources and once − through fuel cycles, *Energy Policy*, br. 38, str. 6793-6803.

Pevec, D., Knapp, V., Trontl, K., (2012): Long term sustainability of nuclear fuel resources, u: Revankar, S. T. (ur.)*, Advances in Nuclear Fuel. Intech,* Rijeka, str. 1-26.

Knapp, V., Pevec, D., Matijević, M., Crnobrnja, B., Lale, D. (2016): Long term fuel sustainable fission energy perspective relevant for combating climate change, *Journal of Energy and Power Engineering*, br. 10, str. 651-659.

Knapp, V., Pevec, D., Matijević, M., Lale, D. (2017): Carbon emission impact for energy strategy in which all non-CCS coal power plants are replaced by nuclear power plants, *Journal of Energy and Power Engineering*, br. 11, str. 1-10.

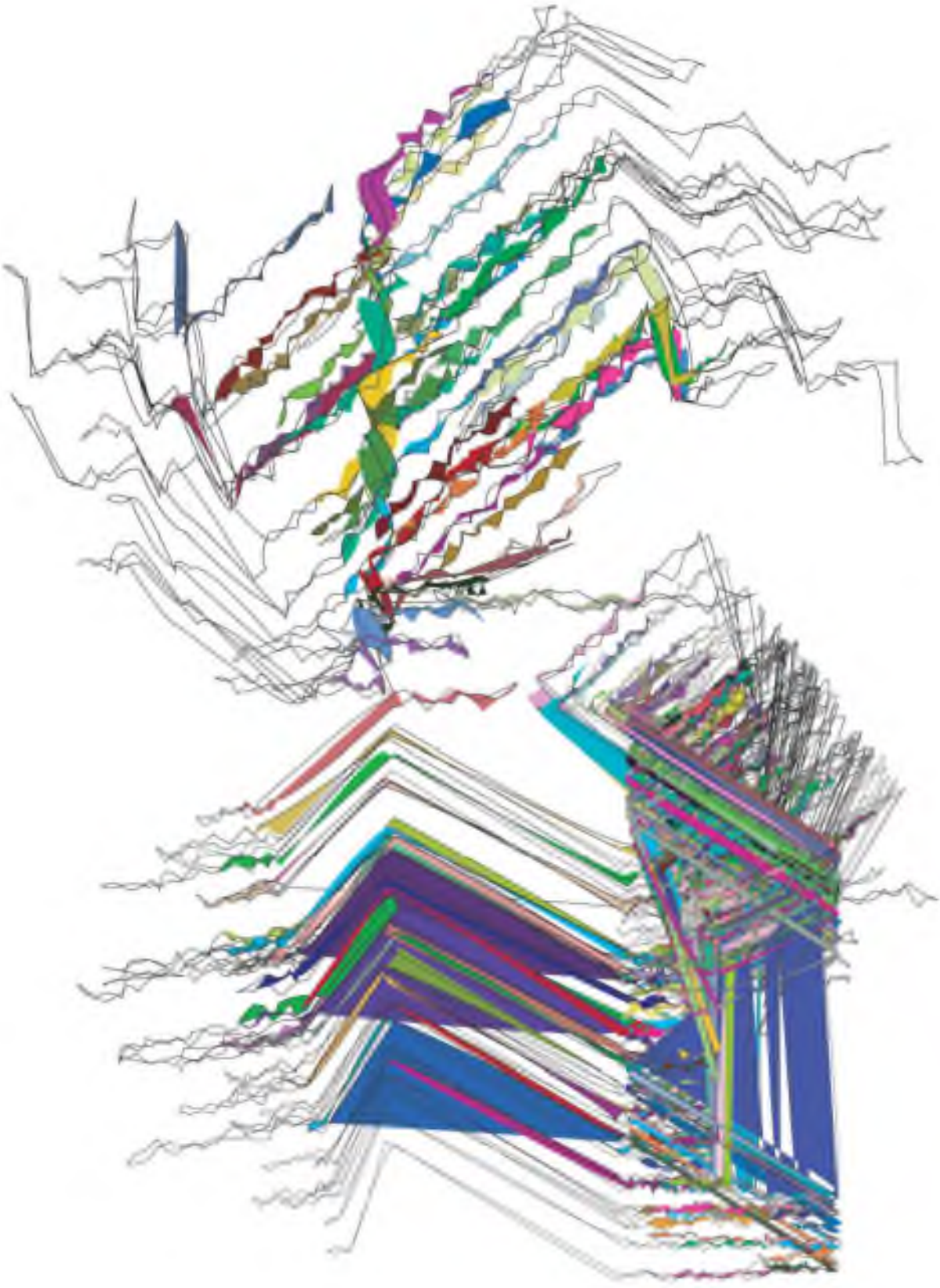
Knapp V. i Pevec D. (2018): Promises and limitations of nuclear fission energy in combating climate change, *Energy Policy*, br. 120, str. 94-99.

Nuclear Fission Energy to Stop Global Warming

Vladimir Knapp, Dubravko Pevec

Abstract: Nuclear fission as an energy source with emission of CO_2 is emerging as outstanding candidate for mitigating the effects of global warming. With about 450 reactors in operation it is well proven energy source reaching excellent safety records. It is ready for large scale deployment to cover about one third of the future electricity needs. Our study from 2010. has shown that uranium resources are adequate to cover this part of future electricity needs with well proven light water reactors without fuel reprocessing. This estimate was further confirmed by geological data in paper published in 2013. Based on these results paper published in 2017. analyses the very important issue of removal of all coal power plants by 2065. To replace coal by nuclear fission power required upper limit would be 1600 GW of conventional nuclear power plants. Paper published in 2016. deals with long term possibilities offered by thorium fuel cycle. It could introduce centuries of cheap and safe energy. Last paper in the line of argues from the data on the rise global temperatures that we cannot wait for nuclear fusion in order to stop the rise above 2 ˚C. Only way to stop the Earth overheating above 2 ˚C is nuclear fission in combination with renewable resources and energy saving. Neither nuclear fusion nor carbon capture could be developed in time.

Keywords: climate change, fission energy, replacement of coal power, thorium, fusion energy, CCS



Krešimir Cerovac

Inženjerstvo i filozofija inženjerstva

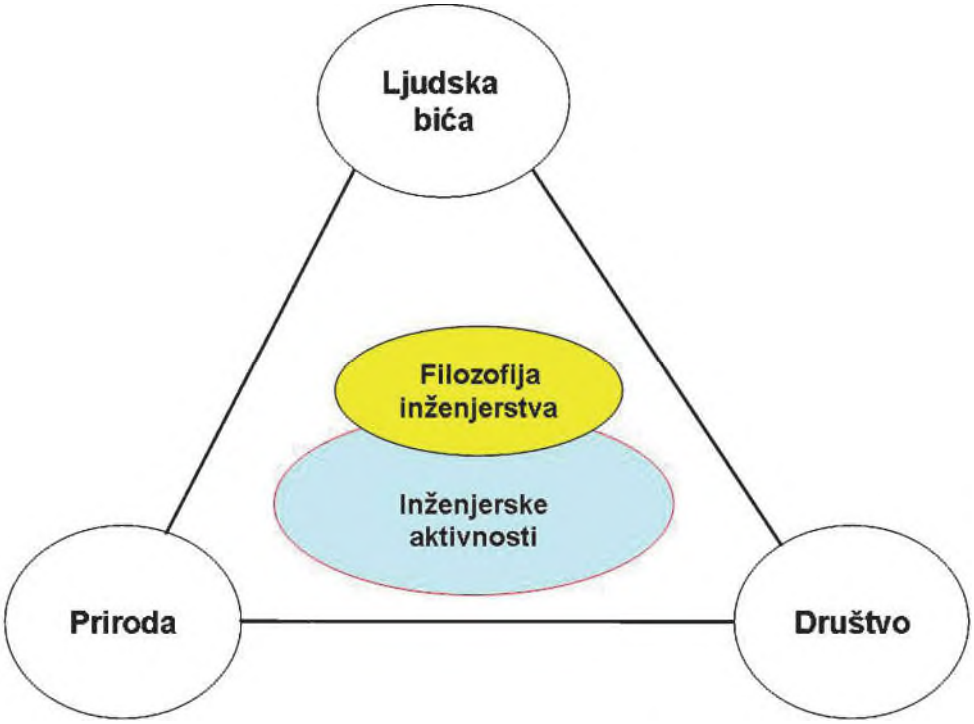
"Inženjerstvo: najfinija karijera za mladog čovjeka.
Inženjer pozna svu znanost."
Gustave Flaubert, *Rječnik primljenih ideja*

Sažetak: Iako se čini da su filozofija i inženjerstvo čudan par, u svijetu se sve više posvećuje pozornost filozofiji inženjerstva. Dok su u Hrvatskoj prirodnim znanostima i, u manjoj mjeri, tehnologiji posvećena određena filozofska istraživanja, dotle još uvijek ne postoji filozofsko promišljanje u svezi s inženjerstvom. U ovom se radu ukazuje zašto je filozofija važna za inženjerstvo, ali i obratno. Ponajprije, filozofija je potrebna da bi inženjeri mogli razumjeti i obraniti se od filozofskih kritika. Nadalje, zbog uređenog filozofskog karaktera inženjerstva, filozofija može djelovati kao sredstvo inženjerima za veće samorazumijevanje. Konačno, filozofija je potrebna kao pomoć inženjerima, jer se bave i profesionalnim etičkim pitanjima. No, s druge strane, filozofija inženjerstva može proširiti i obogatiti praktičnu filozofiju.

Ključne riječi: aspiracijska etika, etički kod, etika, filozofija inženjerstva, filozofija znanosti, filozofija tehnologije, inženjerstvo, praktična filozofija, prirodne znanosti, tehnologija, vrline

Uvod

Pojam 'inženjerstvo' podrazumijeva sve oblike čovjekove stvaralačke aktivnosti kojima se u danom trenutku prema određenom shvaćanju prirode poboljšavaju uvjeti življenja, preživljavanja, reprodukcije, razvitka i napretka ljudi i društva. Osim odnosa između ljudi i prirode, ono odražava i odnos između



Sl. 1.: Inženjerstvo se bavi odnosom priroda-ljudi-društvo

čovjeka i društva, pa ga zato treba promatrati i proučavati kao trostruki odnos 'priroda-ljudi-društvo', slika 1., i ne može se pojednostavnjeno, a što se ponekad čini, smatrati kao puku 'tehničku aktivnost' ili 'ekonomsku aktivnost', a također ne može biti sažeto sintagmom 'praktična primjena znanosti i tehnologije'.

Inženjerstvo sadrži mnoge filozofske implikacije i zato je opravdano razmatranje i formuliranje jedne zasebne filozofije, 'filozofije inženjerstva', kao područja odvojenog od filozofije tehnologije i filozofije znanosti i to barem iz triju razloga. Ponajprije, filozofija inženjerstva potrebna je da bi inženjeri bolje raščlanjivali prigovore na svoj račun i uspješno se (o)branili od raznih filozofski temeljenih kritika. Nadalje, inženjerstvu je danas potrebna jedna potpunija etika u smislu jasne filozofske discipline. I konačno, zbog inherentnog filozofskog karaktera samog inženjerstva odgovarajuće razrađena filozofija može inženjerima pomoći da sami sebe bolje razumiju.

Međutim, u svijesti mnogih inženjerstvo i filozofija jedno s drugim nemaju baš puno veze, pa, kako kaže Charles Percy Snow,

> "između ta dva zaljeva često postoji uzajamno nerazumijevanje; ponekad neprijateljstvo i odbojnost, ali najviše od svega nerazumijevanje." (Snow, 2000.)

No, pod Suncem, između neba i zemlje, nema ničega od čega, ili o čemu, filozofiranje, mudroslovlje ili razmišljanje o cjelini života i svijeta ne bi moglo

započeti. Ponajprije, neprijeporno je da se filozofija ne može isključiti iz aktualnih problema duha i vremena (Bošnjak, 1989., 38)[1]. Cilj je filozofije vidjeti kako se stvari u najširem mogućem smislu zajedno uklapaju u jedan cjelovitiji mogući smisao (Michelfelder, 2013., 91). U pravu je Gabriel Marcel kad kaže da je sklon zanijekati pravo filozofsko svojstvo svakom djelu u kojem nije uočljivo ono što se može nazvati "ugrizom stvarnosti" (Marcel, 1984, 75). Riječ je o 'konkretnoj filozofiji', koja je karakterizirana traženjem. Filozof koji se bavi samo poviješću filozofije nije filozof. Onaj koji nije iskustveno proživio neki filozofski problem, onaj koji nije bio s njim u prisnoj vezi, ne može znati što je taj problem značio za one koji su ga proživljavali. Filozofija treba biti nadogradnja iskustva. Ludvig Wittgenstein, nesuđeni inženjer aeronautike, iznosi slično razmišljanje:

> "Svrha je filozofije logičko pojašnjavanje misli. Filozofija nije teorija, nego aktivnost. Filozofsko djelo sastoji se bitno od rasvjetljavanja." (Wittgenstein, 1987.)

Uostalom, "ako ne postoje artefakti[2], onda nema ni filozofskih problema o artefaktima" (Inwagen, 1990, 128). Budući da je artefakt središnji koncept u inženjerstvu, time je također i u filozofiji inženjerstva.

Inženjerstvo uporabom novih tehnologija[3] ne povezuje čovječanstvo samo glede prostornih i vremenskih udaljenosti, nego također omogućuje prisnost i povezanost među ljudima, a o čemu se dosad nije ni razmišljalo. Međutim, za ovu je temu zanimljivo i razmišljanje nekih filozofa koji kritički govore o inženjerstvu. Slavoj Žižek govoreći o tehnološkom napretku razmatra ulogu inženjera u okviru napretka novih znanstvenih tehnologija, te raspravlja o transhumanosti kroz poroznu i neodređenu granicu međudjelovanja između humanog i nehumanog uključujući tu strojeve i ostale umjetne uređaje. Žižek prati putanju tehnofilije, opčinjenost tehnologijom i prevladavajuće uvjerenje da tehnologija unapređuje kvalitetu života povećanjem slobodnog vremena i umanjenjem mukotrpnog rada. Pritom postavlja pitanje: "Jesu li inženjeri nesvjesno unaprijedili opasan napad na ljudsku autonomiju?" (Žižek, 1998., 483) A Martin Heidegger je čak otišao tako daleko da je ustvrdio da su svi etički i estetski neuspjesi (onečišćenje, staklenički plinovi, ružne zgrade i sl.), utemeljeni u inženjerskom

[1]U navođenju literature u tekstu navodi se redom: autor, godina i stranica.

[2]Umjetni proizvod, tj. svaki objekt proizveden ili modificiran od čovjeka. Tu su uključeni također i objekti digitalnog okružja.

[3]Postoje različite definicije tehnologije. Iako se ovdje ne razmatra problematika tehnologije, u radu se podrazumijeva sljedeća definicija: "Tehnologija je primjena znanosti, koja se koristi za rješavanje problema. Pritom su tehnologija i znanost različiti subjekti, koji rade 'ruku pod ruku' da bi ostvarili određene zadatke ili riješili probleme. Tehnologija je i ljudsko znanje koje uključuje alate, materijale i sustave." (Mitcham, 1994., 12)

stajalištu prema svijetu, kojim zapravo reduciraju prirodu na resurse u dominantnom *Gestellu* (postavu) (Mitcham, 2008). Ta razmišljanja i mnoga druga ukazuju na opravdanost postojanja filozofije inženjerstva, te na potrebu da inženjeri, kao globalni građani, moraju sami sebi objasniti takve optužbe, ali najprije trebaju sebe shvatiti.

Svako ljudsko djelovanje može biti unaprijeđeno i oplemenjeno postojanjem jedne promišljajuće metarazine, intelektualne tvorevine, koju su filozofi sposobni popuniti i raspraviti. Filozofija je stvarnost koja se ne tiče samo stručnjaka. U takvom ozračju treba razmišljati i o filozofiji inženjerstva. Vremena i svijet se mijenjaju, pa se tako promijenilo i inženjerstvo, koje sve više opravdano postaje i područje filozofije. Ipak, filozofija inženjerstva kao disciplina još uvijek je nedovoljno istraženo područje, posebice u Hrvatskoj.

A filozofija bi trebala biti "nadgradnja iskustva, a ne njegovo sakaćenje" (Marcel, 1984., 91). Ukratko:

> "Moramo se baviti filozofijom inženjerstva upravo zbog istih razloga zbog kojih je bilo potrebno svojedobno baviti se filozofijom znanosti prije stotinjak godina." (Durbin, 1987., 308)

1. Važnost inženjerstva za društvo

Bez obzira na neke propuste, koji su dovodili do nesreća, pa i do katastrofa, inženjerstvo je tijekom cijele ljudske povijesti poticalo napredak civilizacije. Od obrađivača metala, koji su okončali kameno doba, pa do brodograditelja, koji su kroz putovanja i trgovinu ujedinili narode svijeta, prošlost je svjedok mnogih čuda inženjerske spremnosti. Inženjerstvo je najprisutnija djelatnost u svijetu, koja ima izravan i vitalan utjecaj na kvalitetu života svih ljudi. Ono uključuje imaginaciju i inovaciju te predstavlja izrazito kreativnu djelatnost. A inženjeri preoblikuju okoliš, isušuju močvare, grade brane, preusmjeravaju vodotokove, stvaraju infrastrukturu poput cesta, luka, željezničkih pruga i zračnih luka, osmišljavaju načine vađenja prirodnih resursa poput minerala i energenata, te razvijaju načine proizvodnje, prijenosa i uporabe energije. Obdaruju čovječanstvo sredstvima za prijevoz i komunikaciju, te odgovarajućim tehnologijama za svako područje djelovanja: od oružja do kuhanja, od videoigara pa do svemirskih istraživanja i putovanja. Transformiralo je i čovjekov osjećaj povezanosti s kozmosom, pa čak i izazvalo snove o rutinskim svemirskim putovanjima za obične ljude.

Doprinos inženjerstva društvu izvrsno je definirala Kraljevska inženjerska akademija Velike Britanije na sljedeći način:

> "Profesionalni inženjeri djeluju na poboljšanju blagostanja, zdravlja i sigurnosti ljudi uzimajući u obzir okoliš i održivost resursa. Oni izriču osobne i profesionalne obveze kako bi se poboljšala dobrobit društva putem iskorištavanja znanja i upravljanjem kreativnih timova." (Royal Academy of Engineering, 2007.)

Važno je uočiti da ta definicija govori o aktivnosti jedne skupine osoba, koja djeluje za dobrobit svih ljudi, a da se pritom ne spominju tehnološki artefakti. Ukratko: inženjerstvo, u svim svojim mogućim oblicima, predstavlja jednu od najmultidisciplinarnijih, najkreativnijih i najkonstruktivnijih primjena ljudske domišljatosti. Ono se razvija kao institucija, zanimanje i koncept. "inženjerstvo je velika profesija," rekao je Herbert Clark Hoover.[4]

Inženjerske odluke i aktivnosti imaju dalekosežan utjecaj na cjelokupno ljudsko društvo, ali unatoč svemu tome uočava se paradoks: inženjeri su u društvu neprimjetni, gotovo nevidljivi, bez obzira što njihova djelatnost ima najveći utjecaj na čovječanstvo. U medijima ne uživaju nikakav status. Mnogi zapravo i ne znaju što sve inženjeri čine, a javnost spoznaje veličinu značaja inženjerstva tek kad se dogode nezgode, primjerice, poput izlijevanja nafte u more, avionske nesreće ili prekida u opskrbi energijom. Inženjeri su izgubili svoju uočljivost kao pojedinci i umjesto toga postali korporacijski ljudi utopljeni unutar organizacije. Jedan od razloga zašto inženjerska znanja te sami inženjeri kao osobe, izazivaju uočljivo manju pozornost u odnosu na prirodne znanosti i znanstvenike je prevladavajuće stajalište, unutar i izvan akademske zajednice, da se inženjerstvo nalazi "nizvodno" u odnosu na temeljne prirodne znanosti. Prema takvom pojednostavnjenom shvaćanju, inženjerstvo se sastoji od oblika znanja i niza djelatnosti povezanih na neki način samo s primjenom znanstvenih spoznaja za rješavanje praktičnih problema.

Može se reći da je inženjerstvo paradigma nečega što je u velikoj mjeri podcijenjeno u zapadnom svijetu "visoke" kulture, odnosno, u kulturi ideja, obrazovanja, umjetnosti, morala i velikih monoteističkih religija. inženjeri su u prvom redu zainteresirani da učine svijet materijalno boljim mjestom i stoga su u tom pogledu na svoj način i utilitaristi. Estetičar i filozof Jean-Marie Guyau rekao je da je "inženjer Michelangelo budućnosti". (Dessauer, 1944.,

[4] "Velika je odgovornost inženjera u odnosu na ljude iz drugih struka, jer su njegova djela u javnosti, gdje ih svi mogu vidjeti. Njegova su djela, korak po korak, u tvrdoj stvarnosti. On svoje pogreške ne može zakopati u grob poput liječnika i ne može ih pretvoriti u puki zrak ili poput odvjetnika okriviti suca. Ne može ni, kao što to čine arhitekti, pokriti svoje neuspjehe s drvećem i vinovom lozom. također ne može, poput političara, zastrti svoje nedostatke okrivljujući za to svoje suparnike, te se nadati da će ih ljudi zaboraviti. Inženjer jednostavno ne može zanijekati da je to učinio. Ako njegovi radovi ne funkcioniraju, on je osuđen«" (Hubert Hoover, inženjer i 31. predsjednik SAD-a). Vidjeti: www.quotationspage.com/quote/40071.html (17. srpnja 2013.)

286) Mađarsko-američki matematičar i inženjer aeronautike Theodore von kármán, angažiran na stvaranju nadzvučnih i podzvučnih aviona, rekao je:

> "Znanstvenici otkrivaju svijet koji postoji, a inženjeri stvaraju svijet koji nikad nije postojao."[5]

2. Definicija inženjerstva

Inženjerstvo se, u pravom smislu riječi, pojavljuje tek u prvoj polovini XIX. stoljeća s industrijalizacijom Europe i Amerike i biva do kraja tog stoljeća utemeljeno kao profesionalna disciplina. Postoje razne definicije o tome što je inženjerstvo, a najstarija, iz 1828. godine, pripisuje se Thomasu Tredgoldu:

> "Inženjerstvo je vještina usmjeravanja velikih moćnih prirodnih resursa radi uporabe i čovjekove pogodnosti." (Mitcham, 1998., 27)

> "Inženjerstvo znači potrebno znanje i primijenjeni postupak, da bi se zamislio, projektirao, napravio, izgradio, upravljao, održavao, recikliralo ili povukao iz upotrebe neki tehnički značajan sadržaj predviđen za određenu svrhu (koncept, model, proizvod, uređaj, proces, sustav, tehnologija)." (Royal Academy of Engineering , 2010., 30)

Ipak, možda se najsveobuhvatnije može definirati kao sklop aktivnosti vezanih uz stvaranje artefakata (umjetnih proizvoda), odnosno kao skup aktivnosti u odnosu na artefakt na temelju transformacije prirodnog svijeta s pomoću znanstvenih načela i matematike. Američko društvo građevinskih inženjera definira inženjerstvo kao:

> "(...) profesiju u kojoj se poznavanje matematičkih i fizičkih znanosti stečenih tijekom studija, te iskustvo i praksa primjenjuju s rasuđivanjem da se razvije ekonomičan način korištenja materijala i prirodnih sila za progresivnu dobrobit *čovječanstva* u stvaranju, unapređenju i zaštiti okoliša, u pružanju objekata za život u zajednici, industrije i transporta, te u pružanju struktura za uporabu čovječanstvu." (American Society of Civil Engineers, 2008., 6)

Inženjerstvo 'nije' obrtnička kultura, ali 'nije' ni oblik znanstvene spoznaje, nego je način osiguravanja primjene (znanstvene) spoznaje, ali nije u pitanju samo 'puka' primjena te spoznaje. Ipak, često se stvara pogrešan dojam pa se

[5] Vidjeti: todayinsci.com/K/Karman_Theodore/KarmanTheodore-Quotations.htm (17. srpnja 2013.)

brkaju znanost, tehnologija i inženjerstvo.[6] Inženjeri su osobe koje "primjenjuju znanost, matematiku i ekonomiju da bi zadovoljili potrebe čovječanstva." (Rees, 2000.). Iako se inženjeri oslanjaju na matematiku, fiziku, kemiju itd., nije riječ o trivijalnom prelasku s tih znanstvenih teorija prema razvoju korisnih i pouzdanih artefakata.

Promatrano na dubljoj razini, središnja je stvar inženjerstva znati kako koristiti alat, odnosno primijeniti matematiku i fizikalne teorije kao alate. Bitan aspekt znanja (engl. *knowledge*) u inženjerstvu je znati 'kako' primijeniti i teoriju, znajući koja je teorija pogodna i koja su njezina ograničenja, te kako je prilagoditi u neidealnim situacijama. Upravo taj *know how*, a ne znanje matematike ili same teorije, temeljno je i karakteristično obilježje inženjerstva. Inženjer mora nastojati potražiti razložno i kritički izvedeno rješenje, koje uključuje razmatranje fizikalnih, subjektivnih i objektivnih elemenata određenog problema, te mora predložiti skup moralno prihvatljivih i mogućih rješenja, primjenjujući ono s 'najboljim' ishodom. Riječ je o pronalasku i stvaralaštvu te o razvoju proizvoda koji nisu prije postojali, a što slikovito najbolje opisuje citat:

> "Znanstvenik može otkriti novu zvijezdu, ali je ne može napraviti. Morat će zatražiti od inženjera da to učini!" (Glegg, 1969., 2)

Inženjerstvo je i znanost umjetnoga (Simon, 1963.). Dok je cilj prirodne znanosti da shvati svijet zbog dobrobiti čovječanstva, dotle je cilj inženjerstva promjena svijeta za tu dobrobit.[7] Inženjerstvo koristi i znanje koje daje znanost, ali unatoč široko rasprostranjenoj pretpostavci o suprotnom, inženjerstvo nije samo primijenjena znanost. Osnovnu razliku između prirodnih znanosti i inženjerstva pokazuje izjava Henryka Skolimowskog (Flegar, 2018.)[8]:

> "U prirodnim znanostima ispitujemo stvarnost koja je dana; u tehnici stvaramo stvarnost prema našim projektima. Da bih izbjegao zabunu, možda bih morao odmah naglasiti da te dvije stvarnosti nisu istoga reda. Da kažem jednostavno, u prirodnim se znanostima bavimo stvarnošću u njezinom temeljnom značenju; naša su istraživanja zabilježena u raspravama o onome što jest. U tehnici proizvodimo artefakte, pribavljamo sredstva za izgradnju objekata prema našim specifikacijama. Ukratko, prirodne se znanosti bave onim što jest, tehnika onim što će biti."

[6] Izvrsno razmatranje glede ove problematike nalazi se u Flegar (2018.).

[7] "Bit znanstvene djelatnosti je otkriće, bit tehnološke aktivnosti je izum, a bit inženjerske djelatnosti je kreativnost, odnosno izrada artefakata. [...] Odnos tehnologije i inženjerstva sličan je odnosu između znanosti i tehnologije.", Usp. John Heywood, *Philosophy and Engineering Education: A Review of Certain Developments in the Field*; Vidjeti: www.ifre.re.kr/board/filedown.php?seq=182 (16. studeni 2013.)

[8] Izvrstan rad koji opisuje problematiku odnosa inženjerstvo – znanost.

3. Glavne značajke inženjerstva

Inženjerstvo kao duboko kreativna djelatnost u svojem djelovanju obuhvaća četiri bitne dimenzije: temeljne (fundamentalne) znanosti, društvene (sociološke) znanosti, projektiranje (engl. *design*) i praktična ostvarenja (de Figueiredo, 2008., 10-12). Socijalna dimenzija inženjerstva ukazuje na to da su inženjeri i svojevrsni socijalni stručnjaci zbog sposobnosti prepoznavanja izrazito socijalne prirode svijeta u kojem djeluju. Stvaranje socijalne i ekonomske vrijednosti, te vjerovanje u zadovoljstvo krajnjih korisnika pojavljuju se kao središnje vrijednosti u toj dimenziji inženjerstva. Projektna dimenzija govori o inženjerstvu kao umjetnosti projektiranja. Mnogo je više na cijeni sustavno od analitičkog razmišljanja, kojim je obilježena tradicionalna znanost. Inženjerska praksa utemeljena je na holističkoj, kontekstualnoj i integriranoj viziji svijeta, a ne na djelomičnoj viziji, slika 2.

DRUŠTVENE ZNANOSTI Inženjer kao sociolog	TEMELJNE ZNANOSTI Inženjer kao znanstvenik
Inženjer kao projektant Projekt	Inženjer kao realizator Praktična realizacija

Sl. 2.: Četiri dimenzije inženjerstva

Unatoč neprijepornim dostignućima modernog inženjerstva, ipak je potrebno naglašavati da je inženjerski cilj u prvom redu promoviranje kvalitete ljudskog života. A danas inženjeri moraju biti ‘sposobni’:

- shvaćati da se njihov rad sučeljava s društvom i prirodnim okolišem, lokalno i globalno, a da bi mogli identificirati moguće izazove, opasnosti i utjecaje
- razumjeti doprinos svojeg rada u različitim kulturnim, društvenim i političkim uvjetima, te uzimati te razlike u obzir
- raditi u multidisciplinarnim timovima da bi modernu tehnologiju prilagodili zahtjevima koje nameće održivi razvoj, učinkovitost resursa, sprečavanje onečišćenja i upravljanje otpadom
- primijeniti holistički i sustavni pristup u rješavanju problema i biti sposobni odmaknuti se od tradicije razbijanja stvarnosti na razdvojene dijelove
- primijeniti profesionalno znanje u skladu s deontološkim načelima i univerzalnim vrijednostima i etikom
- pažljivo osluškivati zahtjeve građana i drugih zainteresiranih te im omogućiti da kažu svoje mišljenje o razvitku novih tehnologija i infrastruktura.

Očito je, dakle, da inženjerstvo nije samo pitanje matematike, fizike, projektiranja, proizvodnje i eksperimentiranja, nego da je riječ i o epistemologiji, etici i metafizici. Inženjerstvo često označava transdisciplinarni pristup u rješavanju postavljenih zadataka i uključuje i pitanje definiranja problema, a ne samo njegovo rješavanje. Riječ je o praktičnoj potrazi usmjerenoj u konačnici na stvarni svijet, a ne na idealizirane uvjete istraživanja poput onih u laboratoriju ili u uredskoj fotelji. Inženjerstvo je najinterdisciplinarnija i najmultidisciplinarnija profesija.

4. Praktična filozofija inženjerstva

Izazov za inženjerstvo nije samo preobrazba svijeta nego i izgradnja kritičkog razmišljanja što zapravo znači biti inženjer.

> "Prema riječima velikog španjolskog filozofa Joséa Ortege y Gasseta, u prvoj filozofskoj meditaciji o tehnologiji, biti inženjer i samo inženjer je potencijalno sve, a ustvari ništa. Naš rastući inženjerski duh poziva sve nas, inženjere i neinženjere, da dublje razmišljamo o tome tko smo i što zapravo želimo postati." (Mitcham, 2014.)

Potrebno je proširivati razmišljanje o inženjerstvu i među samim inženjerima kroz filozofski pristup, što može biti važno za društvo.

Filozofija dosad nije posvećivala previše pozornosti inženjerstvu, a ono je opet nesvjesno ignoriralo filozofiju. Dok je filozofija prirodnim znanostima, te u manjoj mjeri tehnologiji, posvećivala određena razmatranja, dotle su još uvijek rijetka filozofska promišljanja u svezi s inženjerstvom. ipak, polako se popunjavaju praznine između filozofije i inženjerstva, pa filozofija, sa svoje strane, biva sve otvorenija za inženjerske misli i praksu. Potrebno je, međutim, posebno naglasiti da filozofija inženjerstva nije jednostavno filozofija tehnologije, nego je primjena metodologije i koncepata filozofije kao znanosti na područje inženjerstva.

Filozofija znanosti prethodi filozofiji inženjerstva, ali to ne znači da su kategorije i okviri te filozofije logični prethodnici za postavke filozofije inženjerstva. Naprotiv, moguće je da su neke nove kategorije i okviri, potaknuti i raspravljani u području filozofije inženjerstva, temeljniji od onih koji proizlaze iz filozofije znanosti. Štoviše, filozofija inženjerstva trebala bi biti paradigma za filozofiju znanosti, a ne obratno (Goldman, 1990., 125-152). Filozofija inženjerstva nastoji svoj subjekt shvatiti kao racionalni pothvat te stoga nije nuđenje koncepcije što bi inženjeri trebali biti, nego pokušaj da se pokaže što je

inženjerstvo, bez pokušaja da pritom postane samo puki dio filozofije (ili sociologije) tehnologije.

Odvajanje filozofije od inženjerstva, dakle, na neki način, teorije i prakse, potpuno je umjetno. Riječ je o komplementarnim aspektima sa zajedničkim ciljem sudjelovanja u razvoju i napretku ljudskog bića: filozofija iz dubokog promišljanja i kroz stalnu samokritiku, a inženjerstvo kroz inovacije i kreativnost. Zbog toga nije primjereno odvajanje inženjerstva od društvenog konteksta, odnosno od filozofskih promišljanja, pa filozofi i inženjeri sve više i više uočavaju da filozofija inženjerstva ima veliku važnost. Inženjerstvo je izravna proizvodna snaga i u njegovoj praksi ne uspostavljaju se samo odnosi između čovjeka i prirode nego i između različitih osoba te između pojedinaca i društva, što znači da postoje mnoga važna i duboka filozofska pitanja u svezi s inženjerstvom. Inženjeri projektiraju i stvaraju mnoge objekte s kojima ljudi žive i zato se u inženjerstvu, kako je već rečeno, pojavljuju sve vrste etičkih, estetičkih, društvenih, političkih, epistemoloških, fenomenoloških, antropoloških, ontoloških i metafizičkih pitanja.

U razmišljanju o filozofiji inženjerstva potrebno je dakle razlučiti odnos inženjerstvo-znanost-tehnologija: filozofija inženjerstva i filozofija tehnologije nisu dio filozofije znanosti:

> "Da bih u potpunosti izrazio svoje viđenje odnosa između znanosti, tehnologije i inženjerstva, skovao sam pojam triizam prema kojem su znanost, tehnologija i inženjerstvo tri različite vrste aktivnosti. Znanost se ne smije pomiješati s tehnologijom, a tehnologiju ne treba brkati s inženjerstvom. Na temelju tog triizma ili trihotomije znanosti, tehnologije i inženjerstva, prirodno je da ne postoji samo filozofija znanosti i filozofija tehnologije, već i filozofija inženjerstva." (Li Bocong 2002., 3-6)

Filozofija tehnologije autonomna je u odnosu na filozofiju znanosti, a samo rubno obuhvaća i sadržaje koji pripadaju filozofiji inženjerstva. Neprijeporno je da osim filozofije znanosti i filozofije tehnologije svoje opravdanje ima i filozofija inženjerstva kao autonomni pristup (van de Poel, 2010.). S epistemološkog stajališta, znanstveno promišljanje, tehnološko promišljanje i inženjersko promišljanje tri su različita stila promišljanja, odnosno znanstvene spoznaje, tehnološka znanja i inženjerska znanja dvije su različite vrste znanja.[9] Znanost slijedi istinu, dok inženjerstvo slijedi korist za društvo. Odnos inženjerstva prema znanosti sličan je odnosu matematika – fizika (Goldman, 1990., 127).

[9] Autorovo stajalište.

> "Filozofija je kao inženjerstvo ... u pitanju su prije svega teme gdje teorija i dokazi nisu u savršenom suglasju i gdje nas praktične potrebe sile da razmatramo teorije za koje znamo da ne mogu biti u potpunosti točne. Prihvaćamo te nesavršene teorije, jer nam je potrebno neko uvjerenje da bi nas vodilo u praktičnim pitanjima." (van de Poel, 2010.)

"Inženjeri su neprepoznati filozofi u postmodernom svijetu," ustvrdio je Carl Mitcham, jedan od vodećih američkih filozofa tehnologije i inženjerstva (Mitcham, 1994.). On se pita zašto je filozofija uopće važna za inženjerstvo pa odgovara:

> "U konačnici i najdublje to je zato što je inženjerstvo samo po sebi filozofija, te zato što kroz filozofiju postaje potpunije." (Mitcham, 1998.)

Ako inženjeri istinski žele sebe razumjeti, svoju profesiju i svoju ulogu u društvu, trebaju u svoje obrazovanje uključiti i studij filozofije. A filozofija je potrebna inženjerstvu iz najmanje triju razloga. Ponajprije zbog toga da bi inženjeri mogli shvatiti i braniti se od filozofskih kritika.[10] Nadalje, potrebna je da bi se mogli suočiti s profesionalnim etičkim problemima i baviti se njima.

Filozofija inženjerstva sadrži 'metafizičku' (ontološku) dimenziju, jer istražuje prirodu umjetnog proizvoda (artefakta), kao i mereologiju (odnos dio-cjelina), zatim strukturu, funkciju, životni ciklus, nastanak procesa i proizvoda, potrebu i zahtjeve, uspjeh i neuspjeh, projektiranje i planiranje. Može se postaviti pitanje postoji li zajednički skup ontoloških pretpostavki i postavki za svu raznolikost aktivnosti koje se nazivaju inženjerstvo. Upravo je teza da su znanost, tehnologija i inženjerstvo tri različite vrste djelatnosti utemeljena u ontologiji inženjerstva.

Nadalje, filozofija inženjerstva ima i 'gnoseološku' (epistemološku) dimenziju, jer se, čak i ako to nije njezin pravi posao, zanima za prirodu i djelokrug znanja u inženjerstvu, te je li u inženjerstvu moguća spoznaja. Jedno od ključnih pitanja filozofije inženjerstva tiče se inženjerskog znanja: Koja je priroda i uloga znanja u inženjerstvu? Je li znanje korišteno u inženjerstvu jednostavno

[10] Ističe se da bi inženjeri trebali više razmišljati o čestim antidemokratskim posljedicama svojih velikih pothvata, ali ne poslije, nego prije nego što ih poduzimaju. Govori se o "socijalnom zatočeništvu inženjerstva". Usp. Ibo van de Poel, David E. Goldberg (ur.), *Philosophy and Engineering*. *An emerging agenda*, str. 45. Inženjere se optužuje za mnoge od svjetskih zala. Martin Heidegger čak je otišao toliko daleko pa je tvrdio da su mnogi etički i estetski propusti utemeljeni na temeljnom inženjerskom stajalištu prema svijetu, koje svodi prirodu na resurs u tzv. dominirajućem postavu (njem. *Gestell*). Usp. William Grimson, *Engineering − An Inherently Philosophical Enterprise*, arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=diraaart (5. prosinca 2013.).

znanstveno znanje primijenjeno na praktične probleme? Stvaraju li inženjeri novo znanje? S motrišta filozofije posebice je važna 'etička dimenzija', jer se bavi pitanjima metaetike i etike primijenjene na vrlo različite aktivnosti koje se smatraju dijelom inženjerstva. Filozofija inženjerstva ima i 'estetsku' dimenziju, jer su neki od predmeta industrijskog dizajna povezani s pitanjem ljepote, umjetnosti, uživanja, emocija itd., te ima čak i dimenziju koja se odnosi na filozofiju jezika, jer inženjeri na osobit način koriste jezik. Filozofija inženjerstva ima i dimenziju 'političke filozofije', kad proučavajući vladinu politiku prema tehnologiji postoje implikacije za pojedince i zajednice, intelektualno vlasništvo, za prava i obveze inženjera. Filozofija inženjerstva ima također i 'logičku' (metodološku) dimenziju jer inženjerstvo je duboko povezano s metodologijom i zahtijeva raspravu o različitim metodološkim problemima, s obzirom na to da svaki oblik inženjerstva ima svoje logičke posebnosti. Konačno, filozofija inženjerstva ima čak i hermeneutičku dimenziju ako se prihvati da inženjeri nisu toliko "lingvistički naivni" kako se ih ponekad smatra.

5. Etika inženjerstva[11]

'Etika' je normativna znanost, zbroj tvrdnji, sudova koji su usmjereni na upravljanje određenim činima, pa stoga etika moralnom životu ne pristupa opisno, nego normativno. Ona traži okvirne principe odgovornog djelovanja. Norme odlučuju o specifičnom karakteru etike. Etika prije svega pripada filozofiji, koja proučava ljudsko ponašanje, koje je prihvaćeno pod određenim moralnim aspektom. A moral, koji je predmet izučavanja etike, u svojoj biti predstavlja specifičnu formu ljudske prakse odnosno oblik djelatnog praktičnog odnosa čovjeka prema sebi i drugima:

> "Etika i moral su slični, ali ipak različiti. Moralnost uključuje osjetljivost za potrebe drugih ... i odgovornost za brigu." (Speight, 2011., 16)

> "Etika se ne usredotočuje na ono što ljudi misle, nego na ono što bi trebali misliti ili činiti. Etička znanost je temeljito, sustavno proučavanje mjerila za prosuđivanje ispravnih i pogrešnih, dobrih i loših načela, načina vođenja i do koje mjere ćemo ili trebamo ići." (Speight, 2011., 1)

[11] Ovom se problematikom bavi i nekoliko radova objavljenih u Hrvatskoj. Među ostalim se ističu:
Marijana Kolednjak, Ivana Grabar: Inženjerska etika u procesu rješavanja problema – Engineering ethics in the process of problem-solving, *Techical Journal*, 8, 2014.
Ljerka Tomljenović, Anita Stilin, Saša Hirnig: Business and engineering ethics – similarities, differences and challenges, *DIEM*, 1, 2015.
Neven Lovrin, Željko Vrcan: Some Considerations About Engineering Ethics, *Strojarstvo*, 51 (3), 2009.

Norme, dakle, odlučuju o specifičnom karakteru etike i, prema tome, jedan je od osnovnih problema etike pitanje podrijetla i sadržaja moralnih normi. Općenito uzevši, može se reći sljedeće glede te problematike:

> "Etika inženjerstva sastoji se od odgovornosti i prava koja trebaju biti podržana od strane onih koji se bave inženjerstvom, kao i od poželjnih ideala i osobnih obveza u inženjerstvu. ... Ta je etika proučavanje odluka, politika i vrijednosti moralno poželjnih u inženjerskoj praksi i u istraživanju." (Martin, 2010., 8)

Neprijeporan je golem doprinos inženjera glede unapređivanja i razvitka blagostanja u društvu, no, istodobno, njihov rad može biti i uzrok velikih ljudskih patnji.[12] Stoga snose iznimno veliku odgovornost i moraju biti svjesni etike u svojem profesionalnom radu i ne smiju, primjerice, imati na umu samo stjecanje profita. Inženjer treba djelovati prema etičkim načelima kad planira (primjerice, pitanje ekologije), kad projektira i usmjerava industrijske procese (smanjivanje svih oblika rizika), te kad se sučeljava sa svojim profesionalnim okruženjem (klijenti, troškovi, kolege, javnost itd.). Budući da je inženjerstvo i društvena disciplina, ne može se prosuđivati samo po tome kako djeluju njegovi artefakti nego i po tome kako oni utječu i služe u svezi s pitanjima društvenih vrijednosti. Sve što inženjeri čine uvijek je i predmet moralnog vrednovanja. U svakom projektu postoji temeljno pitanje odnosa između tehničkih razmatranja i očitih etičkih razmatranja poput sigurnosti ljudskog života, sreće i blagostanja. Tehnologija i inženjerstvo usko su povezani i ne postoji inženjerstvo bez tehnologije. Ipak, postoji znatna razlika gledano s etičkog motrišta jer inženjerstvo uvijek uključuje i razne netehnološke čimbenike, odnosno predstavlja jedinstvo tehnoloških i netehnoloških čimbenika, a, ponekad, 'netehnološki čimbenici' igraju najvažniju ulogu. Opasnost je da inženjeri zaborave da tehnička domišljatost nije sama po sebi cilj.

Od 1960. godine članovi filozofskih zajednica, posebice u SAD-u, optužuju inženjere zbog omogućavanja izgradnje nuklearnog oružja koje može uništiti civilizaciju, zbog proizvodnje transportnih sustava koji štete urbanoj kulturi i okolišu, zbog projektiranja komunikacijskih tehnologija koje omogućuju vladama i privatnim korporacijama nadzor nad privatnošću, zbog stvaranja sve moćnijih računala koja depersonaliziraju ljudski život itd. Nadalje, inženjeri u cjelini, tvrde kritičari, onečišćuju prirodni svijet otrovnim kemikalijama i

[12] "Svi su tehnološki proizvodi neka potencijalna opasnost i zato je inženjerstvu svojstvena rizična djelatnost. Da bismo ukazali na tu činjenicu i pomogli u istraživanju njegove etičke implikacije, predlažemo da se inženjerstvo promatra kao eksperimentalni proces. To, naravno, nije eksperiment u laboratoriju u kontroliranim uvjetima. Umjesto toga, to je eksperiment društvenih razmjera koji obuhvaća ljudske subjekte." Usp. Mike W. Martin, Roland Schinzinger: *Introduction to Engineering Ethics*, McGraw-Hill, New York 2010., str. 77. (ova rečenica pripada fusnoti br. 12)

stakleničkim plinovima, a civilizirani svijet preplavljuju ružnim zgradama i beskorisnim potrošačkim proizvodima (Jeronimo, 2013., 116).

Martin Heidegger u ranim je spisima naglašavao prvenstvo prakse nad teorijom, pa bi se to moglo, možda, tumačiti i kao podrška inženjerskom pristupu (Dias, 2003., 389-396). Prihvaćao je tradicionalnu tehniku (tehnologiju?), ali bio je kritičan prema znanstveno utemeljenoj modernoj tehnici i smatrao je da je u njoj sve (uključujući i čovjeka) samo puki resurs. Preispitivanje tehnologije u praksi nije jednostavan zadatak. Ono ne uključuje samo područja kao što su društveno prihvatljive razine rizika, nego i pitanja pravednosti i vrijednosti. Usto postoji potreba za zajedničkom raspravom i konsenzusom, a što je sve teško danas postići. S obzirom na sveprisutan i značajan utjecaj tehnologije na ljudske živote i društvo, kao sastavni dio svoje prakse, inženjeri su pozvani kao korisnici tehnologije uključiti se u takvo preispitivanje. Kao što je Heidegger primijetio: "prespitivanje je pobožnost misli" (Heidegger, 1997., 3-36).

Najžešći kritičari tehnologije, uz pobornike zaštite okoliša, u velikoj su mjeri filozofi, a ponekad su jedni i drugi nerealni u nekritičnom odbacivanju tehnologije. Inženjeri bivaju čak optuživani za svjetsku ekonomsku i financijsku krizu (Heidegger, 1997., 3-36).[13] Inženjeri moraju biti svjesni moralnih načela u svojem profesionalnom radu.

> "Etika inženjerstva ... je proučavanje moralnih vrijednosti, pitanja i odluka uključenih u inženjerskoj praksi." (Baura, 2006., 6)

Razumijevanje etike kao neraskidivog dijela inženjerskog rada prvi je korak glede njihove sposobnosti da odgovore na mnoga etička pitanja. To je imperativ, koji se može označiti kao etika inženjerstva i koja se razlikuje od etike tehnologije. Tehnologija uvijek, poput znanosti, postavlja pitanje o tome treba li njezina određena znanja iskoristiti i primijeniti, te kako i u kojoj mjeri. Etika inženjerstva obuhvaća niz čimbenika, koji mogu utjecati na proces donošenja odluka pojedinih inženjera, kao i na postupke inženjerskih ustanova. Riječ je o proučavanju mnogih odluka, politika i moralno poželjnih vrijednosti, koje se javljaju u inženjerskoj praksi i istraživanju, a sastoji se od odgovornosti i prava, koja bi trebala biti usvojena od onih koji su uključeni u inženjerstvo, a također se sastoji od ideala i osobnih privrženosti inženjerstvu.[14] Ta etika znači sposobnost i odgovornost inženjerske prosudbe glede neke odluke u kontekstu općeg blagostanja u društvu.

[13] "Živimo u kapitalizmu, koji se odlikuje svojom privrženosti doktrini šoka. Kapitalizam obznanjuje seriju kriza kojima se akumulira prekomjerni špekulativni profit. Takvu nedaću kapitalizam širi svojim karakterističnim šokom potpomognutim tehnologijama koje su izvan nadzora. Računalni znanstvenici, matematičari, 'inženjeri', čak i lingvisti, sad su dio financijskog kasina i oni su, zajedno s tehnolozima, odgovorni za sadašnju krizu." (preveo i istaknuo K. C.)

[14] Autorovo mišljenje.

Iako je golem utjecaj inženjerstva na ljudske živote, ipak je etika inženjerstva nedovoljno razvijena u obliku strože i (sve)obuhvatnije discipline. Tradicionalna se etika sastoji još uvijek uglavnom od tzv. 'preventivne etike' ("regulatorne etike" − etički kodovi) (Harris, 2008., 153), u kojoj je naglasak na sprečavanju katastrofa i neprofesionalnog inženjerskog ponašanja. U preventivnoj etici primarni utjecaj imaju profesionalni propisi[15] postupanja i ponašanja, odnosno aktualna preventivna etika uglavnom je izražena u smislu pravila (propisa), a ta su pravila najčešće negativnog usmjerenja, odnosno nešto zabranjuju. Tako, primjerice, 80 % propisa Nacionalnog udruženja profesionalnih inženjera (NSPE)[16] u SAD-u sadrži odredbe koje imaju negativan i zabranjujući karakter. Usto, svi etički kodovi sadrže temeljni zahtjev glede obraćanja pozornosti na sigurnost, zdravlje i dobrobit javnosti, te nastojanja poštivanja načela održivog razvoja. Ti se propisi (kodeksi) temelje ponajprije na procesnoj etici[17] deontološke i utilitarističke vrste, premda ponegdje postoje i elementi tzv. etike vrlina, kao i neke druge vrste etičkih sustava. Relevantni dijelovi kodeksa posvećeni su zapravo strukturnom inženjerstvu[18]: zahtijevaju stručnost i propisuju odgovornost (i kazne) za neuspjeh. Međutim, svi ti kodeksi podrazumijevaju u osnovi mehanistički pogled na svijet, odnosno nisu potpuna zamjena za odgovornosti pojedinca u borbi s konkretnim dvojbama, a neizbježno sadrže znatna područja neodređenosti. Nijedan kod ne može biti potpuno sveobuhvatan i pokriti sve moguće etičke situacije s kojima se profesionalni inženjer vjerojatno susreće. Umjesto toga, kodovi služe kao polazna točka za etičko donošenje odluka. Oni su i dalje od vitalne važnosti za inženjerstvo i ne mogu biti napušteni, štoviše, treba ih pojačati u svjetlu tehnološkog napretka.

> "Kodeksi profesionalne etike mogu se smatrati kao kolektivno priznanje odgovornosti pojedinih praktičara, ali ne mogu se primjenjivati kao kuharice za rješavanje složenih problema. No, umjesto toga vrijedni su u naznačavanju čimbenika koje treba razmatrati." (Martin, 2010., 44)

[15] Za ilustraciju može poslužiti *Code of Ethics for Engineers* (dijelovi su *Preamble*, *I. Fundamental Canons*, *II. Rules of Practice*, *III. Professional Obligations*), koji je propisao National society of Professional Engineers (SAD). U taj kodeks ugrađena je 2007. godine obveza poštivanja održivog razvoja. www.nspe.org/Ethics/CodeofEthics/index.html (5. prosinca 2013.)

[16] NSPE kod model je za etičke kodove mnogih drugih profesionalnih inženjerskih društava.

[17] Procesna etika (konceptualna etika) vrednuje jesu li, primjerice, ekološka održivost, socijalna pravda, zdravlje i sigurnost, energetska učinkovitost i sl. uključeni u procjenu projekta. U tu etiku uključen je, dakle, socijalni princip: odgovornost za okoliš i odgovornost za kvalitetu života (Murphy, 2015., 274).

[18] Pojam 'strukturno inženjerstvo' vezan je uz projektiranje velikih struktura, koje moraju izdržati utjecaje i čimbenike iz okoliša te istodobno biti sigurne, pouzdane, kvalitetne i stabilne tijekom uporabe. Tipični su primjeri velike zgrade (neboderi!), mostovi, transformatorske stanice, elektrane i slično. Etički kodovi glede inženjerstva pisani su pod utjecajem i u duhu strukturnog inženjerstva.

No, ta razina etičkog diskursa prihvaća opću zakonitost inženjerskih projekata, ali, primjerice, ne poteže pitanje je li neki projekt u cjelini svrhovit i prikladan s motrišta društvenog dobra. Osim toga, prisutan je i kontraktualizam: ako neki aspekt inženjerskog djelovanja nije izravno zakonski zabranjen smatra se prihvatljivim. Profesionalna etika obuhvaća različite aktivnosti kao što su sljedeće:

- inženjerstvo kao društveni eksperiment
- inženjeri i odgovornost za sigurnost
- uloga inženjera, menadžera, savjetnika itd.
- prava inženjera
- odgovornost prema poslodavcu[19]
- globalna pitanja i nedoumice.

Očito je da preventivna etika, koja, neprijeporno, može imati i dalje značajan utjecaj glede smanjenja slučajeva neprofesionalnog ponašanja inženjera, nije dovoljno sveobuhvatna. Može se općenito reći da etika inženjerstva treba povezivati vrijednosne analize te objašnjenje primjene njezinih rezultata na cjelokupnu inženjersku struku.

Usto, postoji tendencija da inženjeri prihvate kao zadano motrište u razmatranju etičkih problema kalkuliranje posljedica i rizika, dakle račun posljedica. Filozofska osnova tog pristupa u etici je tzv. konsekvencijalizam, čija se temeljna priroda može specificirati na sljedeći način: Pretpostaviti neko dobro kao ljudsko dobro, a zatim nastojati utvrditi čin koji će uvećati do krajnosti to dobro; taj čin je (po definiciji) čin najveće korisnosti te (po etičkim odredbama) ispravan čin.

U razmatranju etičkih problema često se koristi i tzv. kontraktualizam. U središtu tog moralnog gledišta je pojam pravednosti, koji se uopće ne brine o posljedicama čina, nego određuje održavanje određenog pravila, koje se smatra moralno ispravnim. Kriterij moralnosti nije dobar cilj, nego ispravno postupanje koje se temelji na nekakvom ugovoru djelovanja prema pravednim regulama. Ako neki aspekt inženjerskog djelovanja nije izravno zabranjen, smatra se prihvatljivim.

6. Aspiracijska etika inženjerstva

Većina etičkih problema vezanih uz inženjerstvo može biti riješena primjenom temeljnih pretpostavki profesionalnih kodeksa. Ipak, neki aspekti inženjerske stručnosti, kao što su osjetljivost na rizike, svijest o društvenom kontekstu tehnologije, poštivanje prirode, te opredjeljenje za opće dobro, ne mogu biti adekvatno obrađeni u okviru propisa, a sigurno ne u okviru negativnih izričaja

[19] Ovdje se javlja za inženjerstvo vrlo aktualno pitanje tzv. zviždača, odnosno zaposlenika koji zbog priziva savjesti ne želi prihvatiti određenu djelatnost kompanije i o tome izvješćuje javnost, najčešće preko medija. U nekim zemljama, primjerice SAD-u, "zviždači" su zaštićeni posebnim zakonom.

koji čine glavni dio kodeksa. Neprijeporno je da se koncept inženjerske etike mora proširiti izvan "udobnih" kodova individualnog ponašanja. Postoje mišljenja da se inženjeri nisu dovoljno angažirali u etičkoj analizi svojih aktivnosti (Bowen, 2009., 3), da moraju usvojiti pozitivniji način života (Bowen, 2009., 74) i preuzeti odgovornost za ishode svojih aktivnosti (Bowen, 2009., 26).

Mora se uspostaviti novo razumijevanje o tome što sve čini etičko ponašanje inženjerske profesije. Profesionalna etika podrazumijeva više od sprečavanja katastrofa i profesionalnih pogrešaka pa stoga treba biti dopunjena novom, tzv. 'aspiracijskom etikom'[20], kakvu mnogi zagovaraju (Bowen, 2009.), a kojom bi se u inženjerstvu ispravile postojeće neuravnoteženosti između tehničke inventivnosti i pomaganja ljudima, odnosno koja daje prednost ljudima. Aspiracijski bi pristup trebao potaknuti promjenu stajališta kako bi se promicala osobna etička odgovornost svakog inženjera (Bowen, 2009., 92), a trebao bi se oblikovati s pomoću skupa vrlina. A od osobe koja "iskreno posjeduje vrlinu očekuje se da to manifestira kroz raspon svojih aktivnosti" (Bowen, 2009, 79). Razvoj vrlina (krjeposti) stoga je od ključne važnosti u motiviranju aspiracijske etike. Dvije vrline, koje bi posebice trebale biti važne u aspiracijskoj etici za razvitak društva, jesu empatija i suosjećanje. Empatija se manifestira na više načina, ali jedan od najvažnijih je sposobnost slušanja onih kojima je tehnologija namijenjena.

> "Unatoč neporecivim dostignućima modernog inženjerstva, moramo se uvijek sjetiti da je glavni cilj inženjera promicanje kvalitete života. Za nas je izazov razvoj aspiracijske etike za našu profesiju i ispravljanje postojećeg neuravnoteženog davanja prioriteta tehničkoj domišljatosti u odnosu na pomaganje ljudima." (Royal Academy of Engineering, 2007., 2)

Aspiracijska etika je etika koja ima pozitivniju orijentaciju i njezin je fokus na razvijanju profesionalnog karaktera. Aspiracijska etika bavi se vrlinama (krjepostima) koje imaju korijene u profesionalnom inženjerskom radu. Vrline odgovarajuće za inženjere spadaju u tri kategorije: kompetencije, osjetljivosti i obveze. Ta bi etika trebala nadići ograničenja tradicionalnih etičkih pogleda i uzeti u obzir etičke poglede iz drugih profesija.

Inženjerstvo treba proširiti svoj diskurs tako da proširi i razvije sebi svojstvena vrijednosna razmatranja koristeći pritom iskustva drugih područja ljudskog djelovanja, koja već imaju razrađeniju etiku (primjerice, medicina). Jedan je od problema preventivne etike činjenica da u njoj ne postoji definicija 'javnosti' prema kojoj inženjeri snose u prvom redu odgovornost. Etika današnjeg tehničkog doba, odnosno etika inženjerstva, koja je praktična filozofija, mora

[20]Nastojanje da se ostvari idealno rješenje. Ponekad u literaturi označeno i kao 'moral aspiracija', to jest, motiviranost u potrazi za dobrim, a kao sučeljenje s 'moralom obveza', odnosno, s onim što proizlazi iz osjećaja dužnosti. Snažna želja da se postigne nešto visoko ili veliko.

biti cjelovitija etika, etika koja domišlja posljedice inženjerskog djelovanja, ali istodobno treba ostati i etika, koja uzima u obzir da je ljudski umni kapacitet za taj cilj preuzak, ograničen. U stvaranje aspiracijske etike trebaju se uključiti svi antropološki te duhovni i socijalno-znanstveni čimbenici.

Nova aspiracijska etika znači razumijevanje svrhe etičkih statuta i život u skladu s tim etičkim standardima. Važan aspekt aspiracijske inženjerske etike treba biti naglasak na odgovornosti prema drugima. Treba se temeljiti na 'osobnoj savjesti', odnosno na 'osobnoj posvećenosti (opredjeljenju)'. Aspiracijska etika treba, dakle, unapređivati ideale i odnosi se na stručne vrline, a ne samo na pravila i propise. Oni su utemeljeni, to jest, u osobinama karaktera. To znači da su utemeljeni na onome što se tradicionalno nazivalo vrlinama. A prva vrlina treba biti težnja za profesionalnom izvrsnošću.

Inženjeri su usredotočeni i na moral, a zaboravljaju da je njihov cilj u prvom redu promoviranje ljudskog blagostanja (Bowen, 2009., 32). Od posebnog su značaja dvije osobine aspiracijske etike. Ponajprije, to je pozitivniji aspekt inženjerske etike, koji ima motivacijske elemente, a koji nisu na isti način prisutni u preventivnoj etici. Nadalje, u aspiracijskoj etici postoji diskrecijski čimbenik: inženjer ima znatan stupanj slobode u tome kako promiče opće blagostanje. Niti jedna od tih dviju značajki ne može se prenijeti u propise jer oni nisu učinkovit motivacijski instrument. Propisi su i neadekvatni u rješavanju nekih situacija u kojima postoji mnogo slobode odlučivanja.

Suvisli (koherentan) aspiracijski filozofski pristup glede inženjerske etike može se izvesti, kako predlaže Richard Bowen, povezivanjem pristupa etici Martina Bubera i Emmanuela Levinasa, s idejom inženjerstva kao prakse u smislu filozofskog razmišljanja Alasdaira MacIntyrea o etici vrlina (etika karaktera) (MacIntyre, 2002.), koja daje prednost u vrednovanju karakternim osobinama čovjeka, a ne njegovim postupcima. Prema Levinasovoj filozofiji, etika dobiva svoj osnovni smisao od Drugog, ili točnije, zbog ranjivosti Drugog svako ljudsko biće odgovorno je za sve ostale (Levy, 2005.). MacIntyre daje sljedeću definiciju:

> "Vrlina je stečena ljudska odlika posjedovanja i izvršavanja koja nam omogućuje da postižemo dobra što su svojstvena praksama. Nedostatak vrline onemogućuje postizanje bilo kojeg takvog dobra." (MacIntyre, 2002., 206).

Te prakse obuhvaćaju međuljudske odnose i društvenu suradnju. Kao nužne komponente svake prakse potrebno je prihvatiti ponajprije vrline pravednosti, hrabrosti i čestitosti (MacIntyre, 2002., 206). Tomu treba dodati osjećaj objektivnosti, kao izričiti čimbenik u etici vrline. Objektivni inženjer djeluje na društveno odgovoran način. Vrline nisu samo kvalitete potrebne kako bi se postigla dobra vezano uz prakse nego su ujedno i osobine koje pridonose dobrobiti cijelog života.

Završno razmatranje

Inženjerska etika najčešće je traženje odgovora na pitanja tipa: "Što trebam napraviti?" ili točnije, "Koju bih opciju trebao odabrati?" Pristup inženjerstva etici temeljen na vrlinama upućuje na dodatno važno pitanje: "Koju bih temeljnu profesionalnu značajku trebao njegovati kao inženjer?" Dakle, riječ je o etici usredotočenoj na čovjeka. Imati etičku svijest i savjest znači otvoriti se drugom i uzeti ga ozbiljno, tj. biti odgovoran prema drugom (Lévinas). No, treba uzeti u obzir da:

> "(...) većina inženjera radi u upravljačkoj strukturi kojom dominira zahtjev da se osigura profitabilno poslovanje potrošačke kulture. Zato je ono što se u inženjerstvu čini ... često određeno željama raznih zagovaratelja izraženim kroz upravljačku strukturu kompanije." (Holt, 2001., 498).

Bogata stručna i znanstvena literatura koja se bavi filozofijom inženjerstva ukazuje da sve više filozofa i inženjera shvaća njezinu veliku važnost. Carl Mitcham, ugledni svjetski znanstvenik na tom području, objašnjava:

> "Zašto je potrebna zasebna filozofija inženjerstvu? U konačnici i najdublje zato, jer je inženjerstvo samo po sebi filozofija, a kroz filozofiju inženjerstvo će postati još više ono što jest. ... Osim toga, filozofija inženjerstva je samoobrana od raznih filozofskih napada, te ujedno pomaže u rješavanju pitanja društvenog konteksta i pitanja etike inženjerske prakse" (van de Poel, 2010., 38).

S motrišta epistemologije izričaj "Mislim, dakle jesam" (lat. *Cogito ergo sum*.) temelj je filozofije. S motrišta filozofije inženjerstva ta se izjava može parafrazirati: "Stvaram, dakle jesam" ili "*Činim, dakle jesam*" (Bocong, 2002., 12). Postoje mnoga važna i duboka specifična filozofska pitanja koja se odnose i koja donosi samo inženjerska praksa. Treba imati na umu da inženjerska djelatnost nije samo tehnološka nego i gospodarska, politička, društvena, etička djelatnost i tako dalje.

Filozofija inženjerstva rastuće je područje, čije ideje inženjerska zajednica treba uzimati u obzir. Zbog heurističke prirode inženjerske prakse filozofsko promišljanje važan je način za poboljšanje inženjerske prosudbe. Filozofija i inženjerstvo nisu, dakle, nemogući partneri. Postoji mnogo prostora za filozofiju da informira praksu inženjerstva, posebice u njezinim najtežim problemima, te širi prostor za inženjerstvo da ukaže na mnoga postojeća filozofska pitanja i postavi nova. Međutim, jasno je da filozofi moraju prihvatiti novu metodu kako bi uočili te prednosti. Moraju biti spremni uključiti se s praktičnim problemima,

a ne samo u *a priori* razmišljanje, i biti otvoreni da uče od artefakata, kao i od koncepata i argumenata. Najviše od svega filozofi moraju biti spremni angažirati se sa svijetom na praktičnoj razini i usvojiti neke inženjerske poduzetnosti u mijenjanju svijeta kao rezultat njihova rada. Pravilna filozofska analiza inženjerstva trebala bi promišljati inženjerstvo u širem smislu nego samo inženjerstvo, razmatrajući kako se postupci u inženjerstvu mogu koristiti u promišljanju i mnogih drugih aspekata ljudskog iskustva (van de Poel, 2010., 52).

Postavlja se pitanje što je potrebno učiniti za plodonosniju suradnju filozofa i inženjera. Filozofi i inženjeri dolaze iz različitih (akademskih) kultura pa se čini da ta suradnja zahtijeva određene promjene u mentalnom sklopu u objema disciplinama. Za filozofa to zahtijeva barem spremnost da obrati pozornost na stvarnost inženjerske prakse, a za inženjere, to će zahtijevati spremnost da razmisle o svojim postupcima, čak i ako to nije odmah korisno ili čak potkopava trenutačnu praksu. Bit filozofije nije doktrina nego aktivnost. Filozofski posao u osnovi se sastoji od razjašnjenja. Filozofija ne rezultira filozofskim prijedlozima, nego razjašnjenjem prijedloga. Bez filozofije misli su, tako reći, tmurne i nejasne: njezin je zadatak učiniti ih jasnim i dati im oštre granice (Wittgenstein, 1987.). Inženjerstvo je po svojoj specifičnoj vrsti uporabe svestranosti i svojim etičkim (ne samo moralnim), dimenzijama djelatnost duboko povezana s filozofijom. Filozofiju se može smatrati inženjerstvom pojmova. Istodobno, inženjerstvo se može smatrati potragom za mudrošću u postupku stvaranja.

Literatura

[1] American Society of Civil Engineers (2008), *Civil Engineering. Body of Knowledge for the 21st Century. Preparing the Civil Engineer for the Future*, Reston, Virginia.

[2] Baura, Gail, Baura D. (2006), *Engineering Ethics: An Industrial Perspective*, Elsevier Academic Press, San Diego.

[3] Michelfelder, Diane, McCarthy, Natasha, Goldberg, David E. (Ed.) (2013), *Philosophy and Engineering: Reflections on Practice, Principles and Process*, Springer, Heidelberg.

[4] Bošnjak, Branko (1989), *Filozofija. Uvod u filozofsko mišljenje i rječnik*, Naprijed, Zagreb.

[5] Bowen, W. Richard (2009), *Engineering Ethics. Outline of an Aspirational Approach*, Springer, London.

[6] Flegar, Ivan (2018), O razlikama između inženjerstva i prirodnih znanosti, 7. simpozij Povijest i filozofija tehnike Zagreb, Zagreb, (http://www.hro-cigre.hr/savjetovanja)

[7] Čatić, Igor (ur.) (2003), *Zbornik filozofija i tehnika*, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb.

[8] Durbin, Paul T. (ed.) (1987), *Technology and Responsibility*, Springer, Dordrecht.

[9] Durbin, Paul T. (ed.) (1990), *Broad and Narrow Interpretations of Philosophy of Technology*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

[10] Florman, Samuel C. (1994), *The Existential Pleasures of Engineering*, St. Martin's Press, New york.

[11] Glegg, Gordon Lindsay (1969), *The Design of Design*, Cambridge University Press, New York.

[12] Harris, Charles, E. (2008), The Good Engineer: Giving Virtue its Due in Engineering Ethics, *Science and Engineering Ethics*, vol. 14.

[13] Heidegger, Martin (1997), *The question concerning technology and other essays*, Garland Publishing, New York & London.

[14] Heywood, John (2013), *Philosophy and Engineering Education. A Review of Certain Developments in the Field*, dostupno na: www.ifre.re.kr/board7filedown.php?-seq=182 (16. studenog 2013.)

[15] Holt, James., E. (2001), The status of engineering in the age of technology, *International Journal of Engineering Education,* 17 (6)

[16] Inwagen, van Peter (1990), *Material Beings*, Cornell University Press, Ithaca, N.Y.

[17] Jerónimo, Helena M., Garcia, José Luís i Mitcham, Carl (ur.) (2013), *Jacques Ellul and the Technological Society in the 21st Century*, Springer.

[18] Marcel, Gabriel (1984), *Od neprihvaćanja do zaziva*, Kršćanska sadašnjost, Zagreb.

[19] Martin, Mike W., Schinzinger, Roland (2010), *Introduction to Engineering Ethics*, McGraw-Hill, New York.

[20] MacIntyre, Alasdair (2002), *Za vrlinom. Studija o teoriji morala*, Kruzak, Zagreb.

[21] Mitcham, Carl (2014), *The True Grand Challenge for Engineering: Self-Knowledge*, Issues in Science and Technology, XXXI (1).

[22] Mitcham, Carl (1998), The importance of philosophy to engineering, Teorema, XVII (3).

[23] Mitcham, Carl (1994), *Thinking through technology: path between engineering and philosophy*, The University of Chicago Press, Chicago.

[24] Moriarty, Gene (2008), *The engineering project; its nature, ethics and promise*, Pennsylvania State University Press, Pennsylvania.

[25] Mou, Bo (ur.) (2001), *Two Roads to Wisdom?: Chinese and Analytic Philosophical Traditions. Philosophy as Engineering*, Open Court.

[26] de Poel, Ibo van, Goldberg, David E. (ur.) (2010), *Philosophy and Engineering*. *An emerging agenda*, Springer, London.

[27] Snow, Charles percy, Collini, Stefan (uvod) (2000), *The two cultures*, Cambridge University Press.

[28] Reece, Dan, Hooltapple, Mark (2000), *Foundations of Engineering*; McGraw-Hill: New York USA.

[29] Royal Academy of Engineering (2008), *Philosophy of Engineering*. Volume 1 of the Proceedings of a series of seminars held at The Royal Academy of Engineering.

[30] Royal Academy of Engineering (2007), *Some Engineering Ideas for the 21st century: Contribution to US National Academy of Engineering's 'Grand Challenges Project',* RAE, London.

[31] Simon, Herbert (1963), *The Sciences of the Artificial*, MIT Press, Cambridge, Mass.

[32] Speight, James G., Foote, Russel (2011), *Ethics in Science and Engineering*, John Wiley, New Jersey.

[33] Wittgenstein, Ludwig (1987), *Tractatus Logico-Philosophicus. S uvodom Bertranda Russela*, Veselin Masleša, Sarajevo.

[34] Žižek, Slavoj (1998), *Cyberspace, or, How to Traverse the Fantasy in the Age of the Retreat of the Big Other*, Public Culture, 10.

[35] Dessauer, Friedrich (1944), *Čovjek i tehnika: kulturno-filozofski eseji*, Matica Hrvatska, Zagreb.

[36] Levy, Ze'ev (2005), *Emmanuel Levinas on Secularization in Modern Society*, Levinas studies, 1.,
Na: www.pdcnet.org/levinas/content/levinas_2005_0001_0000_0019_0035
(21. rujna 2013.)

Engineering and Philosophy of Engineering

Krešimir Cerovac

Abstract: Although it seems that philosophy and engineering are the odd couple, in the world is more and more attention paid to the philosophy of engineering. While in Croatia to the natural sciences and, to a lesser extent, to the technology are dedicated certain philosophical studies, so far there is still no philosophical thinking related to engineering. This paper shows why philosophy is important to engineering, and vice versa. First of all, philosophy is needed to engineers to understand and to defend yourself from the philosophical critiques. Furthermore, due to the inherent philosophical character of engineering, philosophy can act as a tool for greater self-understanding of engineers. Finally, the philosophy is needed to help engineers because they deal with professional ethics issues. On the other hand, the philosophy of engineering can extend and enrich the practical philosophy.

Keywords: aspirational ethics, engineering, ethical codes, ethics, natural sciences, philosophy of engineering, philosophy of science, philosophy of technology, practical philosophy, technology, virtues

Miroslav Matasović

Znaci vremena

Nadrastoh zvijer i ljudski stvor
Na riječ mi: − muk je odgovor

Samoću i vis tražih ja
I čekam: na što, dokada

Oblak je za me prebliz dom
a čekam da me smlavi grom

F. Nietzsche

Sažetak: U sadašnjem vremenu izloženi smo silovitom naletu razvoja i dostignuća tehnike, stoga je potrebno sagledati učinak i posljedice na bitak čovjeka. Kao znaci vremena prikazana su događanja u društvu, znanosti, ekologiji, umjetnoj inteligenciji, ektogenezi, stvaranju umjetnog života, nanotehnologiji, genetskom inženjeringu, koja bi mogla utjecati na bitak, kao kategoriju, koja označava sve ono što jest, cjelokupnost svih realnih predmeta i iskustava.

Ključne riječi: napredak znanosti i tehnologije, pojave u društvu kao znaci vremena, utjecaj na bitak

Uvod

Ako je činjenica, a jest, da živimo u vremenu nezamislivog napretka na područjima znanosti, tehnike, tehnologije, u vremenu brzih promjena u svim vidovima materijalnog i duhovnog okruženja, onda je obveza društva prepoznati te promjene i odrediti se prema utjecajima koje mogu unijeti u čovječji bitak.

Obilježja, koja prepoznajemo kao značajne promjene, koje mogu utjecati na način i smjer života, iskazuju se kao znaci vremena. O znacima vremena ne može se šutjeti – muk nikad nije odgovor – ali se ne može niti očekivati jednoznačni sud o svim dosezima, koji znaci vremena unose u naš život.

Stoga znakove vremena treba sagledavati kao cjelinu, kao međudjelovanje na naš život i nije prihvatljivo promatrati ih odvojeno, pojedinačno. U tom međudjelovanju na koje ukazuju znaci vremena živjet ćemo mi, ali sigurno generacije poslije nas, što nameće moralnu obvezu određenja i svijest o onom što se ostavlja generacijama, koje će biti poslije nas.

Bitak, kao kategorija, označava sve ono što jest, cjelokupnost svih realnih predmeta i iskustava. Bitak omogućuje postojanje svakog bića. Sam bitak podvrgnut je utjecaju mnoštva činjenica kroz golem broj oblika i pojavnosti: u društvu, znanosti, tehnici, tehnologijama; na svim područjima ljudskog djelovanja i to u toj mjeri da postoji opasnost nemogućnosti sagledavanja dosega i sustavnog povezivanja svih utjecaja u preglednu cjelinu, koja će nas odrediti prema bitku.

A to zbunjuje. Naime, znanost, tehnika i tehnologija kolosalno napreduju pa se stječe dojam da se suvremeni čovjek nema vremena baviti svojim bitkom. ‘Svakodnevno’ se okružuje novim i novim dostignućima i spoznajama, pa se “kada zastane i kada želi čvrsto stati na zemlju” sve jasnije javljaju dileme:

- gdje prestaje čovjek biti čovjekom
- u kojoj mjeri stroj postaje dominantan svojim svojstvima čovjeku
- može li se i hoće li se čovjeka i u kojoj mjeri istisnuti s dominantnog položaja
- hoće li nadolazeće generacije biti kiborzi
- koje će mjesto u životu čovječanstva zauzeti umjetna inteligencija
- hoće li čovjek uopće biti potreban

i u konačnici:

- hoće li to biti bolji život, hoće li se živjeti u boljem duhovnom i materijalnom svijetu?

U pristupu je jedno od osnovnih pitanja − smijemo li se ili ne osloniti na činjenicu da čovječanstvo nije od jučer, da se čovječanstvu stvari ne događaju slučajno, kao i na činjenicu da ono što se danas čini uobičajeno i moguće, u nedavnoj se prošlosti činilo nemogućim! Ne, kao duhovnom, moralnom biću nameće se obveza spoznati što se događa, kako se to uklapa u naše biće i koje su moguće posljedice, koje bi mogle proizići iz te i takve stvarnosti i stoga postoji obveza odrediti moralni stav, stav i odgovornost prema bitku.

Događanja se ne smiju prepustiti slučaju, kaosu i stihiji. Mora se uložiti napor da bi se prepoznali znakovi vremena koji upućuju na zamke i moralne dileme čovjeku i njegovu bitku, a koje ti znakovi vremena nose u sebi. Obveza proizlazi iz odgovornosti za bitak koji će se ostaviti generacijama koje dolaze.

Priroda čini svoje. Ali čovjek kao osoba i osobnost, koji živi s događajima, kao čimbenik i dionik u događajima, mora razumjeti bit stvari: ne smije si dopustiti situaciju površnog prihvaćanja onog što se događa u domeni njegova bitka, a da ne zna ni smjer, ni doseg ni posljedice tih događaja. Optimističnost je divna stvar − i sam sam takav, uvjeren da uvijek postoji "onaj koji zna" − no ima i ono nešto što me ponukalo pisati o znakovima vremena i dilemama koji oni nose:

> "(…) jesu li stanice uopće mogle nastati spontano u svemiru, spajanjem atoma i molekula, ili su više nalik nekim vrlo ingeniozno dizajniranim, sićušnim bioničkim kompjuterima … kako je moguće iz informacije sadržane u jednoj jedinoj, prvoj stanici organizma, razviti tijekom nekoliko mjeseci cijeli organizam? … može li itko zamisliti da se iz jedne jedine cigle, temeljem informacija sadržanih u njoj, tijekom devet mjeseci, isključivo umnožavanjem te prve cigle, razvije čitav grad New York, Šangaj ili Tokyo, sa svojom cjelokupnom infrastrukturom − vodovodom kao arterijama u tijelu, kanalizacijom kao venama, velikim elektranama kao mitohondrijima, svim svojim električnim instalacijama kao živcima, sa stadionima, aerodromima, mostovima, tunelima, parkovima, i svim drugim čudesima koje jedan funkcionirajući megalopolis posjeduje, a za što bi se analogije mogle naći i u ljudskom tijelu. Kako je to moguće?" (I. Rudan[1])

> "(…) sraz čovjeka i tehnologije današnjice moramo doživjeti osobno i kao društvo, jer ako … ne započnemo strogo ograničavati informacije, koje primaju naša djeca (radi njihove vlastite nutarnje formacije), ali i dostupnost tehnologija, koje mijenjaju mozak, zanemarujemo odgovornost, koju imamo kao čuvari njihovih duša − i naših vlastitih" (napis u *Večernjem listu*)

> "(…) površnost umjesto hermeneutike, nauke o pravilima i sredstvima tumačenja … znanstvenih djela … hvaljene sposobnosti mlade generacije rasplinjuju se u zraku, ako ih se pozornije promotri … tko se o nečem informira, taj prolazi … hermeneutički krug ... prepoznavanje cjeline pomoću pojedinosti, a pojedinosti pomoću cjeline … usvajanje novih znanja ne može se ni odvijati drukčije nego u takvom kružnom postupku … hermeneutički krug spoznaje, 'digitalni urođenici', ne prolaze, jer … neko vrijeme nasumce klikaju i nikad se ne vraćaju pouzdanom izvoru: oni traže horizontalno (površno), a ne vertikalno

[1]Igor Rudan (r. 1971.), director Centre for Global Health Research, The Usher Institute, University of Edinburgh

> (dubinski) … usvajanje istinskog znanja ne odvija se ni surfanjem ni prelijetanjem, nego aktivnim sučeljavanjem, mentalnim okretanjem i obrtanjem, neprestanim ponovnim miješenjem, dovođenjem u pitanje, analiziranjem i ponovnim sistematiziranjem sadržaja ... pohranjivanje informacija u mozgu zavisi o dubini obrade. Prelijetanje i surfanje su … površni procesi. Nije nikakvo čudo, da je rezultat taj, da se niti što razumije niti išta ostane sačuvano … inteligencijom roja ipak nastaju sasvim novi oblici kolektivne obrade informacija, čije blagodati još ne možemo ni sagledati … podjelom na mnogo ljudi duhovni rad čini jeftinim, ali ni u kojem slučaju ne će pridonijeti osobnom obrazovnom napretku. Ljudi nisu ribe, mravi ili insekti. Velika duhovna ostvarenja nastaju u jednom mozgu … Mona Lisa, Mjesečeva sonata, San ljetne noći, Faust, integralni račun, teorija relativnosti ili dokaz za Fermatov posljednji teorem nastali su u svakom od nabrojanih primjera u samo jednom veoma dobro obrazovanom mozgu." (M. Spitzer[2]) …

da bih si, okružen golemim napretkom i dosezima suvremene znanosti, tehnike, društva, postavio pitanje:

Quo Vadis, Domine? – Da, "jer, ako od Boga nešto očekuješ, moraš mu i pomoći", kao što reče moj otac. Nedopustivo je pasivno promatrati događanja. Posebno ne mi, ljudi od tehnike. Dužni smo sustavno prepoznati "u što smo se upleli", iskazati naše dileme i pripomoći društvu kao cjelini, da se odredi prema posljedicama koje bi mogle nastati iz suvremenih dosega tehnike i tehnologije, koji silovito "jure" ostavljajući neriješene duhovne, moralne probleme i dileme; probleme bitka. Rješenja u domeni duha nisu stvar tehnike, no kao dionici brzih promjena na polju razvoja znanosti, tehnike i tehnologija, dužni smo upozoriti na ovu što se u našoj domeni stvara i razvija, a ostaje bez punine bitaka.

Ako je filozofija "nauka o najopćenitijim zakonima razvitka prirode, čovječjeg društva i mišljenja" (B. Klaić) i ako tehnika mora biti shvaćena kao priroda, koja stvara samu sebe posredstvom čovjeka, onda je jedno od temeljnih pitanja i pitanje o odnosu događanja na području znanosti i tehnike prema bitku, koje treba razriješiti slijedom znakova vremena, koje znanost i tehnika šalje društvu kao socijalnoj kategoriji. Događanja u društvu, umjetna inteligencija, ektogeneza, stvaranje umjetnog života, nanotehnologije, genetski inženjering, prepoznati kao znaci vremena u kojem živimo, mogu poslužiti kao osnova za razrješenje dilema i da odgovor ne bude 'muk'.

[2]Manfred Spitzer (r. 1958.), njemački psihijatar i sveučilišni profesor

1. Društvo kao socijalna kategorija

Znakovi vremena, koji mogu bitno utjecati na naš bitak, nalaze se kod Alexisa de Tocquevillea[3], Joséa Ortege y Gasseta[4], Karla Krausa[5], K. P. Liessmanna[6], ali i kod Paula Valéryja[7]. Upadljivo je i zanimljivo viđenje društva Alexisa de Tocquevillea u Americi, godine 1831., kao prepoznatljivi znak vremena, znakovit i u suvremenom društvu, a koje otkriva oblik potlačivanja kakav u dotadašnjoj povijesti nije bio poznat:

> "(…) uzalud tražim riječ, koja bi izrazila ovaj fenomen, jer stari pojmovi despotizma i tiranija nisu dostatni. Vidim nebrojeno mnoštvo, sve isti i jednaki ljudi, koji nemirno migolje kroz vrevu ne bi li si priskrbili banalne i proste užitke, kojima ispunjavaju dušu. Svatko je od njih, povučen i izoliran, poput tuđinca u odnosu na sudbinu svih ostalih. ... iznad njih uzdiže se golema, zaštitnička vlast, koja u cijelosti na sebe preuzima odgovornost da im osigura njihova zadovoljstva i koja bdije nad njihovom sudbinom ... ovoj je vlasti drago kad se njeni podanici zabavljaju, samo da ne misle ni na što drugo osim na svoju zabavu … ta vrsta sužanjstva − sređena, blaga, miroljubiva − može se kombinirati s nekim od oblika slobode, i … neće biti nemoguće ostvariti takvo stanje sužanjstva čak i pod suverenošću naroda."

U analizi fenomena društva Ortega y Gasset takvo je stanje društva karakterizirao kao masovno društvo, društvo kojem je Nietzsche[8], lucidan kakav je već bio, predvidio: "propast vrijednosti, nihilizam", jer kaže: "najopćenitiji je znak modernog doba, da je … čovjek u vlastitim očima nevjerojatno izgubio na dostojanstvu", što će reći: "oslobođen" od svih duhovnih vrijednosti i svake orijentacije glede onoga što život može učiniti značajnim; čovjek će prije svega ugoditi sebi, zahtijevati zadovoljenje svih svojih žudnji i, ukoliko to izostane, postat će nasilan.

Misao poveznica s Alexisom de Tocquevilleom jesu i daljnja razmišljanja Ortege y Gasseta, onog istog koji je još 1924. godine imao jasnu predodžbu da Europu povezuje znanost, koja će je kad-tad dovesti do ujedinjenja, argumentirajući to kao da: "nekom tko bi došao iz svemira, nekomu tko nije dio naše civilizacije, nikad ne će biti jasno zašto je netko Nijemac, Francuz", ali da "…

[3] Alexis-Charles-Henri Clérel de Tocqueville (1805. – 1859.), francuski mislilac političke domene i povjesničar

[4] José Ortega y Gasset (1883. – 1955.), španjolski filozof, sociolog i esejist

[5] Karl Kraus (1874. – 1936.), austrijski prozaist, publicist i dramatik židovskog podrijetla

[6] Konrad Paul Liessmann (r. 1953.), austrijski filozof, esejist i publicist (kultura)

[7] Paul Ambroise Valéry (1871. – 1945.), francuski pjesnik i esejist

[8] Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844. − 1900.), njemački filozof, pjesnik, skladatelj i klasični filolog

će sigurno shvatiti domenu jedinstvenog korištenja matematike, koju rabi ova populacija, koja nastanjuje dio kopna koji se naziva Europa."

Ali, taj je isti Ortega y Gasset 1930. godine, zbunjen i iznenađen onim što vidi kao velik paradoks demokratskog razdoblja, koje je netom ušlo kroz vrata europske povijesti:

> "… gdje tehnološki napredak omogućava, uz ostalo, i veću slobodu kretanja, gdje mediji proširuju pogled na svijet, a politički ustroj postaje sve demokratičnijim, dakle Europa je na pragu slobodnoga društva u kojemu se mogu dokidati granice, poštuje se individualna sloboda, implicira vlastita odgovornost i njeguju duhovne vrijednosti, koje su potporanj civilizacijskom idealu ...",

stoga mu je apsurdno, 'da novi tip čovjeka', Ortega y Gasset ga naziva – 'čovjek mase', "odbacuje ovu povijesnu priliku". Uzrok: čovjeku mase svojstven je posve drukčiji pogled na čovjeka i društvo. Čovjek mase "ne želi biti suočen, a kamoli opterećen, s duhovnim vrijednostima. Nema tog kriterija, vrijednosti ili istine koja bi mogla biti uzdignuta iznad njega i koja bi mu mogla nametati ograničenja…"

Iskaz tog fenomena može se naći i kod Karla Krausa, bečkog satiričara, koji s nekoliko činjenica osnažuje nihilistički karakter masovnog društva. Naime, on kaže:

> "… novinske stranice moraju biti pune, a novine se moraju prodavati. Posljedica toga su beskrajne količine trivijalnosti, senzacija i besmislica. Masovni mediji nisu samo najvažnija škola za demagoge, već demagozi i zasnivaju svoju moć na činjenici, da puk, hranjen beskrajnim ponavljanjem simplifikacija, a samo simplifikacije još i može razumjeti, te samo njih želi čitati i čuti…"

No ipak, u analizi krize ljudskog duha, Paul Valéry vraća optimizam ističući:

> "… duh je naša mogućnost transformacije. Duh stvara nove, duhovne potrebe, i tako možemo nadići instinkte i biti više od životinja. Duh nam je poklonio poimanje vremena, prošlosti i budućnosti … osim toga, čovjek može napraviti otklon od sebe i uživjeti se u drugoga",

na što se nadovezuje K. P. Liessmann u *Teoriji neobrazovanosti*:

> "… živimo u društvu znanja … zapostavljajući … zapanjujuću činjenicu, da se ljudi očigledno ne mogu tako jednostavno lišiti sjećanja na ono što se nekoć smatralo obrazovanjem. Čežnja je za valjanim estetskim kanonom baš kao i za užitkom u antičkoj mitologiji."

2. Društvo kao spoznajna kategorija

Tehnoznanost je proizvela svijet, koji nadilazi, osporava, siluje ljudsko tijelo ponašanjima, koja od njega zahtijevaju ubrzanje i pojačavanje reakcija, da bi došli do toga, da se počelo smatrati, da je ljudsko tijelo "postalo zaprekom reprodukciji strojeva − ljudi su postali 'usko grlo' za optjecaj i tretman informacija i spoznaja" (F. Bowring), jer informacije i spoznaje "možemo apsorbirati samo u ograničenim količinama" (G. Dyson). "Čovjek je 'neupotrebljiv', treba ga opremiti kemijskim i elektroničkim protezama kako bi se uvećao kapacitet njegova mozga" (A. Gorz[9]).

Silogizam ukazuje na činjenicu da su se u tom zajedničkom pothvatu združili znanost i kapital stavom, iako im ciljevi nisu istovjetni, da "će tijekom dvadeset prvog stoljeća ekonomija dosegnuti točku na kojoj sposobnosti prosječnog pojedinca ne će više biti dostatne za ovladavanje količinom potrebnih informacija, da bi mogao sudjelovati u ekonomskom životu, on će svoj mozak morati uvećati umjetnom inteligencijom" (R. Kurzweil[10]).

Tehnoznanstvene spoznaje, kristalizirane u mašinerijama kapitala, nisu stvorile "pametno" društvo, već društvo 'neznanja' (što god tko o tomu misli), jer "velika većina sve više toga spoznaje, ali sve manje zna i razumije" (M. Benasayag[11], D. Sztulwark[12]), što će reći: specijalisti su naučili fragmente specijaliziranih spoznaja, ali ignoriraju njihov kontekst i doseg. Zajedničke očiglednosti, intuitivna znanja, obezvređuje gomila profesionalnih "znalaca", koji zahtijevaju monopol istinske spoznaje.

3. Znanost

Istražujući opasne "igre", koje se u krilu znanosti i tehnike, tehnologije javljaju i razvijaju, a koje su zaobišle fundamentalne osobine čovjekova bitka i neopreznim baratanjem pojmovima tehnike i tehnologije, pojavljuju se kao iznenađujuća spoznaja – 'otkriće' "da su zakoni svojstveni intelektu slobodnom od opterećenja tijela u isti mah zakoni koji upravljaju univerzumom − drugim riječima: Bog se služio istim jezikom kao matematičari, dakle dopušteno je poigrati se ulogom Boga! …" .(G. Boole[13])

[9] André Gorz (1923. − 2007.), francuski filozof i novinar

[10] Raymond Kurzweil (r. 1948.), američki izumitelj i futurist

[11] Miguel Benasayag (r. 1953.), argentinski filozof i psihoanalitičar

[12] Diego Sztulwark (r. 1971.)

[13] George Boole (1815. – 1864.), britanski matematičar i filozof

Ako je pristup znanosti da su spoznaje o prirodi samo ono što je moguće zahvatiti zahvaljujući načelima i zakonima kojima joj se pristupa, onda znanost prirodu prisiljava odgovarati na pitanja "koja joj postavlja um" (I. Kant[14]), iz čega izrasta pitanje razvoja znanosti: vode li je i usmjeravaju potrebe, želje, težnje proizišle iz životnog svijeta ili se razvoj znanosti javlja kao projekt kapitala da prirodna bogatstva, koja priroda nudi besplatno i koja su svima dostupna, zamijeni umjetnim i robnim bogatstvima? Vodi li to na, da je "znanstvenim pristupom pokazano, da tip rasta industrijskih ekonomija uništava prirodne temelje života na Zemlji i dovodi do toga da se sve lošije živi uza sve veću cijenu? " (Rimski klub, 1970.)

4. Ekologija

Za odnos znanosti i prirodnih bogatstava značajna je uloga ekologije. Ako se prihvati, u širem smislu, da je ekologija ta koja nastoji staviti znanost u službu procvata životne sredine (okoliša/okoline), koja omogućava i potiče taj procvat, onda ekološki pokret pripada u temeljne teme kulturne, društvene i političke kritike. Taj pokret, istini za volju, početno nije nastao iz brige za "obranu prirode", već iz otpora privatnom prisvajanju i uništavanju životnog svijeta kao zajedničkog dobra *par excellence* (Y. Moulnier-Boutang[15]).

U kontekstu razvoja znanosti, tako shvaćena ekologija se, s obzirom na sve bolje i bolje organiziran pokret, suprotstavlja megatehnologijama i zemljišnim spekulacijama ili administracijama koje kemijskim i zvučnim onečišćenjima, betoniranjem, prorjeđivanjem besplatnih prvotnih bogatstava kao što su svjetlost, zrak, voda, tišina, prostor, vegetacija itd., stanovnicima oduzimaju vlasništvo nad njihovim životnim prostorom.

5. Umjetna inteligencija

Pojam inteligencije obuhvaća cijelu lepezu ljudskih sposobnosti te prema tome može služiti kao temelj poimanja društva kao društva kulture. Pristup stvaranju umjetne inteligencije polazi od toga da se od afektivnog života razdvoji intelekt.

Nakana je razvijanja umjetne inteligencije stvaranje svijeta u kojem sve funkcionira prema zakonima i pravilima matematičkog opsega, shvaćenih kao

[14] Immanuel Kant (1724. – 1804.), njemački filozof

[15] Yann Moulier-Boutang (r. 1949.), francuski ekonomist i esejist

zakona i pravila mišljenja oslobođenih od iracionalnosti, s obzirom na to da matematika, više nego bilo koja druga znanost, omogućava najradikalniju autonomiju spoznaje u odnosu na iskustvo osjetilnog svijeta. Ona intelektu daje sredstva da se odvoji od očiglednosti životnog iskustva s obzirom na to da ona svoje postupke ograničava na stroge operacije određene strogo definiranim zakonima i pravilima. Matematika mišljenje oslobađa "tamnice tijela" (R. Descartes[16]), što se ponavlja sve do naših dana, u raznovrsnim varijantama, među kojima je i postavka pionira umjetne inteligencije da treba "misliti bez tijela". Otkrića su sljedeća:

> "zakoni svojstveni intelektu slobodnom od opterećenja tijela, i u isti mah zakoni koji upravljaju univerzumom",

što će reći "Bog se služio istim jezikom kao matematičari", a to prevedeno na običan jezik, znači:

> "matematičko mišljenje može stvarati sklopove koji funkcioniraju prema vlastitim zakonima, što se može materijalizirati u mislećim strojevima, kojima će se ono što je specifično božansko u čovjeku nadilaziti prema novim i višim oblicima njegova života." (G. Boole, 1854.),

što bi "značilo, da čovjek može napraviti strojeve s ljudskom dušom, zapravo da se duh i ljudska duša mogu preobraziti u strojeve" (A. Turing), čemu bi potvrda trebalo biti računalo (Newell, Simon), kojim je dokazan teorem iz knjige *Principia Mathematica* (autora B. Russella[17] i A. Whiteheada[18]).

Prva istraživanja umjetne inteligencije, financirana projektom naprednog istraživanja (DARPA[19]), težila su razvoju mislećih strojeva sposobnih oponašati i nadilaziti ljudsko mišljenje (MIT[20], RAND Corporation[21]). Sredinom XX. stoljeća javlja se nova era nagoviještena, u početku bez osobite pozornosti,

[16] René Descartes (1596. − 1650.), francuski filozof, fizičar, matematičar i utemeljitelj analitičke geometrije

[17] Bertrand Arthur William Russell (1872. – 1970.), britanski filozof, logičar, matematičar, povjesničar, pisac, esejist, kritičar društva i politički aktivist

[18] Alfred North Whitehead (1861. – 1947.), engleski matematičar i filozof

[19] DARPA (engl. *Defense Advanced Research Projects Agency*), agencija Ministarstva obrane SAD-a odgovorna za razvoj novih tehnologija za vojsku

[20] Massachusetts Institute of Technology

[21] RAND Corporation (engl. *Research and Development*; hrv. *Istraživanje i razvoj*), američka globalna politička *think tank* organizacija

izumom "prvih strojeva sposobnih imitirati mozak" (C. Shannon[22], A.Turing[23]) i vjerovalo se − kadrih nadmašiti ga.

U samim počecima bilo je predloženo da "istraživanja pođu od hipoteze da se svi aspekti učenja i sve druge značajke inteligencije načelno mogu opisati s tolikom preciznošću, da je moguće zamisliti stroj, koji ih simulira" i time počinje eskalacija opasnog razmišljanja:

> "… mozgovi su strojevi ... naša sposobnost da stvaramo duh mogla bi nam jednog dana omogućiti da konstruiramo znanstvenike, umjetnike, skladatelje, osobne suputnike … ne uviđajući razliku između informatičkog stroja 'koji stvara mišljenje' i ljudskog duha, jer se smatra da i jedno i drugo pripadaju 'istoj vrsti' − vrsti strojeva s programom",

što dobro ilustrira izjava jednog od DARPA-inih istraživača:

> "Uvijek sam sanjao o tome da izradim robota obdarenog svojim duhom; da u njega usadim svoj duh, da u njemu vidim sebe."

Uvjerenje da mozak 'sadrži' sav duh u obliku programa koji se može prenijeti i kopirati poput digitalnog programa nije svojstveno samo pojedincima u znanstvenom okruženju. Susrećemo ga kao uvjerenje:

> "u mogućnost zamisli 'planetarnog algoritma' koji osigurava 'mir i sklad na Zemlji', iza čega slijedi stvaranje umjetne inteligencije, nakon inteligencije univerzuma i inteligencije života, treći i posljednji stadij evolucije: stadij u kojem se duh oslobađa od fizičkog svijeta i u kojem su 'stvoritelj i stvoreno jedno'." (E. Fredkin[24])

Općenito gledano, u temelju teorije umjetne inteligencije postoji uvjerenje: "da je duh u biti mišljenje, i da je bit mišljenja matematička i da se ono sa svojom božanskom biti izjednačuje samo ako se odvoji od tijela, oslobodi se strasti, osjećaja i osjeta tjelesne naravi", što znači da se time dokida konačnost, koja proizlazi iz prirodne zbiljnosti života, iz naše tjelesne uklopljenosti u prirodu, a iz čega slijedi da bi to bilo spoznaja radi spoznaje; ravnodušnost spram sadržaja, spram interesa i strasti, a ne i uvjet pristupa istini. Jer više nije riječ "o preobrazbi svijeta ni o vladavini svijetom; više nije riječ ni o tome da se čovjek samoproizvodi za određenu egzistenciju radije nego za neku drugu", nego se došlo do "krajnjeg siromaštva bespredmetne moći". (P. Valéry)

---

[22] Claude Elwood Shannon (1916. – 2001.), američki matematičar, elektroinženjer i kriptolog

[23] Alan Mathison Turing (1912. – 1954.), engleski matematičar, računalni znanstvenik, logičar,kriptolog, filozof i teorijski biolog

[24] Edmond Fredkin (r. 1934.), američki fizičar

Obznanjuje li se time, izdvojeno iz čovjekova bitka, zaključak: "u takvom razmišljanju uloga znanosti je jedini pothvat čija je eksplicitna svrha u tome da duh oslobodi njegove faktualnosti i izjednači ga s Bogom …"?

Izvjesno je i ne smije se zanemariti da istraživanje umjetne inteligencije ima svoju praktičnu stranu – mnogo toga pokrenulo se prema robotici, prema zamisli strojeva koji obilježavaju samo značajke životne inteligencije i života: sposobnost samoodržanja, samooznačivanja, rasta, evolucije, samostvaranja, samoreprodukcije ili samostvaranja.

6. Odnos čovjeka i stroja

Potreba povezivanja čovjeka i stroja je razumna. Razvoj povezivanja čovjeka i stroja potekao je iz potrebe pojačavanja sposobnosti dekodiranja informacija sustava radarskog nadzora kako bi se signaliziralo približavanje neprijateljskih aviona. Tehnika je omogućila tako brz dotok informacija o lokalizaciji ciljeva da je korištenje tih informacija nadilazilo ljudske sposobnosti, pa su piloti svoje sposobnosti trebali uvećati zahvaljujući simbiozi s računalima. No, iz toga se preoblikovala ideja o, ne više računalnoj pomoći intelektu, već o prijenosu intelekta na računalo što je:

> "zamišljeno kao mogućnost transplantacije duha povezivanjem moždanih živčanih snopova s vodovima računala, što bi … omogućilo da se duh spasi od ograničenja smrtnoga tijela",

tj. da ga se pohrani u računalo, u neograničenom broju kopiranih primjeraka, i da ga se koristi po potrebi. Programsko poimanje čovječjeg bitka svodi se na to:

> "da se svi problemi praktički mogu riješiti pod uvjetom da su tako prevedeni i prevodivi; da 'misleći strojevi' mogu klasificirati, koordinirati, pamtiti, brže i upotrebljivije svladavati više informacija nego ljudski intelekt; da njihove sposobnosti računanja i predviđanja, jesu ili bi mogle biti znatno nadmoćnije, da to vrijedi i za njihovu sposobnost interpretacije dakako pod uvjetom da su smislene veze prethodno nedvosmisleno definirane."

Poimanje čovjekova bitka kao uređenog programa postaje znak vremena iako nije postavljeno pitanje i odgovoreno na nj: ako inteligencija funkcionira kao stroj s programom, tko je definirao program; otkud sposobnost da se definiraju problemi koje treba riješiti; o čemu ovise izbori i kriteriji; da se ono što

je važno razlikuje od onoga što nije; ono smisleno od onoga što nije; da se izabere, definira i slijedi određeni cilj, da ga se izmijeni u svjetlu nepredviđenih događaja; i još temeljnije, pitanje razloga i kriterija zahvaljujući kojima su izabrani ciljevi, problemi i rješenja.

Jednostavno, ta se pitanja vezana uz program ignoriraju. U tehnici stoga što su izvan tehnike, izvan racionalnosti tehnike, i što zadiru u postojanje živog, svjesnog subjekta, koji misli, računa, djeluje, slijedi ciljeve, jer osjeća potrebe, želje, strahove, nadanja, boli, zadovoljstva − ukratko, jer je čovjek biće:

> "s potrebama i željama, kojemu uvijek nedostaje nešto što on ili nije ili što još nije i koje, zbog tog osjećaja nedostataka, osjećaja nepotpunosti za sebe, ali uvijek za budućnost, i zato je nesposobno podudariti se sa samim sobom u nepokretnoj punini bića koje je ono što jest." (J.-P. Sartre[25])

Inteligencija nije već napisani program. Ona postoji samoživeći kao sposobnost, ne kao program. Nastojanje da se inteligencija prikaže kao program pokazalo je sljedeće:

> "da je inteligencija 'oslobođena' tjelesnog života − inteligencija bez želje, bez intencija, bez emocija, bez vremenitosti, puka je bespredmetna moć … različita od ništavila upravo toliko koliko zaželimo." **(**P. Valéry)

> Ako inteligencija ne živi, ona ne postoji.

7. Ektogeneza

Problem izvantjelesnog razmnožavanja (ektogeneza) postaje znak vremena. Ako začeće *in vitro*, transparentne umjetne maternice, medicinski nadzor trudnoće, ako reprodukcija mora postati poslom muškaraca − specijalista; i ako to mora biti normirana, denaturalizirana operacija i, nadasve, da se ženi, koju su društva uvijek smatrala iracionalnim bićem vođenim osjećajima i strastima, oduzme moć kao majci nad djecom, koju joj majčinstvo daje, i ako se ta oduzeta moć može povjeriti društvu, onda je to zastrašujuće. Nažalost, ta je tendencija vidljiva u društvu i bit će dovršena "kad kloniranje ljudskih bića postane posve ostvarivo i kad ektogeneza bude u stanju povoljno nadomjestiti stadij

[25] Jean-Paul Charles Aymard Sartre (1905. –1980.), francuski filozof, dramski pisac, romanopisac, politički aktivist, biograf i književni kritičar

presadnje." (J. Fletcher[26]) Nastojanja "znanosti" da žensku maternicu zamijeni umjetnom maternicom pod izgovorom da je briga čovječanstva da se "ženu oslobodi ropstva trudnoće" maska je druge brige − brige da se ostvari tehnoznanstvena racionalizacija ljudske reprodukcije!

Ako se ektogeneza shvati kao cilj, tj. da evoluciju živih bića pokreću isključivo vanjski faktori, onda je riječ ništa manje nego o tome da se ljudska (re) produkcija industrijalizira na isti način kao što biotehnologija industrijalizira (re)produkciju životinjskih i biljnih vrsta, da bi se u konačnici prirodne vrste zamijenile umjetnim, stvorenim genetičkim inženjeringom.

Jednaka je blasfemija tvrditi da "možemo ustvrditi da smo otkrili jezik na kojem je Bog stvorio život (R. Sinsheimer[27]) na osnovu razumijevanja strukture DNK" i da bi se prirodna povijest morala približiti svojem kraju jer "bi čovjek, uz Boga, mogao postati 'su-stvoriteljem univerzuma', uključivo života i samoga sebe …"

Kolosalni uspjesi na tehničkom polju, koji su donijeli nevjerojatan napredak čovječanstvu, nikako se ne smiju miješati s duhovnom stranom čovjeka, da se u društvu ne bi prihvatila teza da znanost može "izvršiti ovlast koju nam je dao Bog" (G. Anderson[28]), što bi vodilo potrebi za utvrđivanjem poželjnog oblika univerzuma, kojim upravljaju ljudi; spoznaja prirode bila bi sve manje nužna.

8. Umjetni život i nanotehnologija

Umjetni život jest teorija samoreproduktivnih staničnih automata (J. von Neumann[29]). Prihvaćena je kao ideja, u drugoj polovini XX. stoljeća, o stvaranju tvornica koje bi se mogle samoreproducirati, samouvećavati, samopopravljati i evoluirati, a što je definirano misijom da je "umjetni život proučavanje umjetnih sustava, koji imaju značajke prirodnih životnih sustava" na osnovi spoznaje da će "mikroelektronika i genetički inženjering uskoro moći stvarati nove oblike života *in silicio* jednako kao *in vitro*". (Los Alamos, 1987.)

Povezivanje umjetne inteligencije, genetičkog inženjeringa i nanotehnologije u umjetni život prikazuju se kao krajnji stadij temeljnog znanstvenog projekta: emancipiranje duha od prirode i ljudskog stanja. Činjenica da je biološka evolucija čovjeka vrlo spora ipak se ne smije zloupotrebljavati stanovištem da "'inteligencija' stroja raste eksponencijalno … i da će strojevi … brzo biti

[26] Joseph Francis Fletcher (1905. – 1991.), američki bioetičar

[27] Robert Louis Sinsheimer (1920. – 2017.), američki molekularni biolog i biofizičar

[28] Gary A. Anderson, teolog

[29] John von Neumann (1903. – 1957.), mađarsko-američki matematičar enciklopedijske naobrazbe, fizičar i računalni znanstvenik

mnogo ‘inteligentniji’ od ljudi!” i da će ljudi, da ne bi pali pod dominaciju strojeva “biti prisiljeni ugrađivati u svoj živčani sustav sve više umjetnih neurona”.

Zapanjujući porast i dostignuća nanotehnologije “tvorcima umjetnog života” daju krila da će:

> “… nanotehnologija omogućiti stvaranje nanorobota veličine molekule, koji će … odaslani u mozak putem krvotoka, kopirati mozak − sinapsu po sinapsu, transmiter po transmiter … što će omogućiti da se načine točne kopije ljudskog mozga … povećanje njegove inteligencije prinosom ‘milijardi umjetnih neurona’ … dugoročno gledano, nebiološka sastavnica naše inteligencije bez potrebe čovjeka postat će dominantnom. Imat ćemo strojeve koji će biti posve nebiološki, ali koji će se doimati kao ljudski.” (R. Kurzweil)

Posljedica toga trebala bi biti, valja očekivati,

> “… da će svijet, u kojem veliki sustavi inteligentnih strojeva preuzimaju sve više funkcija, postati tako složen, da će njime moći upravljati jedino strojevi … što će reći, da će … roboti, koji će izići iz laboratorija zavladati onima, koji su ih smislili.” (H. de Garis[30])

Ostvare li se enormne mogućnosti i dosezi suvremene tehnike i tehnologije u tom smjeru, postaje izvjesno da će samo ‘tanka elita’ imati nužne kompetencije za kontrolu i usmjeravanje velikih sustava strojne inteligencije:

> “… Moć te elite nad masom bit će totalna: ljudski rad će postati suvišnim, biološka konstitucija ljudi … postaje zaprekom, koju, sa stajališta strojeva, valja ukloniti … posljedično: poboljšanje ljudske vrste dakle ne udovoljava se potrebi ljudi, nego potrebi strojeva” (F. Bowring),

pa ne čudi da Hugo de Garis sebe smatra:

> “(...) četvrtim jahačem Apokalipse, najmračnijim, ratničkim konjanikom … kojeg će protiv ljudskog roda voditi roboti, koji su se od njega oslobodili.”

Ako bi tomu bilo tako, slijedi stvaranje znanstvene elite:

[30] Hugo de Garis (1947.), australski znanstvenik na području umjetne inteligencije

> "… preobraženih ljudi čije će sposobnosti uvelike nadmašivati sposobnosti nepreobraženog čovječanstva… i koji će … ostavljajući daleko iza sebe svoje tijelo … biti bestjelesni, praktički besmrtni duhovi, obdarujući se mehaniziranim tijelima." (J. Bernal)

Sa stajališta takvog shvaćanja evolucije – normalni čovjek postaje bespuće i nije jasno u kojem smjeru bi se kretala evolucija.

9. Genetički inženjering

Razlika između prirodnog tijela i znanošću reprogramiranog tijela dolazi do punog izražaja onda kad se razlike promatraju sa stajališta znanosti, dekodiranja ljudskog genoma i njegove mogućnosti preobrazbe, s ciljem da se omogući da se čovjek oslobodi neizvjesnosti te prirodne lutrije kakva je spolna reprodukcija. Pristupom genetičkog inženjeringa čovječanstvo bi dobilo mogućnost izbora i programiranja svojih budućih svojstava. Umjesto da bude plod slučaja, genska bi baština mogla biti definirana, poboljšana, odnosno po volji diferencirana ovisno o svjesnim izborima 'samih ljudi':

> "… no, ako je modifikacija genoma vezana baš kao izbor 'samih ljudi', taj izbor nije i nikada ne će biti izbor, koji čovječanstvo može učiniti u svakom čovjeku. Oni, koji će izabrati da preoblikuju čovjeka, ili neke ljude, ne će sami biti preoblikovani ljudi. Preoblikovani ljudi ne će izabrati da to budu oni: ljudi će biti preoblikovani izborom, koji su obavili drugi zahvaljujući kriterijima lišenima njihove vlastite prosudbe. Ma kakva bila njegova unutarnja djelotvornost, genetički je inženjering u biti predodređujuća volja trećih o tome što mora postati pojedinac, koji će se roditi. Genetički će inženjering biti djelotvoran čak ako je njegova uzročna djelotvornost ništavna." (A. Gorz)

Situacija: roditelji od genetičkog inženjeringa očekuju određeni učinak na djetetovu osobnost i tretiraju ga u funkciji predispozicija koje bi taj inženjering morao odrediti, čime je radikalizirano ono što se naziva 'diktatom rođenja' (I. Kant). Dakle, jedinka − dijete, mladić, sebe će teško moći shvatiti kao tvorca vlastitog života. Sve događaje, sve odluke ispitivat će u svjetlu svoje pretpostavljene genetske sudbine; neprestano će se pitati: "Je li programirano da donesem tu odluku ili sam je donio slobodno? Jesam li u vlasti neke strane volje ili sam gospodar svojeg izbora?"

Genetički inženjering prepušten inicijativi roditelja mogao bi se razviti u tržište (pretpostavljenih) genetičkih profila; odatle će proizići dvije ljudske

vrste: jedna ‘genetički poboljšana’ i predodređena, i druga ‘divlja’. Genetički će inženjering funkcionirati kao stroj društvenog odabira i postavljanja u hijerarhiji. Ako je pak genetički inženjering podruštvovljen, on će biti stroj za normizaciju i standardizaciju. Hoće li to značiti da će država i znanost, ma kakva im bila namjera s kojom se provodi genetički inženjering, biti tvorci i sutvorci svih građana, i da će se moći uspostaviti novi oblici ropstva i novi kastinski oblici, utemeljeni i legitimirani vjerovanjem u djelotvornost genetičkog preoblikovanja, čak ako ta djelotvornost i ne postoji?

Nije li posljedica takvog pristupa da društveni/roditeljski, genetički inženjering posvećuje napuštanje načela: “Svi su ljudi rođeni jednaki i slobodni” i ostaje li nam stanje u “… kojemu su samoodređenje, jednakost, sloboda, prava i dostojanstvo ljudske osobe tek bijedni judeo-kršćansko-kantovski prežitci.” (A. Gorz)

10. Ostaje otvoreno

1. Ukazuju li znakovi vremena na situaciju u kojoj se čini da je tehnoznanost združena s kapitalom na putu proizvoditi svijet u kojem je čovjeku nemoguće živjeti, jer će strojevi uglavnom postati suverenim, a ljudi njihovim podanicima?
2. Vodi li to u krajnost da “znanost” predlaže da nas proizvedu ovlašteni specijalisti, da postanemo potrošači i kupci “uvećanja” svojih sposobnosti?
3. Nije li to situacija kad će “osposobljeni” mozak, s gotovo trenutačno uvećanim sposobnostima, te sposobnosti aktualizirati zahvaljujući protezama, koje zauzimaju mjesto tjelesnih znanja: ne će li on govoriti kineski koristeći glasovni robot, ili će svirati glasovir umjetnim rukama itd.?
4. Nećemo li biti kiborzi? − kiborzi, koji upravljaju strojevima koji povećavaju sposobnosti naših tijela, a da ne shvaćamo njihovo funkcioniranje ni njihovo ustrojstvo?
5. Znači li to da nas se vodi nijekanju bitne razlike između biološke tjelesnosti (ona je prirodna slučajnost našeg rođenja) i strojne tjelesnosti (stvorene od drugih s određenim ciljem) da nam osiguraju zanosno iskustvo jakih ubrzanja, velikih brzina, sažimanja vremena, nadljudske snage i spretnosti, što inače imamo ili nemamo urođeno − dano smo po sebi?

Zaključak

Ne može opstati muk na pitanja znakova vremena:

"Kakav će nam biti bitak ostvare li se ovi uočeni znaci vremena?"

"Kakve koristi čovječanstvo iz toga može polučiti?"

"Kakvu civilizaciju, kakvo društvo priprema znanost?"

"Prema kojim kriterijima znanost želi ponovno stvoriti čovjeka, život, prirodu?",

Jer:

" …bez zajedničkog razumijevanja znakova vremena, svih u svakome, nema ni društva, ni civilizacije, ni očeva utemeljitelja, ni tradicije, koju treba prenositi."

Literatura

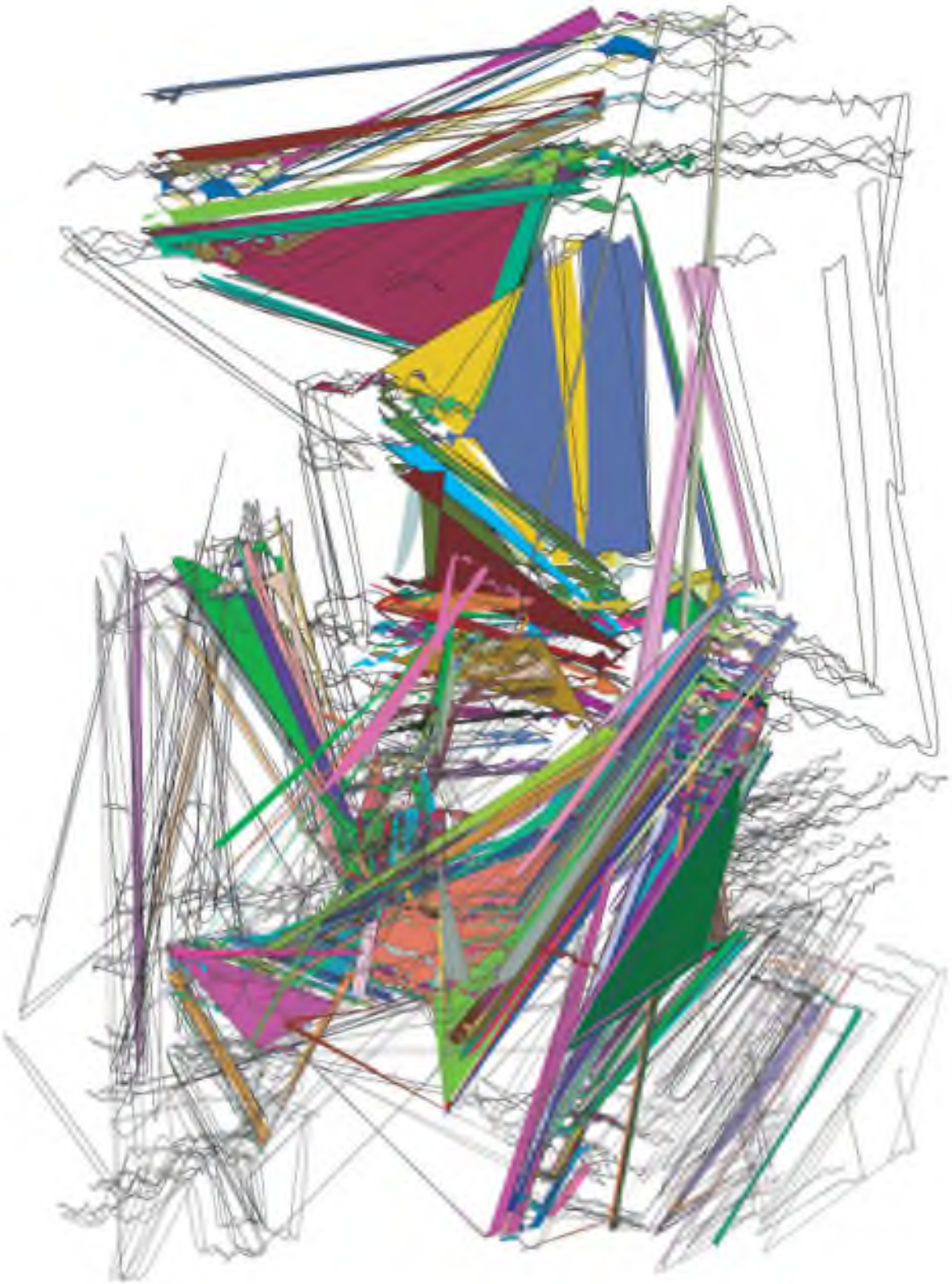
[1] R. Riemen: *Vječiti povratak fašizma*, Tim-*press*, 2011.
[2] A. Gorz: *Nematerijalni rad*, Tim-*press*, 2015.
[3] M. Spitzer: *Digitalna demencija*, Ljevak, 2018.
[4] K. P. Liessmann: *Teoriji neobrazovanosti*, Naklada Jesenski i Turk, 2008.

Signs of the Times

Miroslav Matasović

Abstract: In today's world we are being exposed to a powerful surge of development and achievements in technology, and it is therefore necessary to consider the effects and consequences for human kind. Events in society, science, ecology, artificial intelligence, ectogenesis, the creation of artificial life, nanotechnology, genetic engineering are presented as signs of the times, which may affect the essence, as a category which identifies all that exists, the totality of all real objects and experiences.

Keywords: advances in science and technology, social phenomena as signs of the times, effect on existence.



Damir Sekulić, Martina Volarević

Antagonizam u Marcuseovu razumijevanju tehnike

Sažetak: Cilj je rada izložiti antagonizam u Marcuseovu razumijevanju tehnike, koji se pokazuje u mogućnosti tehnike da bude istodobno sredstvo oslobođenja i sredstvo represije. Ustroj društva, preciznije stanje svijesti njegovih članova određuje dominaciju jedne od suprotnih strana. U društvu obilja kasnog kapitalizma tehnika se pokazuje kao sredstvo represije jer se kroz tehnologiju uvode sve prihvatljiviji oblici društvene kontrole i kohezije. Društvo kroz manipulaciju ljudskim potrebama stvara pojedinca koji služi tehničkom aparatu. Ono predeterminira ljudske vještine, žudnje i potrebe da bi pojedinac svojim djelovanjem služio rastu tehničkog aparata. To se stanje ne može karakterizirati drukčije no kao stanje izopačenosti zato što je cilj civilizacije, tehnike i društva da služi čovjeku, a ne čovjek institucijama koje je stvorio radi vlastitog opstanka. Marcuse napominje da zahtjev za represiju dodatno dovodi u pitanje trenutačno stanje proizvodnog aparata koji zbog automatizacije zahtijeva sve manje ljudskog rada. U automatizaciji leži mogućnost da tehnika postane sredstvo ljudskog oslobođenja od mukotrpnog rada za slobodni razvoj autentičnih mogućnosti čovjeka. U novom slobodnom društvu proizvodna mašta projektira poigravanje s mogućnostima slobodne ljudske egzistencije. U tom je društvu nova kvaliteta života vidljiva u harmoničnom odnosu tehnike, umjetnosti, rada i igre, kroz koje nastaje društvo koje je umjetničko djelo. Da društvo jest kao umjetničko djelo znači da su njegovi oblici stvarnosti projektirani stvaralačkom estetskom maštom kroz predočavanje nerealiziranih mogućnosti egzistencije koje mogu postati oblici djelovanja pri znanstveno-tehnološkoj preobrazbi svijeta. Zaključak smjera prema preispitivanju mogućnosti i opravdanosti Marcuseova zahtjeva za slobodnim društvom jer se, unatoč po-

stojanju tehničkih mogućnosti oslobođenja, Marcuseova utopijska konstrukcija nije realizirala. Marcuseove metode osvještenja prevrednovanja vrijednosti pokazale su se kao manjkave, a možda i kao neopravdane. Dodatni problem stvara nepostojanje jasnog nacrta novog slobodnog društva koje ostaje praznina slobodna da se ispuni proizvoljnim sadržajem što u konačnici otvara mogućnost za novu manipulaciju.

Ključne riječi: Marcuse, oslobođenje, represija, potrošačko društvo

Uvod

Svakidašnjica suvremenog društva u velikoj je mjeri određena tehnikom, čija se strojna inačica svijetom širi brzinom koju je postalo gotovo nemoguće pratiti i koja na specifičan način svijet tvori sve povezanijom cjelinom.[1] Unatoč tomu, sveprisutnom se fenomenu tehnike gotovo uvijek pristupa tek površno. Tehnici se pritom unaprijed pridaje jedna od triju temeljnih odrednica: pozitivna, negativna ili neutralna. Zauzimajući pozitivan stav, pokušava je se na sve načine opravdati kao univerzalno sredstvo napretka čovječanstva kojem nema premca i u koje treba beskompromisno ulagati; negativno joj se pristupa osuđujući je kao siguran put čovječanstva prema propasti, budući da čovjeka otuđuje od prirode, ali i onog humanog općenito; polazi li se pak od tehničke neutralnosti, razmatraju se oblici njezina upravljanja jer upravo se njima određuje i uloga tehnike za pojedinca te zajednicu. Ukoliko su ta tri pristupa početne točke rasprave, utoliko se ona pretvara u antropološko-instrumentalnu jednostranu argumentaciju u kojoj sve teže postaje pronaći originalne ili značajne zamisli koje nisu na ovaj ili onaj način već prošle kroz njezin žrvanj.[2]

Herbert Marcuse tehnici pristupa iz marksističke perspektive, preciznije iz teorijskog okvira koji je ponudila frankfurtska škola. On kreće putem proširenja marksističke teorije pri čemu isprva ključnim smatra uvođenje fenomenološke sastavnice,[3] dok se poslije prihvaća zadatka sinteze Marxova i Freudova nauka.[4] Njegovim temeljnim projektom možemo smatrati razvijanje "kritičke teorije" u kojoj se pokazuje njegova snažna 'interdisciplinarnost': integracija filozofije,

[1]Usp. Danilo Pejović, Uvod, u: Danilo Pejović, *Suvremena filozofija Zapada*, Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb 1979., str. 7-15, na str. 8.

[2]Ovaj je uvodni odlomak u neznatno izmijenjenom obliku preuzet iz: Damir Sekulić, Heideggerovo poimanje tehnike, *Bilten studentskih radova iz filozofije* 2 (2016) 2, str. 29-52, na str. 29.

[3]Vidi Herbert Marcuse, *Der deutsche Künstlerroman: Frühe Aufsätze*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1978.

[4]Vidi Herbert Marcuse, *Eros and Civilization: A Philosophical Inquiry into Freud*, Beacon Press, Boston 1974.

političke ekonomije, društvene teorije, radikalne politike, psihologije i estetike. Iz projekta kritičke teorije proizišlo mišljenje okarakterizirano je dubokom kritikom suvremenog kapitalizma koja vodi prema zahtjevu za političkom emancipacijom, slobodom i srećom pojedinca. Tako određeno Marcuseovo mišljenje karakterizira težnja za povezivanjem teorije i prakse koja se manifestira u njegovoj intenzivnoj ulozi u radu Nove ljevice[5] te sudjelovanju na prosvjedima 1968.[6]

Marcuse se etablirao kao teoretičar tehnike svojim kapitalnim djelom *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*. On tehniku određuje kao način proizvodnje te ukupnost sredstava i izuma koji odlikuju "doba strojeva", a istodobno i kao način organizacije i održavanja kontinuiteta društvenih veza, pokazivanje prevladavajućih uzoraka misli i ponašanja te sredstvo kontrole i dominacije.[7] Njegov stav prema tehnici karakterizira ambivalentna priroda: tehnika u sebi nosi mogućnost oblika dominacije ili emancipacije. Marcuse kritizira tehnološko društvo kasnog kapitalizma u kojem tehnika poprima oblik dominacije. Dominacija je opsežan fenomen koji prožima sve sfere života ekonomije, politike, tehnike, društvene organizacije i kulture, a kojim se stvara okružje štetno za život i razvoj ljudskog organizma. Jednako tako, u tehnici leži mogućnost oslobođenja te ona može dovesti do preobrazbe društva u humaniju civilizaciju. Kritika tehnike završava u kritici društva jer društvo je odgovorno ukoliko propusti tehniku usmjeriti prema emancipaciji.

---

[5]Nova ljevica je aktivistički politički pokret dominantan šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća, za koji je specifično da iako zadržava socijalno usmjerenje, napušta tradicionalno marksističku problematiku usmjerenu na klasnu svijest, prava radnika i revoluciju. Umjesto navedenog, Nova ljevica usmjerena je na niz različitih aktivističkih pokreta u društvu, od feminizma i prava homoseksualaca do zalaganja za legalizaciju lakih droga.

[6]Usp. Douglas Kellner, Herbert Marcuse and the Vicissitudes of Critical Theory, u: Douglas Kellner (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Towards a Critical Theory of Society*, drugi svezak, Routledge, London i New York 2001., str. 1-33, na str. 2, 4, 17, 28-30. Usp. Douglas Kellner, Clayton Pierce, Tyson Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, u: Douglas Kellner, Clayton Pierce (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, peti svezak, Routledge, London i New York 2011., str. [1]-75, na str. 2, 19, 30. Usp. Douglas Kellner, Technology, War and Fascism: Marcuse in the 1940s, u: Douglas Kellner (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Technology, War and Fascism*, prvi svezak, Routledge, London i New York 1998., str. [1]-38, na str. 2, 13-14, 20. Usp. Andrew Feenberg, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, u: John Abromeit, W. Mark Cobb (ur.), *Herbert Marcuse: A critical reader*, Routledge, London i New York 2004., str. 67-80, na str. 79.

[7]Usp. Herbert Marcuse, Some Social Implications of Modern Technology, u: Kellner (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Technology, War and Fascism*, str. [39]-65, na str. 41. Prema tome, tehnici pripada cjelokupnost društvenog procesa, kojeg su sastavni dio ljudi. Usp. Marcuse, *Eros and Civilization*, str. 86: Tehnika kao osnova napretka; tehničkom racionalnošću postavlja se uzorak misli i ponašanja za "produktivnu izvedbu", a vlast nad prirodom gotovo da se može poistovjetiti s civilizacijom.

1. Kritika razvijenog industrijskog društva

Marcuse pristupa tehnici u sklopu kritike onoga što naziva 'razvijenim industrijskim društvom' (engl. *advanced industrial society*). U tom se društvu tehnološkim putem uvode sve učinkovitiji i prihvatljiviji oblici društvene kontrole i kohezije, koji su utemeljeni u 'internoj represiji' – organiziranoj preobrazbi političkih i trgovačkih potreba u individualne potrebe. Na taj način uobličava se zajednica rasta i represije u kojoj tehnički aparat proizvodnje i raspodjele djeluje kao sustav koji *a priori* određuje svoj proizvod, ali i postupke koji služe njegovu osiguranju i proširenju.[8] Budući da pojedinac služi tehničkom aparatu proizvodnje, razvijeno industrijsko društvo djeluje represivno na pojedince određujući njihova zanimanja, vještine, osobne potrebe i težnje koje moraju služiti rastu tehničkog aparata. Društvo sankcionira svaki vid neučinkovitosti pojedinca što ukazuje na totalitarne odrednice razvijenog industrijskog društva:[9]

> "Jer totalitarna nije samo teroristička politička koordinacija društva, nego i ne-teroristička ekonomsko-tehnička koordinacija koja djeluje kroz manipulaciju potreba stečenim interesima i time onemogućuje pojavu djelotvorne opozicije protiv cjeline organizirane tim interesima."[10]

Tehnika je time u zrelom kapitalističkom industrijskom društvu ograničena na sferu (produktivnog) iskorištavanja (engl. *exploitation*) pojedinca i tehničku upotrebu ljudi.[11]

Takva sprega kapitalizma i razvijenog industrijskog društva dovela je do devijacije ljudske prirode mijenjajući temeljne ljudske potrebe. Mogućnost

---

[8]Usp. Herbert Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, Routledge & Kegan Paul Ltd., London 1964., str. xv.

[9]Usp. Herbert Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, u: Kellner (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Towards a Critical Theory of Society*, str. [35]-57, na str. 42, 50. Usp. Herbert Marcuse, *An Essay on Liberation*, Beacon Press, Boston 1969., str. 5, 7. Usp. Herbert Marcuse, From Ontology to Technology, u: Kellner, Pierce (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, str. 132-140, na str. 138.

[10]Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 50: For totalitarian is not only a terroristic political co-ordination of society, but also non-terroristic economic-technical co-ordination which operates through the manipulation of needs by vested interests and thus precludes the emergence of an effective opposition against the whole organized by these interests. [Naš prijevod.]

[11]Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. xv. Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 37. Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 50. Usp. Marcuse, From Ontology to Technology, str. 139. Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 57.

sustava da preobražava ljudske potrebe leži u pretjeranoj prilagodljivosti ljudskog organizma. Čovjek je biće koje ne urasta u okolinu, drugim riječima, ne postoji prirodni okoliš koji je vezan uz njegove nagonske reakcije te u kojem on može zadovoljiti svoje potrebe. Umjesto toga, čovjek je biće otvorenosti te iako ni jedan dio svijeta nije njegov dom po sebi,[12] on je u stanju proizvođenjem, dakle kroz tehniku i tehnologiju, od svakog dijela svijeta učiniti svoj dom. To ne bi bilo moguće da čovjek nije u stanju suspregnuti i preusmjeriti svoju nagonsku energiju te se tako prilagoditi različitim uvjetima opstanka. Kao takvog, čovjeka karakterizira fluidnost nagonskog sklopa zbog kojeg posjeduje pokretljive nagonske potrebe koje su historijski određene i promjenjive:

> "Izvan ove razine [vitalnih potreba], ljudske su potrebe povijesne u smislu da je njihov razvoj, kao i njihov zahtjev za zadovoljenjem proizvod dotičnog društva, a time i predmet političkih kriterija i kritike."[13]

Time je ujedno otvoren prostor za društvenu zlouporabu čovjeka jer je društvo ono koje određuje paradigme i objekte zadovoljenja nagonskih potreba. Kroz propagandne manipulacije kapitalizam nameće čovjeku proizvode koji ne zadovoljavaju ni jednu postojeću potrebu. Iako su takvi proizvodi po sebi nesvrhoviti, bez zbiljske upotrebne vrijednosti, samim tim što ih je čovjek uklopio u svoj opstanak oni za njega postaju nužno potrebni. Na taj način kapitalizam učitavajući u čovjeka nove potrebe stvara 'drugu narav' (engl. *second nature*) čovjeka koja ga čini ovisnim o tržištu. Čovjek postaje "biološki" uvjetovan za potrošnju, rob nesvršivih ciklusa posjedovanja novih proizvoda i odbacivanja starih. Novorazvijena ljudska narav odupire se svakoj promjeni koja bi značila privremeni prekid ili cjelovitu obustavu ovisnosti o tržištu. Otpor promjeni posljedica je propagandne manipulacije koja nameće pojedincu stav da s novim proizvodom kupuje "sreću i zabavu".[14] Budući da je sustav preobrazio ljudske potrebe i vidokrug težnji, ljudi unutar takvog totalitarističkog represivnog sustava imaju privid ugodne i ispunjene egzistencije. Iako pojedinci u sustavu ne percipiraju, izvanjskom je promatraču očigledno da sustav reducira ljudske

[12] Usp. Max Scheler, *Položaj čovjeka u kozmosu*, Svjetlost, Sarajevo, 1978., str. 34.

[13] Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 52: "Beyond this level [of vital needs], the human needs are historical in that their development as well as their claim for the satisfaction are the product of the respective society, and, consequently, subject to political criteria and critique." [Naš prijevod.] Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 67.

[14] Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 11, 13, 16. Usp. Herbert Marcuse, Repressive Tolerance, u: Robert Paul Wolff, Barrington Moore, Jr., Herbert Marcuse, *A Critique of Pure Tolerance*, Beacon Press, Boston 1965., str. 94.

slobode.[15] Sveopća stvorena nesloboda znači da pojedinac gubi sposobnost artikulacije istinskih osobnih interesa, a umjesto toga poistovjećuje svoje interese s onima koje mu nameće sustav. Teško da se u takvom bitno umjetnom i neslobodnom sustavu može govoriti o istinskoj sreći ili slobodnim te ispunjenim životima pojedinaca. Ključno je uočiti da sloboda i sreća u takvom sustavu više nisu ciljevi kojima se teži jer je sustav intervencijom u ljudske potrebe i težnje dokinuo potrebu za okružjem slobode.

> "Jedno je od dostignuća razvijene industrijske civilizacije neterorističko, demokratsko slabljenje slobode – učinkovita, glatka, razumna nesloboda koja je, čini se, utemeljena u samom tehničkom napretku."[16]

Tehnički aparat razvijenog industrijskog društva reprodukcijom povišenog standarda života te internom anonimnom represijom čini impotentnom svaku političku opoziciju protiv ustanovljenih društvenih institucija. Politička opozicija gubi svaku snagu za revoluciju jer je visoko integrirana u tehnički aparat koji joj omogućava zadovoljenje potreba. Prividno zadovoljenje potreba pacificira opoziciju koja ostaje pokorna jer ne želi kompromitirati lagodnu egzistenciju unutar sustava.[17] Dakle, opozicija u vidu radničke klase napušta stav revolucionarne negacije usvajajući stav mirenja koji u konačnici potvrđuje načela sustava. Opozicija poprima konzervirajuću i stabilizirajuću ulogu jer je svedena na dekorativnu drugost bez potencijala za revolucionarni prevrat. Navedenom pridonosi s jedne strane prikrivanje klasnih interesa u potrošnji te s druge anonimnost moći. Potrošačko društvo briše klasne interese jer postoji privid da je kupovina sreće jednako dostupna svim članovima društva. U pojedince je impregnirana ideologija ravnopravnosti – da svi imaju priliku "kupiti" sreću ukoliko budu služili sustavu, određivali svoje potrebe i težnje u skladu s onim što sustav propisuje. Anonimnost moći uvjetovana je disperzijom odgovornosti unutar sustava u kojem središte moći ostaje prazno. To znači da više (barem transparentno) ne postoje "kapitalistički šefovi" ili robovlasnici protiv kojih bi prosvjed bio usmjeren. Danas postoji samo opskuran koncept administracije, što značajno otežava određivanje i pridavanje svake vrste odgovornosti, i time

[15] Usp. Herbert Marcuse, On Hedonism, u: Herbert Marcuse, *Negations: Essays in Critical Theory*, s prijevodima s njemačkog Jeremyja J. Shapira, May Fly, London 2009., str. 119-149, na str. 142: "Because they are themselves already unfree, the false happiness of their fulfillment is possible in unfreedom." Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 62.

[16] Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 37. [Naš prijevod.] Usp. isto, str. 43, 51, 57.

[17] Usp. Branka Brujić, Zatvoreni svijet rada i šanse revolucije, u: Herbert Marcuse, *Čovjek jedne dimenzije: Rasprave o ideologiji razvijenog industrijskog društva*, prevela Branka Brujić, "Veselin Masleša", Sarajevo 1968., str. [237]-267, na str. 253-254.

konkretno konačno odredište prosvjeda. To u konačnici vodi do stvaranja svojevrsnog začaranog kruga: kapitalističko društveno uređenje stvara konzervativnu većinu koja taj sustav opetovano potvrđuje jer je sustav otvoren za promjene samo unutar svojeg institucionalnog okvira. Navedenom pridonosi i propaganda blagostanja koja obučava "mlade" radne snage submisivnosti sustava te nepovjerenju prema potencijalnim sredstvima oslobođenja.[18] Marcuse zaključuje da takva sprega tehnike i politike stabilizira društveni sustav zasnovan na dominaciji jer u konačnici je svaki napredak ograničen na prethodno zadani okvir.[19]

Tako određeno industrijsko društvo potkopava bit tehnike jer je ona kao povijesni projekt način oslobađanja čovjeka od mukotrpnog rada i tjeskobe. Tehnički uvjetovanu metodičku preobrazbu svijeta Marcuse objašnjava na temelju razlike između starogrčkih pojmova φύσις i τέχνη. Na temelju prethodno navedene razlike tehniku treba razumijevati kao 'metodičku negaciju' prirode posredstvom čovjeka, negaciju kojom priroda postaje instrumentalni svijet namijenjen unapređivanju ljudske zajednice.[20] Problem stvara to što je razvoj iznevjerio krajnju svrhu ljudske dobrobiti postavljajući instrumentalnost kao svrhu po sebi. Zahtjev za dominacijom u društvu putem instrumentalnosti opravdava se nazorom da tehnika po sebi iziskuje dominaciju jer pristupa prirodi kao neprijateljskoj sili koju treba podjarmiti. U tom nazoru posebno je problematično to što se isti princip kontrole i dominacije primjenjuje i na čovjeka, kojeg se izjednačava s prirodom kojom treba ovladati. Čovjek je shvaćen samo kao resurs, radna snaga koju sustav treba kontrolirati radi održanja samog sustava.[21] Time je iznevjerena bit tehnike budući da bi čovjekova dobrobit trebala biti njezina krajnja svrha, a ne održavanje sustava proizvodnje i njegovih institucija. Marcuse zaključuje da je dominacija ustanovljena na svladavanju prirode s pomoću tehnike metamorfirala u dominaciju kojoj čovjek postaje ujedno i "gospodar i rob".[22] Čovjek je u tom proturječnom položaju jer je onaj koji

[18] Usp. Marcuse, Some Social Implications of Modern Technology, str. 41, 43.

[19] Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 38-39. Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 26, 30. Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 43.

[20] Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 45. 3, 9, 84, 168. Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 238.

[21] Usp. Herbert Marcuse, Philosophical Reflections on Science and Technology, u: Kellner, Pierce (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, str. [141]-159, na str. 143. Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 46: "Technology can be used, and is largely used for sustaining and even increasing the quantity of socially required labor and for denying gratification and pacification."

[22] Usp. Marcuse, From Ontology to Technology, str. 137, 139. Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 46.

zadovoljava svoje potrebe kroz proizvodni proces, no u istoj mjeri i onaj koji služi proizvodnom aparatu.

Metode kojima proizvodni aparat uspostavlja dominaciju nad pojedincem Marcuse tumači pojmom tehnološke racionalnosti. Iako tehnološka racionalnost potječe iz proizvodnog procesa, ona ga prerasta i postaje politička jer je u nju integrirana kontrola totaliteta ljudskih odnosa u društvu. Ona je način na koji sustav generira i održava nadmoć nad pojedincem pomoću tehničke, znanstvene i mehaničke produktivnosti i učinkovitosti. Produktivnost i učinkovitost postavljaju se kao zdravorazumski ciljevi 'utjelovljenja' razuma (engl. *embodiment of Reason*), kojem bi svako protivljenje bilo suludo:

> "Slijedeći ovaj tijek napretka, razvijeno industrijsko društvo gradi sustav totalne administracije: centrifugalne sile (tj. postojeće materijalne i intelektualne sposobnosti) integrirane su u sustav putem medija tehnologije, koja se pojavljuje kao racionalnost *per se*."[23]

Tehnološka je racionalnost legitimirana dobrim funkcioniranjem društva, a prividno zadovoljstvo članova društva predstavlja se kao dovoljan razlog prihvaćanja njezinih paradigmi ustroja društva. U konačnici, proizvodni proces određuje puninu ljudske egzistencije uspostavljajući racionalan i svrsishodan mehanizam[24] koji "sjedinjuje posao, tehniku, ljudske potrebe i prirodu".[25] Sustav eliminira svaku mogućnost ljudske autonomije i mogućnosti samoodređenja budući da pretvara ljudske potrebe, nagone i misli u sredstva vlastitog održanja. U skladu s navedenim, sloboda u društvu tehnološke racionalnosti svedena je na "demokratsku neslobodu" (engl. *democratic unfreedom*), u kojoj članovi društva imaju osjećaj privida slobode poput slobode izbora, ali samo izbora unutar društveno uspostavljenog okvira. Budući da su potrebe, htijenja i težnje članova društva regulirane proizvodnim aparatom koji ih učinkovito zadovoljava, članovi društva pristaju na takvo "dobrovoljno ropstvo" (engl. *voluntary servitude*):[26]

---

[23] Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 43: "Pursuing this course of progress, advanced industrial society is building a system of total administration: the centrifugal forces (i.e., the existing material and intellectual capabilities) are integrated into the system through the medium of technology, which appears as rationality *per se*." [Naš prijevod.] Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 38.

[24] Isto, str. 46. Usp. Feenberg, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, str. 74: Tehnološkom racionalnošću stvari unutar tehničkog sustava gube intrinzične vrijednosti, postaju isključivo raspoložive za ljudsku upotrebu.

[25] Usp. Marcuse, Some Social Implications of Modern Technology, str. 46, 64.

[26] Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. xvi, 1, 18, 154, 159, 168, 227.

> "Tehnološka je transformacija ujedno i politička transformacija, ali bi se politička promjena pretvorila u kvalitativnu društvenu promjenu samo u mjeri u kojoj bi promijenila smjer tehničkog napretka, odnosno razvila novu tehnologiju. Jer uspostavljena je tehnologija postala instrument destruktivne politike."[27]

Marcuse smatra da je tehnološka racionalnost iracionalna jer nije u stanju postaviti dobrobit čovjeka kao mjerilo. Iracionalnost tehnološke racionalnosti jasno se pokazuje u eksploataciji pojedinaca koji su kroz interveniranje društva u njihove težnje i potrebe svedeni na sredstva opstanka društva. Ono kroz svoju potrošačku propagandu impregnira u pojedince lažni svjetonazor. Društvo koje svoj prosperitet ostvaruje kroz intelektualno-moralno vrijednosno sakaćenje svojih članova svodeći ih na propagandne marionete ne može se ocijeniti kao racionalno.[28]

Tehnološka racionalnost utemeljena je u znanstvenoj racionalnosti s obzirom na to da prirodna znanost svojom metodom, pojmovima te stabilizirajućom funkcijom promiče ideju dominacije nad prirodom. Marcuse modernu znanost opisuje kao 'metodologiju' otprije zadane povijesne stvarnosti (»'methodology' of a pre-given historical reality«) – koja prirodu predstavlja kao potencijalnu instrumentalnost, kao materiju kontrole i organizacije.[29] Želi pokazati unutarnju instrumentalnost 'znanstvene racionalnosti' (engl. *scientific rationality*), kojom je ona *a priori* tehnika. Struktura je načelâ moderne prirodne znanosti *a priori* takva da ona mogu služiti 'konceptualnim sredstvima' produktivne kontrole. Znanost je formalizacijom prirode stvorila sustav univerzalnog instrumentalnog svijeta koji je pogodno tlo za teoretsku i praktičku dominaciju. Formalizacija prirode moderne prirodne znanosti pruža opis svijeta koji se temelji na sustavnom predviđanju oblikovanom kroz izračunljive odnose. Dobivenom fizičko-matematičkom strukturom nameće se "istina" poimana kao ono što može

[27] Isto, str. 227: "The technological transformation is at the same time political transformation, but the political change would turn into qualitative social change only to the degree to which it would alter the direction of technical progress–that is, develop a new technology. For the established technology has become an instrument of destructive politics." [Naš prijevod.]

[28] Usp. Marcuse, Philosophical Reflections on Science and Technology, u: Kellner, Pierce (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, str. 144. Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 57. Usp. Marcuse, Repressive Tolerance, str. 95.

[29] Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 152-153, 162, 168: "The scientific concept of a universally controllable nature projected nature as endless matter-in-function, the mere stuff of theory and practice." Usp. Gandesha, Marcuse, Habermas, and the Critique of Technology, u: Abromeit, Cobb (ur.), *Herbert Marcuse: A critical reader*, str. 203. Usp. Brujić, Zatvoreni svijet rada i šanse revolucije, str. 258.

biti izmjereno i izračunato.[30] Kvantifikabilnost postaje preduvjet za uspostavljanje dominacije nad prirodom jer pri svojem nastojanju da ustanovi fizičko-matematičku strukturu svijeta ona apstrahira od pojedinačnog čovjeka. Ignoriranje ljudskog čimbenika biva opravdano rezultatom znanstvenog djelovanja jer u znanosti formalni kvantificirani sustavi poučaka vode prema preobrazbi prirode i podređivanju svijeta čovjekovoj moći. Znanstvena racionalnost isticanjem 'objektivnosti' i učinkovitosti (engl. *efficiency*) kao svrhe same za sebe otvara prostor za dominaciju nad čovjekom. Položaj pojedinca u društvu znanstvene i tehničke racionalnosti u potpunosti je određen "objektivnim" kvalitetama i zakonima, koji se pojavljuju kao izračunljiva očitovanja znanstvene racionalnosti. Znanstveno se "pokorena" priroda ponovno pojavljuje u vidu tehničkog aparata, koji s jedne strane održava i poboljšava živote pojedinaca, dok ih s druge podređuje sustavu.[31] Znanstvena racionalnost postaje politička moć koja obezvređuje ljudsku egzistenciju lišavajući čovjeka svake individualnosti. Čovjek je oruđe zamjenjivo drugim oruđima: "Čovjek je ušao u društveni proces kao apstraktan i univerzalan element koji je moguće kvantificirati kao radnu snagu."[32]

To znanstveno-tehničko racionalno društvo zrelog kapitalizma Marcuse definira sintagmom jednodimenzionalnog društva. Jednodimenzionalni je čovjek jednodimenzionalnog društva negativ određenja čovjeka predtehničkog doba koji raspolaže dvjema dimenzijama svoje egzistencije; naime dimenzijom transcedentnih ideala i dimenzijom stvarnosti. Egzistencija je predtehničkog čovjeka dvodimenzionalna jer je on u stanju transcendirati postojeću stvarnost te unijeti kvalitativne promjene u stvarnost na temelju transcedentnih ideala.[33] U suvremenom društvu nestaje druga dimenzija ideala jer društvo svodi čovjeka na robu koja služi aparatu i životinju čiji je jedini cilj zadovoljenje potreba. Svođenjem čovjekove egzistencije na sad i ovdje nestaje napetost između stvarnosti i transcendentne mogućnosti. Čovjek sad ima samo jednu dimenziju stvarnosti

[30] Usp. Marcuse, From Ontology to Technology, str. 133: Marcuse napominje da takav sustav ljude uzima u obzir samo kao fizičku ili biološku materiju, dok su u svim ostalim vidovima ljudi "eliminirani" iz prirode. Stvarnost koju znanstvena metoda priznaje postaje stvarnost neovisno o individualnom ili društvenom fakticitetu. Usp. Marcuse, Philosophical Reflections on Science and Technology, str. 141.

[31] Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 146, 165-169, 253: "(...) for with the growth in the technological conquest of nature grows the conquest of man by man." Usp. Marcuse, The Problem of Social Change in the Technological Society, str. 56.

[32] Marcuse, From Ontology to Technology, str. 136. [Naš prijevod.]

[33] Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 58-59: Marcuse predtehničku kulturu naziva "višom kulturom Zapada" jer je odisala svjesnim i metodičkim otuđenjem od posla i industrije te njima inherentnom usmjerenju ka izračunljivosti i profitu. Zaključuje da predtehničku kulturu odlikuje "misao, kontemplacija, osjećaj i naracija". Usp. Marcuse, Philosophical Reflections on Science and Technology, str. 142: Čovjekovom praksom tehnički je svijet u odnosu na predtehnološku prirodu postao neprijateljski i razarajući.

u kojoj materija zadobiva tehnički oblik, a koji postaje sadržaj i bît te stvarnosti: čovjek je, dakle, u tehničkom svijetu jednodimenzionalan.[34] Marcuseov stav o ozbiljnosti problema koji se očituju u znanstveno, odnosno tehnički uspostavljenom jednodimenzionalnom društvu jasan je iz sljedeće tvrdnje: "Koncentracijski logori, masovna istrebljenja, svjetski ratovi i atomske bombe nisu 'zapadanje u barbarstvo', već nepotisnuta primjena dostignućâ moderne znanosti, tehnike i dominacije."[35] Dakle, najučinkovitije podjarmljivanje i razaranje ne zbiva se pod nadležnosti nečega što bi se moglo karakterizirati kao divljaštvo, nego na vrhuncu civilizacije.[36] Marcuseova dijagnoza prokazuje suvremeno društvo kao vrlo problematično, zbog čega valja razmotriti i njegove zamisli oko načinâ potencijalne 'kvalitativne' promjene postojećeg stanja stvarî.

2. Mogućnosti oslobođenja u jednodimenzionalnom društvu

Kad Marcuse pristupa razmatranju mogućnosti nastanka društva koje će odbaciti represivne manipulacije koje karakteriziraju društvo kasnog kapitalizma, polazi od pretpostavke da trenutačno stanje proizvodnih snaga više ne zahtijeva represiju da bi zadovoljilo potrebe članova društva. "Utopijske mogućnosti sadržane su u tehničkim i tehnološkim snagama razvijenog kapitalizma."[37] U kasnom kapitalizmu proizvodnja je do te mjere tehnologizirana i automatizirana da zahtijeva minimalno sudjelovanje radne snage u proizvodnom procesu. Dakle, znanost i tehnika sa svim svojim sastavnicama prema Marcuseu nisu inherentno represivne, već postaju sredstvima dominacije unutar represivnog društva.[38]

---

[34]Marcuse, From Ontology to Technology, str. 135.

[35]Marcuse, *Eros and Civilization: A Philosophical Inquiry into Freud*, str. 4: "Concentration camps, mass exterminations, world wars, and atom bombs are no 'relapse into barbarism,' but the unrepressed implementation of the achievements of modern science, technology, and domination." [Naš prijevod.] Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 33: Utrku u naoružanju danas vode znanstvenici kao zaposlenici industrijskih carstava.

[36]Usp. Marcuse, *Eros and Civilization: A Philosophical Inquiry into Freud*, str. 4.

[37]Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 4: "Utopian possibilities are inherent in the technical and technological forces of advanced capitalism." [Naš prijevod.]

[38]Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 12, 45, 90: "(...) not the arrest or reduction of technical progress, but the elimination of those of its features which perpetuate man's subjection to the apparatus [is needed]." Usp. Marcuse, Some Social Implications of Modern Technology, str. 41. Usp. Marcuse, From Ontology to Technology, str. 136. Usp. Marcuse, Philosophical Reflections on Science and Technology, str. 143. Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 235. Usp. Marcuse, The Problem of Social change in the Technological Society, str. 57. Usp. Marcuse, On Hedonism, str. 148.

Visok stadij razvoja proizvodnih snaga trebao bi dovesti do otvaranja prostora za slobodno razvijanje individualnih ljudskih mogućnosti u kojima se prepliće rad i igra. Umjesto navedenog, suvremeno društvo generira diskrepanciju među razvojem proizvodnih snaga, bogatstvom društva te razornim i represivnim upotrebljavanjem radnih snaga. Budući da se proizvode dobra koja nadilaze zadovoljenje potreba svih članova društva, društvo se u konačnici održava samo na temelju sistematskog rasta rasipanja.[39] Hiperproizvodnja društva kasnog kapitalizma nema negativne posljedice samo na članove društva, već u istoj mjeri nanosi štetu ostalim manje razvijenim zemljama. Naime, kasni kapitalizam producira kvantitetu robe koja nadilazi zadovoljenje svih potreba te na taj način uskraćuje resurse za proizvodnju siromašnijim zemljama. Takav egoizam rasipanja društva kasnog kapitalizma Marcuse ocjenjuje kao nemoralan i sablažnjiv. Članovi društva trebali bi biti prožeti osjećajem krivnje i stida, no takva je moralna reakcija ugušena budući da propaganda sustava nalaže ekscesivni hedonizam.[40] Marcuse smatra da prethodno izložena unutarnja protuslovlja stvaraju dovoljno jake pukotine u postojećem sustavu koje bi trebale moći dovesti do radikalne promjene. Unatoč tomu, obrat se pokazuje kao nemogućnost jer nedostaje revolucionarne snage – društvene skupine koja bi nosila obrat, dakle, nema: "nikakva subjektivna nužnost radikalnog preokreta i sve gorućija njegova objektivna nužnost."[41]

Inzistiranje na radikalnom obratu ukazuje na nepovjerenje prema mogućnostima promjene unutar okvira postojećeg sustava. Nepovjerenje je posljedica odbacivanja mogućnosti otklanjanja gospodarenja i eksploatacije ljudi racionalnim korištenjem tehnoloških snaga. On smatra da nije zdravorazumski očekivati da će pojedinac zadovoljavati svoje potrebe unutar sustava, a da pritom neće reproducirati svoju ovisnost o proizvodnom aparatu i time reproducirati robovanje. To znači da klasna društva kasnog kapitalizma nisu u stanju graditi svijet slobode budući da njihove institucije i načini upravljanja pojedincima stvaraju potrebe, putanje zadovoljenja i vrijednosti koje reproduciraju porobljenost. Zato Marcuse smatra da 'radikalna' promjena mora početi u biološkoj dimenziji čovjeka,[42] u onom što naziva čovjekovom 'infrastrukturom', pritom misleći na njegove potrebe:

[39] Usp. isto, str. 12.

[40] Usp. isto, str. 7-8.

[41] Herbert Marcuse, Ciljevi, oblici i izgledi studentske opozicije, u: Herbert Marcuse, *Kraj utopije, esej o oslobođenju,* Stvarnost, Zagreb 1972., str. 40.

[42] Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 14: Drukčiji je zaključak Kellnera, Piercea i Lewisa, koji tvrde da prema Marcuseu promjena neautentične egzistencije već pretpostavlja promijenjeno društvo.

> "[Pitanje je sada] kako pojedinac može zadovoljiti svoje potrebe bez da samom sebi šteti, bez da reproducira, svojim težnjama i zadovoljenjima, svoju ovisnost o izrabljivačkom aparatu, koji zadovoljavajući njegove potrebe ujedno perpetuira njegovo ropstvo?"[43]

Naime, samo polazeći od infrastrukture čovjeka, njegovim raskinućem s uobičajenim načinima razumijevanja stvarî, prema Marcuseovoj procjeni moguće je prekinuti "dobrovoljno ropstvo" uspostavljenih društava.[44] Raskinuće s uobičajenim načinima razumijevanja znači "oslobađanje od sloboda" koje pruža izrabljivački poredak,[45] što je ujedno preduvjet izgradnje slobodnog društva jer uspostavljena društva ne mogu biti osnovica ljudske slobode.

Temeljni je zadatak prevratničkih snaga politička praksa koja zahtijeva radikalno prevrednovanje vrijednosti koje će kroz dokidanje postojećih društveno nametnutih potreba i žudnji eliminirati dobrovoljnu porobljenost. Nužnost je odvažiti se "na skandal kvalitativne razlike, ako neće da podlegne poboljšanju unutar društva koje ostaje loše".[46] Prevratnička politička praksa nalaže revolucionarni prijelom jer novo društvo zahtijeva kvalitativnu razliku koju nije moguće ostvariti nastavljanjem kontinuiteta postojećeg društva. Revolucija bi trebala omogućiti preobrat kvantitativnog tehničkog napretka društva obilja kasnog kapitalizma u kvalitativno različit način života koji se temelji na slobodi.

---

[43] Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 4: "[The question is now] how can he satisfy his needs without hurting himself, without reproducing, through his aspirations and satisfactions, his dependence on an exploitative apparatus which, in satisfying his needs, perpetuates his servitude?" [Naš prijevod.] Usp. isto, str. 16. Usp. Marcuse, On Hedonism, str. 144. Usp. Kellner, Herbert Marcuse and the Vicissitudes of Critical Theory, str. 13-14: Sreća je nemoguća bez zadovoljenja potreba, pri čemu je uzrok nezadovoljenja društveni ustroj, koji je dakle izvor nesreće. Nepatvoreni razum treba odrediti istinske potrebe, a odbaciti one lažne, nametnute. Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 50, 59.

[44] Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 6. Usp. isto, str. 19: Marcuse objašnjava da bi se "biološki" utemeljenom revolucijom moglo kvantitativni tehnički napredak pretvoriti u kvalitativno drukčije načine života. Usp. Marcuse, On Hedonism, str. 121, 125: Marcuse čak u hedonističkom načelu – koje opravdava pojedinačni interes protiv svake zajednice – pronalazi "oslobađajući" moment; naime, zahtjev za slobodom pojedinca ulazi u područje materijalnih uvjeta života, prema čemu hedonizam čuva element ljudske slobode, a to je ono što ga približava kritičkoj teoriji. O tome vidi i: Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 61. Usp. Feenberg, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, str. 79. Uspostavljeni sustav suzbija svaki impuls radikalne promjene svojim proizvodnim uspjehom. Usp. Brujić, Zatvoreni svijet rada i šanse revolucije, str. 251.

[45] Usp. Marcuse, The problem of social change in the technological society, str. 52: Marcuse napominje da "sloboda" može biti učinjena snažnim sredstvom dominacije – što je zasigurno slučaj kod "sloboda" koje nameće razvijeno industrijsko društvo.

[46] Herbert Marcuse, Moral i politika u društvu obilja, u: Marcuse, *Kraj utopije, esej o oslobođenju*, str. 74-105, na str. 76.

Kvalitativna promjena zahtijeva preusmjeravanje proizvodnog aparata od tehnokratske represije prema načinu proizvodnje u kojem tehnika i tehnologija postaju sredstva zadovoljavanja potreba i ciljeva slobodnih ljudi, umjesto da opslužuju proizvodni aparat koji je postao samosvršan.

Mogućnosti za revoluciju osporava represija potrebe za obratom kod većine članova društva. Radnička klasa dobro je integrirana u proizvodni sustav kroz propagandnu manipulaciju sustava te njome prouzročenu izmjenu temeljnih potreba. Negativno u tom smislu utječe i smanjenje broja članova radničke klase budući da je automatizacija proizvodnje dovela do nestajanja radnika, dok su surogatni radnici u vidu inženjera dobro plaćeni miljenici sustava. Budući da većina članova društva živi u stanju dobrovoljnog ropstva, oslobođenje je prevrat protiv interesa i volje većine. Iz navedenog razloga Marcuse smatra da je glavni zadatak prevratničkih snaga rad na subjektivnom čimbeniku kroz oslobađanje indoktrinirane svijesti u suvremenom društvu. Prilikom razvijanja strategija oslobađanja, posebnu pažnju treba posvetiti preoblikovanju ljudskih potreba jer represivno društvo kasnog kapitalizma mijenja ljudske potrebe stvarajući "drugu narav" čovjeka. Kroz tu "drugu narav" čovjek postaje biološki uvjetovan za potrošnju te mu život u potrošačkom društvu stvara privid ispunjene egzistencije.[47] Ovdje se jasno pokazuje najslabija točka Marcuseove revolucionarne teorije koja dovodi u pitanje mogućnost revolucije. Da bi mogla nastupiti revolucija, potrebno je promijeniti svijest članova društva i time prekinuti kontinuitet potrošačkih potreba, no taj prekid nije moguće uvesti drukčije nego kroz revoluciju jer članovi društva žive u prividno ispunjenoj egzistenciji. Tako da je osnovni problem Marcuseove teorije revolucionarnog oslobođenja sljedeći: Kako navesti na promjenu zadovoljnog čovjeka? "'Druga narav' čovjeka buni se protiv promjene koja bi … ukinula njegovu egzistenciju kao potrošača"[48] Kontrarevolucija bi bila usmjerena prema oslobađanju druge dimenzije ljudske egzistencije aktiviranjem potreba koje su bile potisnute u kapitalističkom društvu. Marcuse potisnutim u klasnom društvu predstavlja moral kao dispoziciju organizma u smislu nagonske osnove međuljudske solidarnosti; ali i humanost, volju i vjeru. Navedene ljudske osebujnosti, premda potisnute, u klasnom društvu još uvijek su prisutne pa bi zato politički ustanak u punoj snazi proizlazio upravo iz – te potisnute nagonske pobune.[49] Razvijanje tih vitalnih potreba, a posebice potrebe za slobodom, omogućit će skok kvantitete tehnološkog razvoja u kvalitetu slobodnog društva. Revitaliziranje potrebe za slobodom proizlazi iz iščezavanja slobode u zemljama razvijenog kapitalizma, preciznije njezina svođenja na tzv. neslobodnu slobodu. U društvu neslobodne

[47] Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 11-14.

[48] Isto, str. 11. [Naš prijevod.] "The second nature of man thus militates against any change that would… abolish his existence as a consumer."

[49] Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 9-10.

slobode njegovi članovi imaju privid slobode, mogućnost izbora među različitim robama i uslugama, no ta sloboda ima granicu koja je granica postojećeg sustava. Članovi ne smiju dovoditi u pitanje Zakon i Red postojećeg sustava, niti imaju pravo organizirati pobunu protiv sustava. Dakle, revolucionarni je radikalizam humanistički orijentiran, budući da zahtijeva ćudoređe koje čovjeka vodi prema slobodi.

Nove potrebe predvođene slobodom najlakše je odrediti kao negaciju potreba i vrijednosti dominantnih u sustavu kasnog kapitalizma, dakle: "negacija potrebe borbe za egzistenciju… negacija potrebe zarađivanja … negacija potrebe za rasipnom razornom produktivnosti … negacija potrebe za podmuklim potiskivanjem nagona."[50] U novom slobodnom društvu bit će negirane i time nadomještene "vitalna biološka potreba za mirom… potreba za tišinom, potreba da se bude sam sa sobom ili s drugima… potreba za ljepotom, potreba za 'nezasluženom' srećom."[51] Te nove potrebe Marcuse ne razumijeva kao individualne, već kao društvene potrebe koje prožimaju sve članove društva i time čine proizvodnu snagu koja usmjerava razvoj društva prema potpunom tehničkom preoblikovanju svijeta života. Tehničko preoblikovanje svijeta života znači napuštanje kapitalističke industrijalizacije i komercijalizacije, kroz izmjenu ustrojstva institucija, novih proizvodnih odnosa te rekonstrukciju gradova uz koju je vezan povratak prirodi, no ne u smislu regresije u prirodno stanje. Navedene će izmjene dovesti do nastanka novih vrsta međuljudskih odnosa koji će napustiti agresivno-konkurentske paradigme odnošenja.[52] Promjena će nastupiti jer će članovi društva uvidjeti da potrebe života ne zahtijevaju represivno eksploatatorsko načelo izvedbe u sustavu. Njima će postati jasno da je kapitalistički sustav priskrbljivao sebi samoodržanje šireći privid o nužnosti kompetitivnog odnošenja među članovima društva kroz potrošačku propagandu. Osvještenje neopravdanosti održanja kompetitivnog djelovanja ukorijenit će djelovanje iz slobode u prirodi čovjeka.

---

[50] Marcuse, The End of Utopia, str. 67. [Naš prijevod.] "(...) the negation of the need for the struggle for existence… the negation of the need to earn one's living; the negation of the need for wasteful ruinous productivity … negation of the vital need for deceitful repression of the instincts."

[51] Isto. [Naš prijevod.] "(...) the vital biological need for peace… the need for calm, the need to be alone, with oneself of with others… the need for the beautiful, the need for 'undeserved' happiness."

[52] Usp. Marcuse, From Ontology to Technology, str. 139. Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 227, 235-236: Marcuse smatra da bi se usmjerenjem tehnike prema pacifikaciji ljudske egzistencije dostigao viši stupanj civilizacije. No, pacifikacije ljudske egzistencije nema bez pacifikacije prirode, koja pretpostavlja "oslobađajuće ovladavanje" njom u smislu smanjenja nasilnosti, bijede i okrutnosti. Postizanje pacifikacije na kraju krajeva ispostavlja se političkom djelatnošću, koja upravlja oslobađanjem tehnološke racionalnosti od njezinih izrabljujućih odrednica. Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 75. Usp. Brujić, Zatvoreni svijet rada i šanse revolucije, str. 256.

Osvještenje vodi prema nastanku individuuma drukčijeg senzibiliteta i svijesti. Svijest o odstranjenju borbe za opstanak utemeljuje društveni rad u kojem proizvodna mašta projektira poigravanje s mogućnostima slobodne ljudske egzistencije. Mašta[53] članova društva koji djeluju iz slobode oblikuje njihove misaone sposobnosti na takav način da u takvom društvu proizvodnja postaje stvaralački proces. "Oslobođena ropstva eksploatacije, nošena ostvarenjima znanosti, mašta bi mogla preokrenuti svoju proizvodnu moć u radikalnu preobrazbu iskustva i svijeta iskustva."[54]

Mašta daje temelj za zaokret novog društva prema promjeni kvalitete života u estetsko-erotičku kvalitetu. Novu estetsko-erotičku kvalitetu treba razumijevati u skladu s izvornim značenjem estetskog kao onog osjetilnog i erotskog vezanog uz nagon života. Erotski je moment nove kvalitete života zaslužan za nastanak ćudoređa utemeljenog u nagonu života kao čovjekove sklonosti da stvara i očuva sve veća sjedinjenja života koja se u društvu manifestiraju kao solidarnost među ljudima. Ćudoređe nagona života dobilo bi svoj izraz i u unapređivanju razvoja znanosti i tehnologije,[55] koje ne bi djelovale eksploatatorski represivno, već bi težile proizvesti stvari koje štite i zadovoljavaju život te time pomažu čovjeku da se ostvari u slobodi svojih mogućnosti. Jednako tako, estetičko ne treba razumijevati u smislu puko "estetskog" onog lijepog, ukusnog i skladnog, već estetsko upućuje na um kao formu osjetilnosti koja je prožeta duhom. Estetsko je kao duhovna osjetilna forma moguć modus ljudske egzistencije kao forma lijepog življenja moguća samo u društvu koje je slobodno u svojem totalitetu. No, osjetilno-erotična kvaliteta nije dovoljna za uspostavljanje novog slobodnog društva. Novo društvo zahtijeva prožimanje estetičko-erotične kvalitete s racionalnošću u skladnom ispreplitanju koje ostvaruje slobodu u društvu. Materijalni su uvjeti za slobodu ostvareni budući da je produktivna mašta postavljena kao poveznica između teorijskog i praktičnog uma. Čovjek djelovanjem produktivne mašte može racionalno projektirati svijet koji je u skladu s estetskom osjetilnošću čovjeka.[56]

---

[53] Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 24. Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 248-249. Usp. Feenberg, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, str. 78: Marcuse želi mašti vratiti udio u racionalnom shvaćanju stvarnosti.

[54] Herbert Marcuse, The New Sensibility, u: Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 45. [Naš prijevod.] "Released from the bondage to exploitation, the imagination, sustained by the achievements of science, could turn its productive power to the radical reconstruction of experience and the universe of experience."

[55] Usp. Feenberg, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, str. 75: "A redeemed technology would respect the potentialities of things and recognize the creative human role in the shaping of worlds."

[56] Usp. isto, str. 30-37.

> "Takav bi svijet mogao (u doslovnom smislu!) otjeloviti, u se ugraditi sposobnosti i čežnje u takvim razmjerima da one izgledaju kao objektivni determinizam prirode – sklad kauzalnosti putem prirode i kauzalnosti putem slobode."[57]

Promjena kvalitete života u novom društvu vidljiva je u harmoničnom odnošenju osjetilnosti i racionalnosti, dakle u modusu ljudske egzistencije u kojem se isprepliće tehnika,[58] umjetnost, rad i igra. Djelovanjem stvaralačke mašte iščeznula bi razlika između mašte i razuma jer bi se znanstvena racionalnost tehnike pod utjecajem mašte približila umjetnosti, a umjetnost bi pod utjecajem tehnike oblikovala stvarnost.[59]

Mašta je zaslužna za razvoj sasvim novog *ethosa* estetske provenijencije, koji je amalgam nove osjetilnosti i znanstvene inteligencije. Stvarnost pod djelovanjem novog *ethosa* u svijesti članova društva poprima oblik u kojem se zrcali estetski cilj. Estetski *ethos* otvara mogućnost stvaranja stvarnosti koja je djelo umjetnosti čije je materijalno i kulturalno oblikovanje vođeno načelima umjetničke produkcije. Pritom je nužno napomenuti da to što umjetnost sudjeluje u oblikovanju svojstava i izgleda stvari ne znači da će stvarnost postati lijepa u smislu vizualno atraktivnih proizvoda:

> "Takvo jedinstvo nije moguće kao organizirano poljepšavanje ružnog, kao dekorativni omotač brutalnog, nego samo kao opći oblik života."[60]

Umjesto toga, pri određenju društva kao umjetničkog djela Marcuse se poziva na izvorno značenje umjetnosti u smislu umijeća: "umijeće pripravljanja (kuhanja!), njegovanja, uzgajanja stvari, davanja im oblika koji ne narušava ni materiju ni osjetilnost."[61] Na taj bi se način promijenila funkcija estetike te ona

---

[57] Isto, str. 31. [Naš prijevod.] "Such a world could (in a literal sense!) embody, incorporate, the human faculties and desires to such an extent that they appear as part of the objective determinism of nature – coincidence of causality through nature and causality through freedom."

[58] Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 53. Usp. Marcuse, Repressive Tolerance, str. 112. Usp. Feenberg, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, str. 77. Estetička dimenzija kao ona koja vodi tehničku praksu prema "miru i harmoniji", čime se u konačnici tehnika preoblikuje u sredstvo oslobođenja.

[59] Marcuse upozorava da takva konvergencija tehnike i umjetnosti odgovara izvornoj srodnosti između razuma (*ratio*) i ποίησις kao ispreplitanje stvaranja prema razumu i stvaranja prema snazi mašte. Navedeni se odnos izgubio kroz povijest te je tehnika kao stvaranje prema snazi razuma postala odgovorna za proizvođenje svijeta života, dok je proizvođenje prema snazi mašte postalo proizvođenje lijepog privida. Usp. Herbert Marcuse, Društvo kao umjetničko djelo, u: Herbert Marcuse, *Estetska dimenzija: Eseji o umjetnosti i kulturi*, Školska knjiga, Zagreb 1981., str. 135.

[60] Isto, str. 136.

[61] Marcuse, The New Sensibility, str. 32. [Naš prijevod.] "Art would recapture some of its more primitive 'technical' connotations: as the art of preparing (cooking!), cultivating, growing things, giving them a form which neither violates their matter nor the sensitivity."

više ne bi bila meritorna za lijepe proizvode, već bi postala zaslužna za oblikovanje svijeta života kroz 'umijeće života' u društvo kao umjetničko djelo. Da društvo jest kao umjetničko djelo znači da su njegovi oblici stvarnosti projektirani stvaralačkom estetskom maštom kroz predočavanje nerealiziranih mogućnosti egzistencije koje mogu postati oblici djelovanja pri znanstveno-tehnološkoj preobrazbi svijeta. Takvo bi društvo bilo određeno novim oblikom racionalnosti – umjetničkom racionalnosti (engl. *rationality of art*)[62] koja se suprotstavlja znanstveno-tehničkoj racionalnosti društva kasnog kapitalizma; dakle slobodno stvaralaštvo namjesto izračunavajuće represivne učinkovitosti.

Zaključak

Temeljni je problem Marcuseova zahtjeva za radikalnim prevrednovanjem i zasnivanjem novog društva to što ostaje utopijska projekcija. Unatoč tehničkim i tehnološkim mogućnostima, nije nastupilo kvalitativno drukčije društvo slobode. Sam Marcuse pravdao je nemogućnost nastanka slobodnog društva 'fatalnom preuranjenošću', njegove teorijske elaboracije kroz nezrelost situacije u kojoj ne postoje dovoljno velike pukotine u sustavu za radikalni revolucionarni obrat. Snage u vidu studentske opozicije i neprivilegiranih manjina djeluju samo lokalno tako da ne postoji efektivna ugroženost sistema. Unatoč tomu, Marcuse smatra da je njegova 'misaona anticipacija' potrebna jer pruža pokretačku snagu izlažući transcendentne mogućnosti u svijesti i mašti.

Može se samo hipostazirati o razlozima izostajanja revolucije jer i danas, pola stoljeća nakon Marcuseove teorijske elaboracije, nije nastupilo društvo estetsko-erotskog *ethosa* koji se prožima s racionalnošću. To je posebno zabrinjavajuće jer tehničke mogućnosti automatizacije danas nadilaze i najsmjelija očekivanja. Na raspolaganju je nesumjerljiva kvantiteta tehnološkog razvoja, za koju nitko više ne pretpostavlja da će dovesti do kvalitativno drukčijeg društva. Kronično izostajanje revolucionarne promjene može biti signal da promjena nije ni trebala nastupiti. Teško je razlučiti dobronamjerno osvješćivanje od demagogije budući da prema Marcuseovim riječima revolucija ide protiv volje većine koja živi u stanju "dobrovoljnog ropstva". Ovdje se jasno pokazuje najslabija točka Marcuseove revolucionarne teorije koja dovodi u pitanje mogućnost

[62] Usp. Marcuse, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, str. 238. Usp. Marcuse, *An Essay on Liberation*, str. 48. Usp. Marcuse, Repressive Tolerance, str. 89. Umjetnost podliježe stvarnost zakonima koji su drukčiji od onih ustanovljenih – ona negira ustanovljenu stvarnost. Usp. Kellner, Pierce, Lewis, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, str. 50: "He [Marcuse] felt that Marx had neglected these themes and failed to describe the emancipatory political potential in art." Usp. isto, str. 72. Usp. Kellner, Technology, War and Fascism: Marcuse in the 1940s, str. 34.

revolucije. Da bi mogla nastupiti revolucija, potrebno je promijeniti svijest članova društva i time prekinuti kontinuitet potrošačkih potreba, no taj prekid nije moguće uvesti drukčije nego revolucijom, jer članovi društva žive u prividno ispunjenoj egzistenciji, tako da je osnovni problem Marcuseove teorije revolucionarnog oslobođenja sljedeći: kako navesti na promjenu zadovoljnog čovjeka? Većina je pod utjecajem sustava kasnog kapitalizma razvila "drugu narav", koja ih čini robovima potrošnje. Budući da je nastupila promjena ljudske prirode zbog historijske uvjetovanosti ljudskih potreba, postaje problematično to trebaju li promijenjeni ljudi radikalnu promjenu. Možda je potrebno prihvatiti da je narav članova društva kasnog kapitalizma stubokom izmijenjena te je za njih potrošačko društvo najbolji od svih mogućih svjetova.

Nepovjerenje kod potencijalne revolucionarne snage stvara manjak ikakvog preciznijeg pozitivnog određenja novog slobodnog društva. Ostali utopistički filozofi poput Campanelle, Morea, Bacona, Platona i Petrića u svojim su djelima[63] izložili znatno precizniji opis svojih društvenih konstrukcija. Članovi društva kasnog kapitalizma bili su očevici kolapsa socijalizma u Istočnom bloku, koji je postao perfidni birokratski totalitarizam, stoga nije teško pretpostaviti njihovu skepsu prema promjeni – promjeni koja ne pruža nikakvo precizno određenje dobrobiti života u novom društvu. Tako na koncu Marcuseovo inzistiranje na revolucionarnom aktivizmu ispostavlja se apsurdnim, jer suludo je očekivati da će ljudi napustiti lagodnu ispunjenu egzistenciju bez jamstva za bolju budućnost u ime revolucionarne promjene koja vodi u neodređenu drugost.

Unatoč propalim iluzijama o revoluciji, Marcuseova misao nije bez vrijednosti: njezina je snaga u kritici potrošačkog društva. Iako je danas očigledno da je društvo obilja kasnog kapitalizma jedina mogućnost, Marcuseova dijagnoza stanja kapitalističkog društva još je uvijek aktualna. Danas je stanje samo očiglednije jer je nastupila akumulacija kvantiteta tehničkog napretka. Time su postali izraženiji i problemi potrošačkog društva koje ono pokušava sanirati iznutra, npr. hiperprodukcija otpada i recikliranje, efekt staklenika i obnovljivi izvori energije. To vodi prema zaključku da iako neće nastupiti novo društvo slobode, pred nama nije apokaliptična budućnost, već bi optimistična prognoza smjerala prema obnovi unutar postojećeg sustava.

[63] Usp. Thomas More, *Utopia*, Cambridge University Press, Cambridge 2013; Tommaso Campanella, *City of the Sun*, The Floating Press, Auckland 2009; Platon, *Država*, Naklada Juričić, Zagreb 2009; Frane Petrić, *Sretan grad*, Matica hrvatska, Zagreb 1998; Francis Bacon, *New Atlantis*, Start Publishing, New York 2012.

Literatura

[1] Bacon, Francis, *New Atlantis*, Start Publishing, New York 2012.

[2] Brujić, Branka, Zatvoreni svijet rada i šanse revolucije, u: Herbert Marcuse, *Čovjek jedne dimenzije: Rasprave o ideologiji razvijenog industrijskog društva*, prevela Branka Brujić, Veselin Masleša, Sarajevo 1968., str. [237]-267.

[3] Campanella, Tommaso, *City of the Sun*, The Floating Press, Auckland 2009.

[4] Feenberg, Andrew, Heidegger and Marcuse: the Catastrophe and Redemption of Technology, u: Abromeit, John; Cobb, W. Mark (ur.), *Herbert Marcuse: A critical reader*, Routledge, London i New York 2004., str. 67-80.

[5] Gandesha, Samir, Marcuse, Habermas, and the Critique of Technology, u: John Abromeit, W. Mark Cobb (ur.), *Herbert Marcuse: A critical reader*, Routledge, London i New York 2004., str. 188-208.

[6] Kellner, Douglas, Herbert Marcuse and the Vicissitudes of Critical Theory, u: Kellner, Douglas (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Towards a Critical Theory of Society*, drugi svezak, Routledge, London i New York 2001., str. 1-33.

[7] Kellner, Douglas; Pierce, Clayton; Lewis, Tyson, Herbert Marcuse, Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation, u: Kellner, Douglas; Pierce, Clayton (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, peti svezak, Routledge, London i New York 2011., str. [1]-75.

[8] Kellner, Douglas, Technology, War and Fascism: Marcuse in the 1940s, u: Kellner, Douglas (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Technology, War and Fascism*, prvi svezak, Routledge, London i New York 1998., str. [1]-38.

[9] Marcuse, Herbert, From Ontology to Technology, u: Douglas Kellner, Clayton Pierce (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, peti svezak, Routledge, London i New York 2011., str. 132-140.

[10] Marcuse, Herbert, Philosophical Reflections on Science and Technology, u: Douglas Kellner, Clayton Pierce (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Philosophy, Psychoanalysis and Emancipation*, peti svezak, Routledge, London i New York 2011., str. [141]-159.

[11] Marcuse, Herbert, On Hedonism, u: *Negations: Essays in Critical Theory*, s prijevodima s njemačkog Jeremyja J. Shapira, May Fly, London 2009., str. 119-149.

[12] Marcuse, Herbert, The Problem of Social Change in the Technological Society, u: Douglas Kellner (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Towards a Critical Theory of Society*, drugi svezak, Routledge, London i New York 2001., str. [35]-57.

[13] Marcuse, Herbert, Some Social Implications of Modern Technology, u: Douglas Kellner (ur.), *Collected Papers of Herbert Marcuse: Technology, War and Fascism*, prvi svezak, Routledge, London i New York 1998., str. [39]-65.

[14] Marcuse, Herbert, Društvo kao umjetničko djelo, u: Marcuse, Herbert, *Estetska dimenzija: Eseji o umjetnosti i kulturi*, Školska knjiga, Zagreb 1981.

[15] Marcuse, Herbert, *Der deutche Künstlerroman: Frühe Aufsätze*, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1978.

[16] Marcuse, Herbert, *Eros and Civilization: A Philosophical Inquiry into Freud*, Beacon Press, Boston 1974.

[17] Marcuse, Herbert, Ciljevi, oblici i izgledi studentske opozicije, u: Marcuse, Herbert, *Kraj utopije, esej o oslobođenju*, Stvarnost, Zagreb 1972.

[18] Marcuse, Herbert, The End of Utopia, u: Marcuse, Herbert, *Five Lectures: Psychoanalysis, Politics and Utopia*, Beacon Press, Boston 1970.

[19] Marcuse, Herbert, *An Essay on Liberation*, Beacon Press, Boston 1969.

[20] Marcuse, Herbert, Moral i politika u društvu obilja, u: Herbert Marcuse, *Kraj utopije, esej o oslobođenju*, Stvarnost, Zagreb, 1972., str. 74-102.

[21] Marcuse, Herbert, Repressive Tolerance, u: Wolff, Robert Paul; Moore, Jr., Barrington; Marcuse, Herbert, *A Critique of Pure Tolerance*, Beacon Press, Boston 1965.

[22] Marcuse, Herbert, *One-Dimensional Man: Studies in the Ideology of Advanced Industrial Society*, Routledge & Kegan Paul Ltd., London 1964.

[23] More, Thomas, *Utopia*, Cambridge University Press, Cambridge 2013.

[24] Scheler, Max, *Položaj čovjeka u kozmosu*, Svjetlost, Sarajevo, 1978.

[25] Sekulić, Damir, Heideggerovo poimanje tehnike, *Bilten studentskih radova iz filozofije* 2 (2016) 2, str. 29-52.

[26] Pejović, Danilo, Uvod, u: Pejović, Danilo, *Suvremena filozofija Zapada*, Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb 1979.

[27] Petrić, Frane, *Sretan grad*, Matica hrvatska, Zagreb 1998.

[28] Platon, *Država*, Naklada Juričić, Zagreb 2009.

The Antagonism in Marcuse's Understanding of Technics

Damir Sekulić, Martina Volarević

Abstract: The aim of this paper is to present the antagonism in Marcuse's understanding of technics which shows in the possibility of technics to be at the same time a means of liberation and a means of repression. The structure of society, more precisely the state of consciousness of its members determines the domination of one of the opposites. In the society of abundance of late capitalism, technics shows as a means of repression because more and more acceptable forms of social control and cohesion are introduced through technology. By manipulating human needs, society creates the individual who serves the technical apparatus. It predetermines human skills, desires, and needs so that the individual would serve the growth of the technical apparatus. This state cannot be characterised differently but as a state of depravity since the goal of civilisation, technics, and society is to serve man, and not man to serve the institutions which he created for his own survival. Marcuse notes that the request for repression further calls into question the current state of the production apparatus which, due to automation, requires less and less human labour. In automation lies the possibility of technics becoming a means of human liberation from the painstaking labour for a free development of authentic human possibilities. In the new free society, production imagination projects playing with the possibilities of free human existence. In this society, the new quality of life can be seen in the harmonious relationship of technics, art, work, and play, through which society is a work of art. That society is as a work of art means that its forms of reality are projected with creative aesthetic imagination by presenting unrealised possibilities of existence that can become forms of action in the scientific-technological transformation of the world. The conclusion aims to re-examine the possibility and justification of Marcuse's request for the free society because, despite the existence of the technical possibilities of liberation, Marcuse's utopian construction was not realised. Marcuse's methods of becoming conscious of the revaluation of values turned out as faulty, and perhaps unjustified. An additional problem is the lack of a clear design of the new free society that remains a void free to be filled with arbitrary content, ultimately opening up the possibility for new manipulation.

Keywords: Marcuse, liberation, repression, consumer society

Zdenko Balaž, Marino Marjan Ninčević

Kognitivna kibernetika[1] za novu povijest i filozofiju tehnike

Sažetak: Prezentirani su rezultati istraživanja o učincima tehnike na društvo kroz povijest. Razotkrivanje stanja u društvima koja se razvijaju s razvojem tehnike provedeno je inteligentnim sustavom kognitivne kibernetike koji je uporabljen u projektu Erasmus Elektrotehničkog odjela Tehničkog veleučilišta u Zagrebu i Fakulteta za elektrotehniku i informacijsku tehniku u Offenburgu. Obrada dobivenih parametara provedena je filozofijom kognitivne kibernetike. Principom kauzaliteta i mehanizma zaključivanja ekspertnog sustava, koreliraju se posljedice za procjenu stanja budućnosti. Učinak tehnike u budućnosti već danas ukazuje na probleme povezane s kaptologijom[2] (engl. *captology*: ***c**omputers **a**s **p**ersuasive **t**echn**ology***), koja virtualno okuplja mase, a čovjeka ostavlja zagubljena. Kibernetičko poimanje svega kao sustava (tehničkog, društvenog, prirodnog, …) određuje čovjeka kao društveno / radno biće koje primjenjivim teorijama u vođenju, mogućem planiranju i organiziranju svojeg rada uz pomoć tehnika priskrbljuje sebi kroz povijest sve više slobode. Za slobodu u novom svijetu, koji je postao globalno selo, nužno je kognitivno prepoznavanje granica i problema tehnološke antropomorfizacije[3] i mizantropskih ciljeva novih tehnika. Još nije premašen vrhunac u kojim se očekuje evolucijski solsticij

[1] **kognitivna kibernetika**; nova znanstvena disciplina koja na dosezima kognitivnih znanosti, povezivanjem i kibernetičkim poimanjem svega kao sustava (tehničkog, društvenog, prirodnog, …), uz nove inteligentne tehnologije, utvrđuje interakciju i integraciju čovjeka i računala i ukazuje na problem kaptološke antropomorfizacije današnje svjetske populacije. Više u udžbeniku *Politehnička kognitivna kibernetika* [19].

[2] **kaptologija**; persuazivno (namamljujuće) svojstvo novih inteligentnih tehnologija

[3] **tehnološka antropomorfizacija**; davati (poimati) ljudski oblik i svojstva proizvodima tehnike i tehnologije

tehnika i povijesnog sustava prostor − vrijeme. Zbog 'virtualne stvarnosti', koja se plauzibilno prihvaća kao neizostavna komponenta čak i u kreiranju programa novih edukacija o novoj povijesti tehnike, moraju progovarati inženjeri znanja, stručnjaci novog profila tehničke izobrazbe s filozofijskim razumijevanjem.

Ključne riječi: antropomorfizacija, kaptologija, kognitivna kibernetika, povijest, tehnika

Uvod

Tehnika (grč. *τέχνη*, téhnê), umijeće je, odnosno vještina, ali i sama sredstva i pravila za ostvarenje nekih tehničkih ili drugih ciljeva. Tehnika su svi postupci i aktivne djelatnosti preobrazbe, oblikovanja i iskorištavanja prirodnih tvari i sila u službi ljudskih potreba i ostvarenja ideja za racionalnu svrhovitost ljudskog opstanka i napretka.

Za poučavanje, primjenu znanja i organizaciju u provedbi ovladavanja prirodom tijekom povijesti razvijala se tehnologija (grč. *τεχνολογία*, nauka o vještinama), tj. alati, strojevi, materijali i postupci. Tehnologija je odraz volje čovjeka i težnja širenju moći i kontrole nad prirodom, vremenom, prostorom, ali i drugim ljudima. Tehnologija potpomaže urođenim ljudskim sposobnostima i kroz povijest se razvijala prema iskustvima, okolnostima i željama te na različite načine proširivala mogućnosti.

Povijesnost[4] je ljudska kategorija i osim što je dokaz da je nešto u određenom razdoblju doista i bilo, preduvjet je i poprište cjelokupnog ljudskog djelovanja, spoznavanja i bitna je oznaka strukture i opstanka čovječanstva, uvijek uz pomoć tehnike. Taj primarni predmet interesa, društveni život, filozofija misli povijesno. Kad filozofija misli povijesno, misli ontološki, a to znači da onda misli i o bitku svega društvenog aktualiteta koji je povezan tehnikom.

Kao filozofska disciplina filozofija povijesti u prošlosti se zaokupljala zadaćom da spozna bit i smisao povijesti u cjelini, što uključuje tehniku. Danas filozofija uz pomoć kognitivne kibernetike razotkriva tumačenjem nastupajuću tehnološku antropomorfizaciju koja uvodi novu fazu povijesti − globalitarizam[5].

[4] **povijesnost**; dokazano da je nešto u određenom vremenskom razdoblju doista tako i bilo i da je i poslije svojeg prestanka dalje u vremenu djelovalo

[5] **globalitarizam**; predložena novotvorenica, sastavljena je od prvog dijela riječi '*global*izacija' i drugog dijela riječi 'un*itarizam*'. To je globalizacija (lat. *globalus*) s pomoću birokratskog unitarizma (lat. *unitus*).

1. Kibernetički učinci tehnike i tehnologije na društvo kroz povijest

Dakle, zahvaljujući raspoloživosti tehnike, novih tehnologija i dostupnosti novih znanja sposobni smo utjelovljeno spoznavati i kao inteligentna ljudska bića odgovorno se koristiti tehnikom i tehnologijom podređujući ih i upravljajući svjesnom duhovnošću dobrobiti i napretku civilizacije. Heidegger je 1930. promatrao kibernetiku, uz filozofijsko obilježje, kao empirijsku znanost i kao temeljnu znanost koja odgovara određenju čovjeka kao društvenog / radnog bića. Po njemu je kibernetika i teorija vođenja, mogućeg planiranja i organiziranja čovjekova rada uz pomoć tehnike, [1, 2]. Wiener je 1945. kibernetici pripisao svojstvo sustava kojim se mogu opisati sva zbivanja po uzoru na biološka uz doseg spoznaje tehničkog predočavanjem ontologije različitih sfera bića (priroda, povijest, pravo, umjetnost). Postavljanjem teorije strukturnih pojmova, kroz sfere egzistencije Žarko Paić kibernetički pripisuje trijumf vođenja uređenja znanstveno-tehničkog svijeta i tom svijetu odgovarajućeg društvenog poretka kroz shemu optimalne kontrole nad okolinom kao upravljanje kaosom [3, 5].

Tijekom povijesti učinci kibernetike i tehnike su se mijenjali da bi se u prošlom stoljeću zahvaljujući inteligentnim tehnologijama uz pomoć kognitivnih znanosti integrirali, tablica 1. Descartes je filozofiju prikazao poput stabla kojem je korijenje metafizika, njegovo deblo je fizika, a grane su sve ostale znanosti. U današnje vrijeme postavlja se uz takvu povijest filozofije, tehnike i znanosti pitanje koliko je novih grana izraslo dosad i koliko su te nove grane uopće obuhvatljive filozofijom.

Tehnologije se prema kriteriju načina na koji proširuju i ojačavaju ljudske sposobnosti mogu podijeliti u četiri kategorije. **Prva** je kategorija tehnologije koja podupire fizičku snagu, spretnost i otpornost i kroz povijest se razvijala od igle do lokomotive. **Druga** je kategorija tehnologije koja proširuje raspon ljudskih osjetila poput mikroskopa do Geigerova brojača. **Treća** je kategorija tehnologije koja zadire u genetičko preoblikovanje prirode prema željama i potrebama od kontracepcijskih sredstava do genetički modificirane hrane. **Četvrta** je kategorija tehnologije koja potpomaže mentalne sposobnosti i proširuje kapacitet pamćenja, od abakusa preko pisaćeg stroja, šibera (logaritamskog računala) do mikroprocesorskih računala i interneta.

Proučavanje tehnike kibernetičkim pristupom potvrđuje povijesni razvoj tehnologije kroz navedene četiri kategorije. Kognitivističko promišljanje i odluke o načinu primjene tehnike podložni su filozofiji i ona uistinu ontološki promišlja, uključujući okolnosti, potrebe, volju, iskustva i etiku. Kognitivna kibernetika integriranim pristupom objelodanjuje učinak tehnike u razvoju

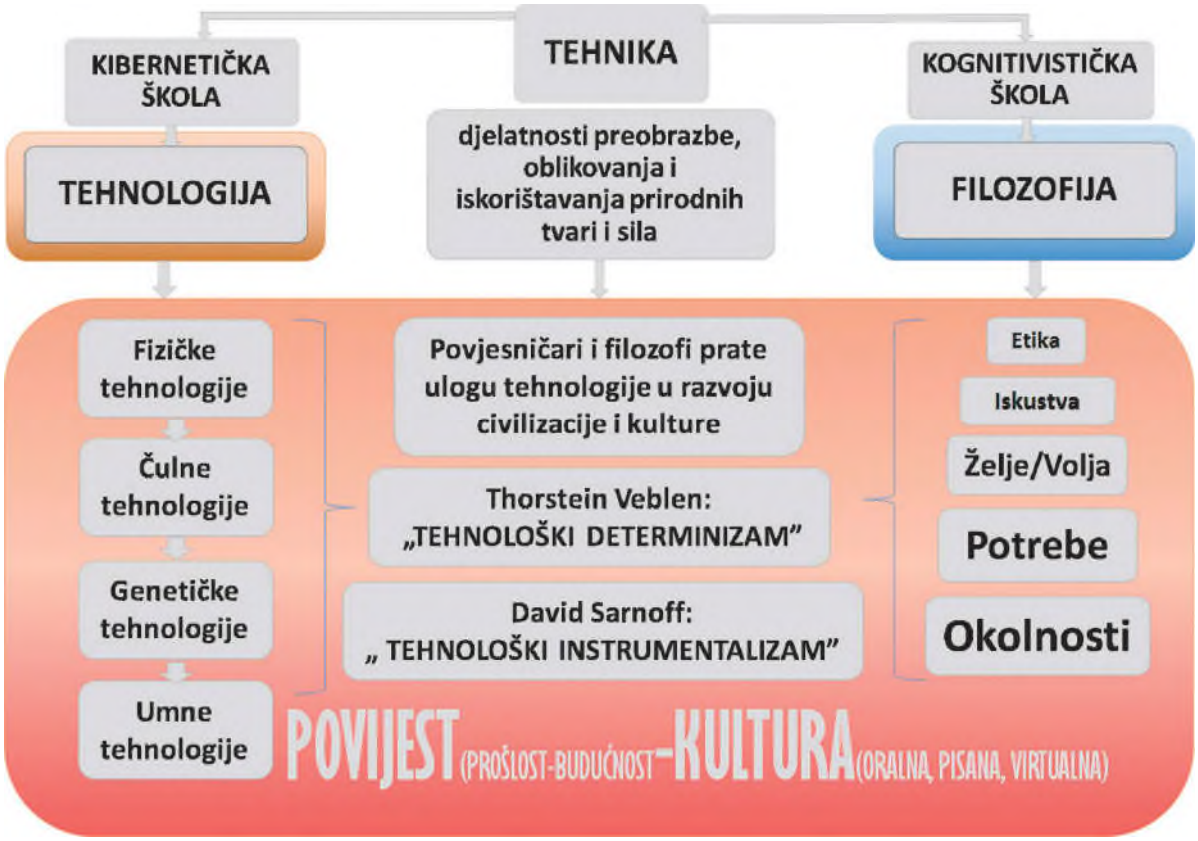
Tablica 1.: Povijesni pregled filozofije kibernetike i kognitivnih znanosti

Godina	Karakteristika	Nositelj	Opaska
IV. st. pr. Kr.	kibernetike tehne	Platon (427. − 347. pr. Kr.)	vještina upravljanja brodom
1807.	kretanje misli i metoda	G. W. Friedrich Hegel (1770. − 1831.)	sustav znanosti, fenomenologija duha
1907.	princip svih principa	Edmund Husserl (1859. − 1938.)	rasprava o filozofiji kao strogoj znanosti
1930.	kibernetika čovjeka i njegove tehnike	Martin Heidegger (1889. − 1976.)	upravljanje pojavama čitava svijeta i položajem čovjeka u njemu
1945.	kibernetika znanstveno-tehničkog svijeta	Norbert Wiener (1894. − 1964.)	veze živih bića i uređaja uz uporabu povratnih informacija
1950.	tehnologijski konstruirana stvarnost	Warren Weaver (1894. − 1978.) Claude E. Shannon (1916. − 2001.)	matematička teorija komunikacije
1962.	kiberentizacija medija	Herbert M. McLuhan (1911. − 1980.)	mediji kao ljudski produžeci
1964.	kibernetika kraj filozofije i zadaća mišljenja	Martin Heidegger (1889. − 1976.)	Međunarodna konferencija u Parizu
1969.	kibernetika kognicije	Michel Foucault (1926. − 1984.)	Katedra za povijest misaonih sustava
1973.	kognitivne znanosti	Christopher L. Higgins (1955.)	komentar na izvještaj Lighthill
2017.	kibernetika računalnog mišljenja	Žarko Paić (1958.) Jean Baudrillard (1927. − 2007.)	kibernetičke optimalne kontrole nad okolinom kao upravljanje kaosom
2018.	kognitivna kibernetika i filozofija kognitivnih znanosti	Matthias Haun (1964.)	Hochschule Offenburg, University of Applied Sciences
2019.	kognitivna kibernetika – računska racionalnost misaonih sustava	Zdenko Balaž (1957.) Marino Marjan Ninčević (1974.)	Institut za kognitivnu kibernetiku istočne Europe, Centar za kognitivne znanosti

civilizacije i kulture na razini konfrontacije tehnoloških determinista[6] i instrumentalista[7]. Povjesničari i filozofi koji su se priklonili Veblenu (američki sociolog i ekonomist, 1857. − 1929.), smatraju da je tehnološki progres autonomna sila izvan ljudske kontrole presudna za utjecaj na tijek povijesti. Oni drugi, poput Sarnoffa (američki poduzetnik ruskog podrijetla, 1891. − 1971.), podcjenjuju moć tehnike i smatraju da su instrumenti neutralni artefakti koji su u potpunosti podložni svjesnim željama svojih korisnika [6, 7], slika 1.

[6] **tehnološki deterministi**; sljedbenici teorije da primjena tehnike izmiče kontroli zbog utjecajnih čimbenika na čovječanstvo

[7] **tehnološki instrumentalisti**; sljedbenici teorije da se u primjeni tehnike radi samo o neutralnim čimbenicima na čovječanstvo



Sl. 1.: Strukturalna[8] predodžba povijesnog i filozofskog tumačenje tehnike

1.1. Kaptološki učinak tehnologije[8]

Kognitivna kibernetika kao propedeutika[9] nove tehnike razotkriva mizantropske ciljeve novih persuazivnih tehnologija[10]. Rezultati zadnjih istraživanja ukazuju na probleme povezane s kaptologijom i postavljenim teorijama shvaćanja, tumačenja i opisivanja pojava različitim disciplinama prirodnih i humanističkih znanosti.

U raščlanjenom svijetu objektivno postavljenih institucija građanskog društva i političke države, moguće je temelj slobode kognitivno spoznati i moguće je odrediti granične probleme tehnološke antropomorfizacije. Njegovi parametri i utjecajni čimbenici omogućuju progovarati o kultu vizualizacije i mediologije[11] kao i o nadzornom i nadziranom društvu sa svojim mehanizmima discipline

[8] **strukturalan**; odnosi se na strukturalizam; metodološki nazor i istraživački postupak u društvenim i duhovnim znanostima koji polazi od pojma strukture kao temelja

[9] **propedeutika**; pripremna obuka, uvod u znanstvenu disciplinu ili svaka korisna prednaobrazba za određeno područje struke ili znanosti

[10] **persuazivna tehnologija**; sve prijenosne inteligentne naprave koje prikupljaju informacije i učinkovito (persuazivno) djeluju na čovjeka, povezana s promidžbom

[11] **mediologija**; znanost o masovnim medijima, bavi se istraživanjem masovnih medija

i nadzora. Pojedinci u svojoj društvenoj okolini postaju nadzor nad samim sobom, ali i vladavina nad drugima jer je kôd numerički preveden u jezik vladavine.

Današnjim kaptološkim djelovanjem osim persuazivnog (engl. *persuasive*, uvjerljiv), prisutno je još permisivno (engl. *permissive*, pretjerano popustljiv, previše tolerantan) i pervazivno (engl. *pervasive*, koji prodire, koji se širi) djelovanje. Persuazivna je komponenta činjenična namamljujuća sastavnica kaptološkog utjecaja. Permisivna se komponenta veže kroz neuspjeli pokušaj liberalnog prepopustljivog odgoja kod djece koji je rezultirao njihovim problemima ne samo u adolescentnoj nego i u zreloj dobi, a novim se tehnologijama on upravo nameće. Pervazivna je komponenta direktna poveznica s pervazivnim razvojnim poremećajima koji su u porastu i to ne samo kod djece [8, 10].

Promatrano hermeneutički, u tom kontekstu teoriju izbora dopunjavaju četiri kvadranta Wilberova moderniteta u kojima slijed informacija, kontrola, vrijeme i sloboda, koincidiraju s razinama njegovih shvaćanja evoluiranih holona[12]. Kontrola "ja" je intencionalno, sloboda "mi" je kulturalno, informacija "ta" je socijalno i vrijeme "to" je bihevioralno.

Kognitivna kibernetika kao nova znanstvena disciplina na osnovama novih spoznaja iz kognitivnih znanosti o svijesti i kogniciji kao mentalnom ljudskom potencijalu, povezuje kibernetičko poimanje svega kao sustava (tehničkog, društvenog, prirodnog, …) s mogućnostima novih inteligentnih tehnologija[13] kako bi spoznajama o interakciji i integraciji prokazala kaptološku antropomorfizaciju današnjeg čovjeka [11, 12].

1.2. Filozofsko poimanje povijesti i tehnike

Kognitivna kibernetika i povijesno djelovanje

Promatrano kibernetički, povijest se u nekom konkretnom prostoru događa u kronološkom vremenu. Prostor je funkcionalni konkretni, a vrijeme je apstraktni čimbenik. Svaki događaj protječe u jazu između prošlosti i budućnosti. Događanje se svodi na vrtoglavu aktualnost zastarijevanja novog.

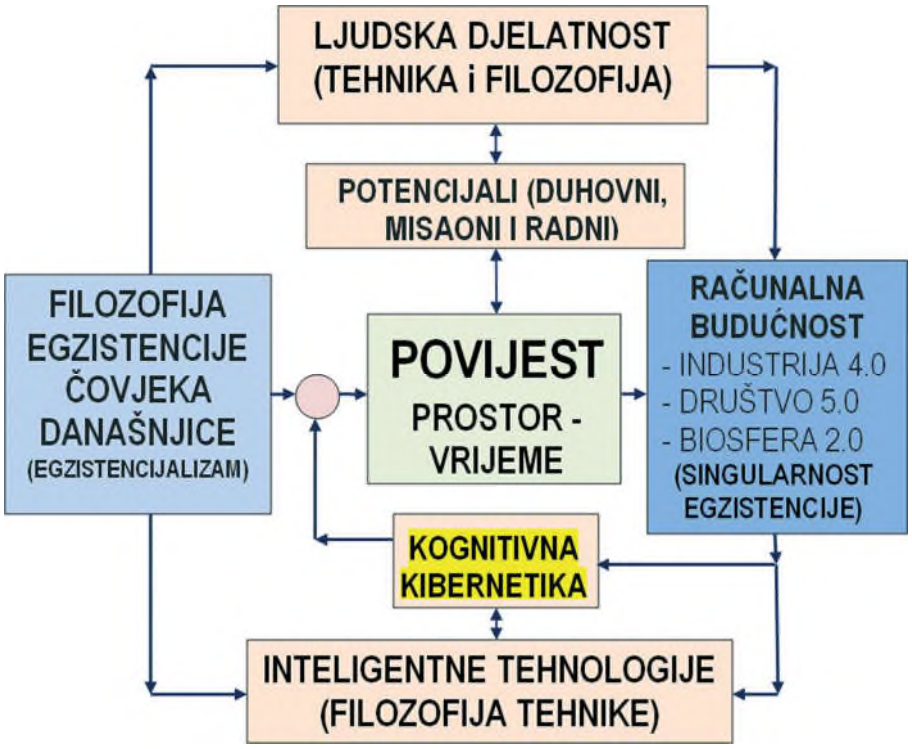
Odabrano događanje u intervalu povijesti, opisano kao kaptološko djelovanje, odstupa od čestitog djelovanja čovjeka. Čovjek gubi kontrolu nad onim što ne smije činiti, ali i nad onim što treba činiti jer u zajednici s drugima komunicira kaptološki i otuđen je od stvari koje su prirodno predočene osjetilima.

[12] **holon** (grčki: ὅλον, ολος); nešto što je istodobno i cjelina i dio

[13] **inteligentna tehnologija**; interaktivni sustav, uređaj ili naprava koja prema teoriji inteligentnih sustava može djelovati po uzoru na inteligenciju čovjeka

Samo zdrav razum, a ne virtualne prosudbe zajednice može omogućiti ispravno ljudsko djelovanje. Nadolazeća računalna budućnost nagoviještena je kao ugroza egzistencije.

Stoga odgovore na pitanje o vremenitosti povijesti i tehničkim predviđanjima njezine budućnosti nalazimo u iskustvima njezine prošlosti. Zamjetno je kako se povijest zbog bremenitosti usporava istodobno ravnodušno i zaprepašteno zbog najave povijesnog djelovanja računalne budućnosti kroz industriju 4.0, društvo 5.0, biosferu (čovjeka) 2.0. Za takav sustav povijesti mora se uvesti kognitivna kibernetika kao povratna veza za regulaciju tehnike i ljudske djelatnosti [13, 14], slika 2.



Sl. 2.: Povijest kao sustav kognitivne kibernetike u djelovanju *čovjeka*, tehnike i tehnologija

Utjecaj na povijest koju na osnovama Glasserove knjige *Teorija izbora* (engl. *Choice Theory* − CT) opisuje deset aksioma; oni najvažniji akronimskom prikazu "Model-4P" su: potrebe, pokretanje, ponašanje i prihvaćanje i poveznica su s vremenom [15].

Vrijeme povijesnog djelovanja

U filozofijskom poimanju iskustva povijesti (Fink, Gadamer, Paić, Wilber, Husserl …), vrijeme (lat. *tempus*) znači put i protjecanje. Ono je po Platonu

pokretna slika vječnosti i čimbenik promjene u svijetu, a svaka se promjena zbiva u iznenadnosti (grč. εξαφνικότητα), kad se jedan oblik mijenja u drugi. Poveznica vremena i iznenadnosti je čuđenje koje se za trenutak vremena svodi na ekstazu prisutnu u riječi "sad". Povijesno je vrijeme u smislu pripovijedanja faktičkih događaja koji se zbivaju u nekom određenom prostoru odnosno okruženju. Paradoks u vremenu kao ponavljanju, pseudosinteza je prošlosti i budućnosti kao "vječna aktualizacija" onog istog koje je pretpostavka objektivne nužnosti slobode djelovanja. Kronologijski shvaćeno vrijeme računano s pomoću sata mjerilo je trajanja ljudskog života. Za filozofe paradoks vremena, objektivno tehnički shvaćeno, opisuje vječnu sadašnjost i vječnu budućnost koje postaju područje beskonačnosti i vječnosti.

Fizikalna struktura metafizičke vremenitosti uopće, filozofski opisana svakidašnjica, nalazi se u biti odnosa i bitka vremena, područja konačnosti i vremenitosti i linearno-ciklička struja događaja subjekta kao egzistencije. Psihološka struktura vremena dovodi ono "ja" kod čovjeka iz bezdana do najviših sfera bitka i živog stroja u formi stvaralačke potencijalnosti života, ali uvijek u kontekstu nekog prostora, okruženja [16, 18]. Vrijeme kao bezdan slobode nije astronomsko niti kalendarsko jer je kao beskonačno u smislu beskonačnog niza točaka, već sad. Kao sadašnje zadržavajući iščekuje ono datirano preobražavanje što nije samo puko protjecanje istovrsnih vremenskih razmaka. To je budućnost koja ni po koju cijenu ne smije biti destrukcija povijesti. Vrijeme ne smije biti moment ničega, nego sloboda za djelovanje. Na osnovama neisključivosti, razotkrivanja i ozakonjenja, koji su temelji za opservacije i spoznaje kognitivne kibernetike, zaključuje se da vrijeme i prostor nikako ne smiju postati virtualni. Potvrda toga su upravo navedeni filozofski pristupi u shvaćanju vremena.

Za dokaz premise da je virtualno u globaliziranom totalitarno, koristi se kognitivna kibernetika. Ona, kao što je rečeno na dosezima kognitivnih znanosti, kibernetičkim povezivanjem tehničkih, društvenih, prirodnih i svih ostalih sustava utvrđuje da se više ne radi o interakciji nego o integraciji čovjeka i računala, što ukazuje na problem kaptološke antropomorfizacije današnje svjetske populacije [19].

Uz pomoć inteligentnih tehnika čovjek se smješta u svijet koji obrađuje shodno mnogostrukim načinima proizvođenja. Sve se to izvršuje posvuda na temelju i po mjeri znanstvenog otvaranja pojedinih područja bića koje vodi antropomorfizaciji. Kibernetički se jezik pretvara u sredstvo razmjene obavijesti uz pomoć kojih se obilježuje i upravlja pojavama čitavog svijeta i položajem čovjeka u njemu. Stoga kognitivni ljudski angažman mora ostati misaoni (mišljenje, volja i rasuđivanje), jer samo kognicija kao mentalni ljudski naboj može osigurati učinak snage nesvodljive slobode [20].

2. Rezultati prokazivanja kognitivnom kibernetikom

2.1. Kaptološka ličnost unutar pojedinca modernog doba

Poveznice provedenih istraživanja s istraživanjima Mansteada, Fischera, Karduma i Larsena ukazuju na biološki dinamički sustav pojedinca koji sa svojim psihofizičkim parametrima kao jedinstvena ličnost ostvaruje svoje specifične prilagodbe okolini. Svako trenutačno stanje pojedinca njegovo je trenutačno raspoloženje modelirano mehanizmima individualnih razlika koje su podložne emocijama i na koje se može utjecati eksternalnim[14] čimbenicima, ali i tehnikom. Mnoštvo je tih čimbenika: od kognitivne procjene, supresije, suzdržavanja od izljeva emocija, represije, izbjegavanja delikatnih situacija, izbjegavanja iskustva, ruminacije,[15] persuazije, pozornosti, podražaja iz okoline, promjena unutar same osobe, temperamenta, percepcije trenutnog stanja, osjetljivosti na diskrepancije, želja, vjerovanja, vrijednosti procjene optimalnog stanja i drugo.

Provedenim istraživanjima i razradom teorije o kaptologiji preciznije je postavljen kibernetički kontrolni model regulacije raspoloženja koji integracijom parametara (matrice kulturnog, radnog i društvenog okruženja), mehanizama i sredstava uz kognitivno modeliranje potvrđuje specifični učinak persuazivnih tehnologija. Iako su ljudi motivirani da se osjećaju dobro, njihovo činjenično stanje danas je u okružju persuazivnih tehnologija tomu često oprečno. Digitalna društvenost privatni je moral ljudi podložila kontinuiranom redefiniranju osobnog identiteta kao bijeg od društvene identifikacije. Takva masa naizgled nezainteresiranih pojedinaca omogućuje uvođenje potpuno novih metoda persuazije koja poništava argumente drugih. Do poslušnog se mnoštva dolazi izvana, iako se pokretački mehanizmi postavljaju unutar kaptološkog sustava, jer na raspoloženje takvih nezainteresiranih pojedinaca, još do pojave persuazivnih tehnologija, nije djelovao tako kontinuirano i sveobuhvatno niti jedan sustav.

Razrađeni model kao kibernetički sustav željeno stanje raspoloženja nastoji ostvariti usporedbom trenutačnog stanja s onim za koje se pretpostavlja da se želi postići. Preintenzivnim posredovanjem persuazivnih tehnologija iz razloga prejakog utjecaja parametara, mehanizama i strategija / sredstava ometeno je prepoznavanje stvarno željenog stanja. U tome leži opasnost da će se povijest pretvoriti u globalitarizam i profilirati kao pokret bez tradicije čiji će sljedbenici biti zbunjeni ne znajući što se mora, što se treba i što u stvari žele [21].

Kaptološki medij antropološko-tehnološkog determinizma u afektivno relevantnoj okolini već omogućuje programiranje omjera među osjetilima koji se približavaju stanju svijesti. Kaptološka perfidnost mijenja karakter svake zadaće

[14] **eksternalni**; u analizi se izraz koristi za nešto čime se djeluje izvana, izvanjsko

[15] **ruminancija**; opsjednutost, okupiranost i zadržavanje negativnih misli u svijesti, proces kojim se utječe na stanje stalne depresije

koja se nameće čovjeku i mijenja njegove stavove, kompetencije i vještine. Persuazija djeluje na radnom mjestu, u javnom životu u komunikaciji, ali i 'djeluje iz pritaje' reorganiziranog modernog života, novim modelima obrazovanja, odgoja i učenja. Ljudi se sve više udaljuju jedni od drugih, ali i iz životnih procesa i ciklusa postupaka te postaju dio operativnog sustava koji vodi "automatizacija upravljana tehnologijom" odnosno, kako je Baudrillard naziva, inteligencija zla [22, 23].

2.2. Fenomen čovjeka i totalitarne mase

Još u ranom XIX. stoljeću predviđanja koja su ukazivala na nastanak 'čovjeka mase' i dolazak 'doba mase' obistinila su se u XX. stoljeću. Uz psihologiju europskog čovjeka mase, profil čovjeka mase dobio je dodatnu važnost koja je porasla uz tako neočekivane i nepredviđene pojave u zapamćenom trenutku povijesti, primjerice u totalitarizmima:

- radikalni gubitak osobnog interesa za sve što ga okružuje
- cinična i dekadentna ravnodušnost u susretu s osobnim katastrofama do samog susreta sa smrću
- strastvena sklonost najapstraktnijim koncepcijama kao životnim vodiljama
- sve izrazitiji prezir prema svemu zbivanju
- gubitak kriterija čak i prema najočitijim pravilima zdravog razuma.

Uz takvu apatičnost, koja je bila karakteristična za uspostavljene totalitarizme prošlog stoljeća, prema Paxtonu su povezane "mobilizirajuće strasti". One pripadaju području intuitivnih osjećaja puno više nego području razumna pretpostavljanja pa se na temelju provedenih istraživanja njihovo generiranje povezuje uz persuazivne tehnologije, [24]. Neke od njih povijesno se preklapaju s današnjim digitalnim društvenim djelovanjem.

1. Pojavljuju se kao karakteristične monopolističke političke djelatnosti.
2. Monopolistička snaga je animirana ili kontaminirana ideologijom koja joj daje apsolutan autoritet.
3. Proširenje bilo koje istine kao "službene" širi se svim mogućim sredstvima.
4. Pod utjecajem službene istine najveći je broj ekonomskih i profesionalnih aktivista.
5. Sve promovirane aktivnosti uz službene istine su i ideologijske.
6. Mase vjeruju u ideologiju kao novu kulturu organizirane laži ili "prosvijećene lažne svijesti".
7. Tehnička reprodukcija stvarnosti kao industrija omogućuje napredovanje u kontroli svijesti.
8. Inovacije moderne tehnike u sprezi su s psihološkom manipulacijom svijesti.

9. Postignuće totalitarnih ciljeva vlastite ideologije ne može se "naučiti", nego samo "provoditi".
10. Svrha laži isprepletena oko 'fikcije' pretvara se u djelatnu zbilju, djelovanje u skladu s pravilima fiktivnog svijeta.
11. Simulakrum kao element idolatrije uz mistične tehnološke organizacijske sklonosti tendenira pseudoreligijski, odnosno heretički kao *lean*[16] model.
12. Logika djelovanja je anonimnost pojedinca unutar korelativa matrice prazne komunikacije.
13. Biologijsko-politička matrica modernog mehanizma povijesti je totalno biopolitičko stanje.

Provedena istraživanja i obrade s pomoću sustava kognitivne kibernetike, postavljene premise o virtualnom odnosno totalitarnom vremenu[17] potvrdile su se, i za totalitarizam i za globalitarizam, identičnim načelima − okosnicama uspostave, jednakim čimbenicima održivosti i identično jednakim ciljevima [25, 26]. Objavljeni rezultati provedene ankete etičkog ponašanja na internetu glede kaptološkog prepoznavanja pokazuju, primjerice, da nazivi fascinacija, nepopustljiva dosljednost, fanatizam i idealizam opisuju obradu oglednog materijala. Da bi potvrde bile još uvjerljivije, mehanizmi djelovanja također se mogu nazvati "mobilizirajućim strastima", kako je objašnjeno u [24]. Učinak medija su "mobilizirajuće strasti" u totalitarizmima vezane uz propagandu, a u globalitarizmu uz persuaziju. Persuazivna izloženost i svrha persuazije kaptološki promovira simulakrum kao trenutačnu zbiljnost života.

Društvene okolnosti i tehnološki napredak, kao i u vrijeme s početka tridesetih godina prošlog stoljeća, munjevito napreduju u smislu masovnog i globalnog. Današnji čovjek kaptološke mase lišen je socijalne inteligencije i funkcionalne konektivnosti[18] zbog nastupajuće tehnološke integracije. Usporedne studije Buysea i Larsena iz 1979. te Dunbara i Sporsa iz 1995., kao i mnogobrojna istraživanja Spitzera od 1996. do 2012., ukazuju kako se čovjeka kao društveno biće može promatrati s pomoću ostvarenih kontakata na račun socijalne inteligencije.

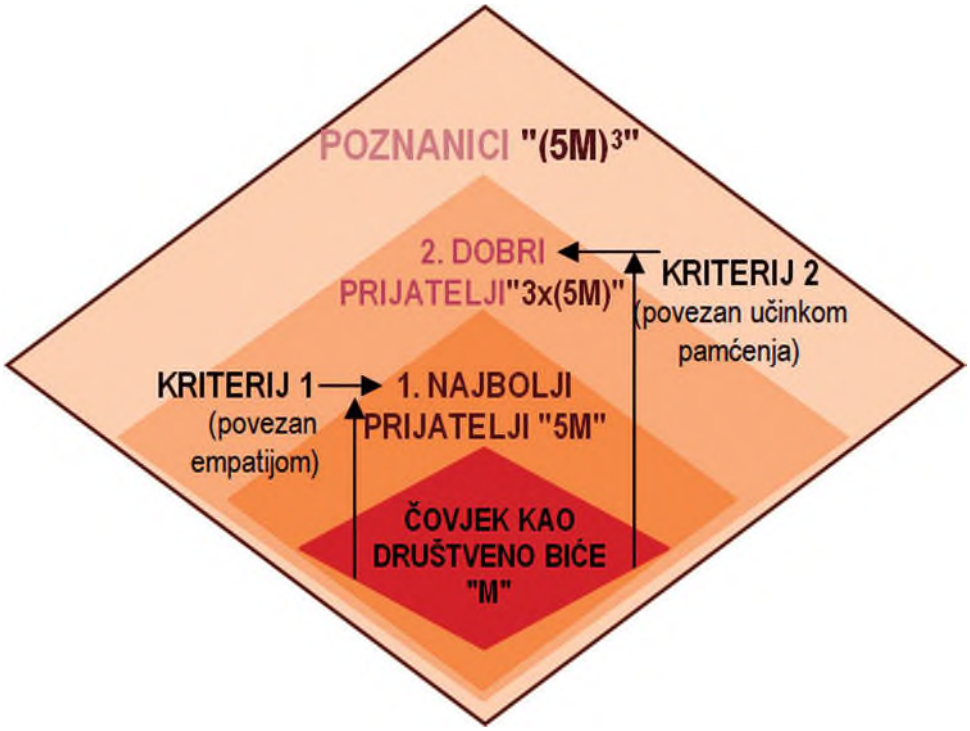
Manfred Spitzer, ugledni njemački neuroznanstvenik, psiholog i psihijatar, čija je knjiga tek za prošlogodišnji Interliber izišla i na hrvatskom, potvrdio je kako veličina mozga najbolje korelira s veličinom skupine. Što više netko koristi socijalnu inteligenciju, to će veći biti broj ljudi s kojima će biti u kontaktu.

[16] ***lean***; stvaranje što veće vrijednosti proizvoda za kupca uz što manje resursa, riječ je uveo znanstveni tim koji su predvodili James P. Womack i Daniel T. Jones na jednom znanstvenom skupu 90-ih godina.

[17] **totalitarno vrijeme**; doba totalitarizma

[18] **funkcionalna konektivnost**; povezanost na razini realnih životnih ostvarenja

Prema slici 3. vidljivo je da ljudsko biće koje ima mogućnost dubinske pohrane upamćenog (zato se koristi oznaka M, *grč. mnemonikos*, *mnemonik*), ostvaruje i produbljuje društveni kontakt sa skupinom koju odabire kao ‘najbolje prijatelje’ (engl. *support group*), a povezanost s njima stječe na osnovi kriterija empatije. Takvih najboljih prijatelja prema [27] može biti do pet (oznaka ‘5M’). Kriterijima šireg povezivanja učinkom trajnog pamćenja ostvaruju se skupine koje se doživljavaju kao ‘dobri prijatelji’ (engl. *sympathy group*). Takvih dobrih prijatelja može biti do 15 (oznaka 3×5 M). Broj poznanika koje ljudi pamte varira od društvene angažiranosti i može biti oko sto. To je na slici 3. prikazano za 125 poznanika (oznaka $5M^3$). Skupine međusobno povezane u društvo empatijom biološki ostvaruju povezanost aktivacijom pojedinih modula moždane kore i funkcijama amigdala[19]. Ti su složeni procesi u mozgu danas razotkriveni i orbitofrontalni korteks i “valorizacijski mozak” najvažniji su dijelovi socijalnog mozga, a s tim i ljudske inteligencije.

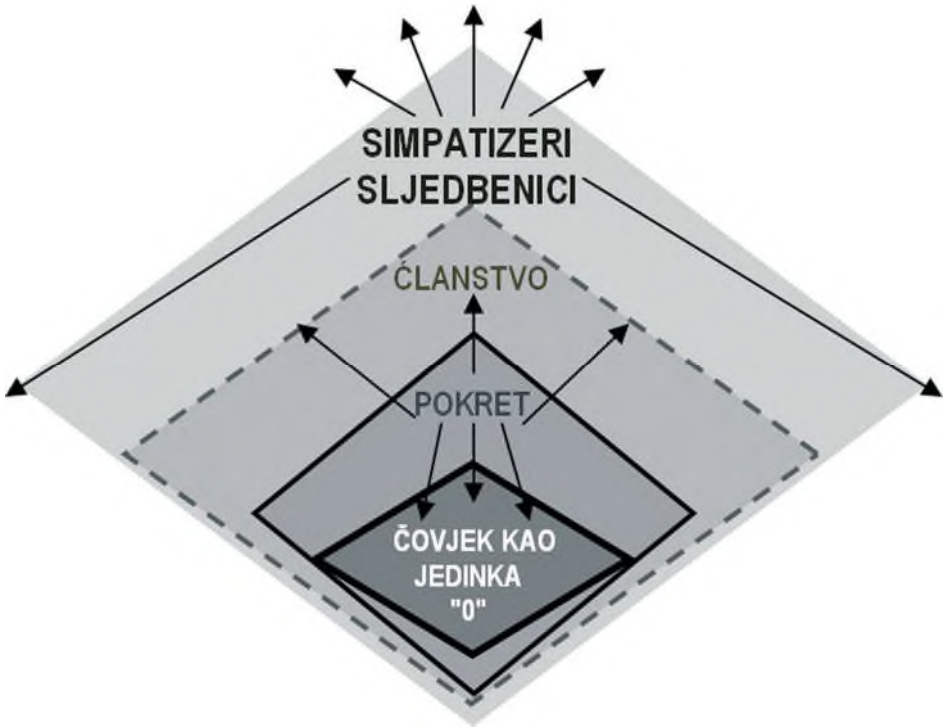


Sl.: 3.: Struktura i kriteriji stjecanja najboljih i dobrih prijatelja

Kao i Manfred Spitzer, istraživački novinar Nicholas Caar u svojim je knjigama iznio konkretne podatke iz studija koje su obrađivale korelacije profesionalnih i privatnih života pojedinaca i ljudi na društvenim mrežama. Promatran je čovjek kao jedinka u društvu (oznaka M na slici 3.) i čovjek prikovan uz

[19] **amigdala** (grč. ἀμυγδαλή, amygdalē; lat. *Corpus amygdaloideum*); limbička moždana struktura smještena iza sljepoočnica u temporalnom režnju

zaslon – kaptološka jedinka. Privatni i profesionalni status objavljuje se na društvenim mrežama i prezentira kao kompetentnost koja korelira s razinom digitalne društvene umreženosti [28, 29]. Skupina takvih ljudi koja se površno poznaje na temelju virtualne komunikacije ne ostvaruje povezanost druženjem kroz susretanje koje je presudno za socijalnu inteligenciju. Na svoj način tu je spoznaju nedavno objelodanio u svojoj knjizi i hrvatski psihijatar Robert Torre [30]. Sve ukazuje na negativan učinak kaptološke mase koja se virtualno okuplja kao članstvo delegirano iz nekog pokreta ostvarenog bez ikakvih kriterija. U tijeku je razrada i istraživanje autora koji kaptološkog čovjeka kao jedinku (obilježenu s '0' na slici 4.) smještaju u fiktivni "pokret" koji delegira članstvo i okuplja simpatizere i sljedbenike, nalik na procese okupljanja u totalitarizmima [31].



Sl.: 4.: Raščovječenje kroz virtualni pokret i članstvo

Primjere totalitarizama koji su bili osmišljeni kao svjesna politika stalnog povećanja broja simpatizera uz kontrolirani broj članova pokreta (partije), potvrdile su funkcije totalitarne matrice privida članova i simpatizera. Naime, članstvo je pokret u totalitarizmima brižljivo regrutirao uspostavljenom unutarnjom, stupnjevanom hijerarhijom kako bi se očuvalo od indoktrinacije. Vanjski okolni svijet kao "normalan" doživljava simpatizere kao bezazlene sugrađane u netotalitarnom društvu. U toj kreaciji anonimnost uvelike pridonosi neobičnosti čitavog fenomena mase, kojom se lako manipulira jer su njezini pojedinci u situaciji u kojoj se nalaze prelijeni i nedovoljno hrabri, a kontinuirano su pod

pritiskom akcije, “kretanja” događanja. To je potvrđeno u [25, 26] jer pokret nema plan nego se, kao što mu i sama riječ kaže, ‘mora kretati’, pa stoga i proživljeno ali nedoživljeno virtualno kretanje ima jednak učinak. Uporabljena teorijska podloga iz totalitarizma modeliranjem analizom i sintezom današnje društvene digitalne sprege potvrđuje probleme o kojima se ne govori, a donosi ih današnja stihijska informatizacija. Problemi se multipliciraju kad se uzme u obzir da je današnja stihijska informatizacija postala imperativ u kreiranju edukacijskih programa, planova i strategija modernog obrazovanja na svim razinama.

Premalo je u Hrvatskoj studija iz kojih bi se mogla razaznati konkretna učinkovitost svih tehnoloških novotarija, a još manje stručnih osvrta o dokazanim problemima povezanim s njima. Puno je nedostataka koji su u procesu informatizacije školstva naveli nastavnici kao direktni sudionici-korisnici u relativno kratkom periodu uporabe. Osim izolacije od ljudske interakcije, velikih financijskih ulaganja, otpora starijih nastavnika, otežanih uporaba različitih programskih paketa, loše kvalitete programske podrške do neusklađenosti s programima, rasporedom sati i upitne razine primjenjivosti obrazovnih programskih paketa, prisutni su i nedostaci povezani uz same učenike. Negativni učinci manifestiraju se na učenike i na mladu populaciju općenito jer joj oduzimaju nužno potrebnu mentalnu kreativnost, smanjuju pismenost, a deficiti u pažnji i pozornosti utječu na motivaciju i školski uspjeh, posebno na bogatstvo socijalnog života [32 − 34].

Teoretičari povijesti utvrdili su kako unatoč silnoj tehnici i tehnologiji sadašnjost “trpi” i stoga su nastojali pronaći što je to u XX. stoljeću bilo u suprotnosti s XIX., a što se mora izbjeći u XXI. stoljeću. Neki od rezultata ukazuju na nedostatak i nemogućnost djelovanja čovjeka kao prirodnog aktivnog fenomena zbog ravnodušnosti i zaprepaštenja razotkrivenog kroz ‘čovjeka mase’ u totalitarizmu, a što se može očekivati u nadolazećem sustavu povijesti čovjeka kaptološki globalitarizirane mase.

3. Povijesni znakovi aktualnog vremena

3.1. Egzistencija i persuazija sadašnjice

Kako koristiti um kad je on danas kontinuirano opčinjen kaptološkim tehnologijama?, prvo je važno pitanje koje bi moralo biti ‘znak vremena’. Biološka i duhovna komponenta ljudskog uma generiraju ‘intuigenciju’[20], poseban

[20] **intuigencija**; novotvorenica nastala spajanjem prvog dijela riječi *‘intu*icija’ i drugog dijela riječi ‘intel*igencija*’

mentalni resurs kojim se stvara pozitivan misaoni naboj, stanje uma u kojem dominiraju empatija, osjećaj snage i vjerovanje. To je nešto što se uči od najranije dobi i nužno je spoznati. Međutim, vlastitim sposobnostima nije moguće spoznati doprinos novih proizvoda, 'intelogija',[21] tvorevina inteligentne tehnologije ako im se kaptološki prepusti. Tko ih, kako i od koje dobne granice može koristiti?, drugo je važno pitanje za isti 'znak vremena'. Potrebno je učiniti prvi važan potez, a on bi morao biti kako je opširno obrađeno u [27], "vozačka dozvola za internet". U ozračju filozofije egzistencije sve institucije etičkog, estetskog i religijskog prožimanja društva, kako je opširno obrađeno u [5], moraju zadržati bastion vrijednosti koji čine mir, obitelj, ljubav i zdravlje, a nikako ne smiju postati kaptološki promicatelji dok znanost o svim njihovim učincima apostrofirajući opasnosti ne progovori jasnim jezikom.

Primjer početka djelovanja kaptologije nagoviješten je još 1994. kroz komponentu persuazije koja je potencijalna opasnost kao i ovisnost. Prva je međunarodna konferencija o persuazivnim tehnologijama održana u Eindhovenu u Nizozemskoj, 18. i 19. svibnja 2006. godine. Teorija persuazije kao uvjeravateljska tehnika na toj je prvoj konferenciji bila prezentirana kao 'ljudsko dobro'. Konferencije se na temu persuazivnih tehnologija, što je i njihov službeni naziv, održavaju svake godine sa sve intrigantnijim temama kaptološkog utjecaja. Nakon deset godina konferencija pod nazivom Persuazivne tehnologije za razvoj i implementaciju personaliziranih tehnologija za promjenu stavova i ponašanja, svoje zaključke potvrđuje istodobnim objavama najvećih korporacija za proizvodnju računala i inteligentnih tehnologija o zajedničkom razvoju na tom području po Modelu-3P-tehnologije (persuazivne, pervazivne i permisivne) s jednakim učincima na egzistenciju opisanim u potpoglavlju 1.1.

3.2. Edukacije budućnosti

Javnost slabo prepoznaje probleme kaptologije jer izostaju konkretne inicijative za djelovanje, a treba pod hitno djelovati i utjecati, posebno na najmlađu populaciju. Činjenice potvrđuju kako dulje vrijeme provedeno pred zaslonom utječe na mozak. Poznato je kako struktura neuralne mreže kore velikog mozga predstavlja biološku osnovu mentalnih sposobnosti.

Edukacija te psihološko, socijalno, duhovno i emotivno okruženje tijekom razvoja utječu na usvajanje najsloženijih moždanih funkcija, kognitivnu fleksibilnost i radnu memoriju. Budući da je dio ljudskog uma zadužen za

[21] **intelogija**; novotvorenica nastala spajanjem prvog dijela riječi '*intel*igencija' i drugog dijela riječi 'tehno*logija'*

kritičko i analitičko promišljanje, on se kao vid mišljenja koristi u svakodnevnom rješavanju problema i socijalnoj interakciji s vanjskim svijetom. Drugi se dio uma koristi za imaginaciju i pokreće se kad se isključi analitičko mišljenje.

Potrebno je učiti kako koristiti um. Istraživanja su pokazala da uspješni učenici u većoj mjeri preuzimaju inicijativu za vlastito učenje na način da su svjesni procesa učenja, da ga kontinuirano evaluiraju, generiraju strategije usklađene s vlastitim individualnim potrebama i da ih uspješno primjenjuju. Kao agenti vlastitog procesa razmišljanja, konstruiraju razumijevanje o sebi i svijetu, a kontroliranjem svojih misli i ponašanja određuju posljedice [35].

Kad je sve to poznato, uz prepoznatog 'čovjeka mase' u totalitarizmu i globalitarizmu, lako je zaključiti da stanje pojedinca, koji je podvrgnut raščlambi i fragmentiranju bez obzira pod čijim je utjecajem, završava odvajanjem pojedinca od skupine na način da se narušava njegova urođena društvenost i jedinstvo zajednice. Odvajanjem u prostoru utječe se na privatnost čovjeka. Odvajanje u mišljenju utječe na njegovu točku gledišta, a odvajanje u radu prisiljava ga na uniformnost. Današnjim digitalnim društvenim spregama, kaptološkom ovisnošću i nametnutom virtualnom stvarnošću odvajanje se provodi u svakom trenutku tijekom školovanja, radnog vremena i privatnog života jer je čovjek simbioziran svojim persuazivnim tehnologijama koje njim upravljaju.

Izolacija položaja čovjeka u prostoru, izvan dosega dodira, sluha, mirisa ili kretanja, nameće odnose koji se ne mogu iskustveno predočiti, a koji su posljedica trenutačne brzine. Čovjek-broj postaje sam svoj izvor i volja, a kaptološka ga virtualnost osuđuje na sljedbeništvo, jer je bez pravih osobnih interesa, bez ljubavi, bez osjećaja privrženosti, bez veza vlasništva, čak bez vlastita imena koje nadomješta lozinka. Globaliziranim težnjama svijet takvih pojedinaca, politički neutralnih i ravnodušnih, postaje digitalna dementna masa koja svaku vladavinu prešutno odobrava i tolerira. Neartikuliran kaptološki 'narod mase' manipuliran je globalitariziranim institucijama koji svojoj djeci uskraćuje 'primarna iskustva' jer ih ne mogu stjecati sami, nego ih posreduju mediji. Stoga edukacija budućnosti mora biti obilježena kognitivnom kibernetikom koja se podudara s rezultatima velikog projekta *Horizon 2017 − 2021*, [36]. Angažman više od 80 timova iz 23 zemlje svijeta već ukazuje kako se:

- mora promijeniti uloga edukatora
- moraju redizajnirati prostori u kojima se provodi edukacija
- kolaborativni[22] način poučavanja ne prepušta, nego se kontrolirano oslanja na inteligentne tehnologije.

[22] **kolaborativnost**; model poučavanja baziran na istraživanju kroz timski rad

Zaključak

Kognitivna kibernetika u prvi plan stavlja kognitivni potencijal pojedinca kojeg tretira u pravom smislu kao intelektualca koji mora biti nadređen tehnici. Kognitivna kibernetika razotkriva tehniku u reaproprijaciji[23] tehnologijom omogućenog prostora javne komunikacije koja je u rukama globalnog kapitala i monopolizirajućeg ekonomskog diskursa. Potvrda je toga u filozofskim istraživanjima (Marijan Krivak: *Digitalna teorija ili filozofija? O smislenosti filozofskog angažiranja*), otkrivena kad na scenu stupaju filozofi zbog potrebe promjene stanja u društvu.

To potvrđuje simpozij kao što je ovaj, s nimalo slučajnim nazivom i okupljanjem profila sudionika. Kad je društvo nagrizeno korozijom nemorala, nepravednih međuljudskih odnosa i egzistencijalne ugroženosti većeg dijela populacije, filozofi reagiraju kritički, pokušavajući pronaći uzroke i ponuditi rješenja, odnosno dovesti do stanja primjerenijeg pojedincu u nekoj povijesnoj situaciji prostor-vremena.

Prostorno, svijet je postao globalno selo u kojem unatoč silnoj tehnici manjka zajedničko mjesto susreta i kritičkog razgovora između različitih i često suprotstavljenih pogleda i namjera. Internet kao kruna tehnike nudi nove mogućnosti globalne i univerzalne komunikacije, koja je postala neka nova globalna agora u kojoj nema mnogo konstruktivnog razgovora.

I tehnika i filozofija svoju povijest utvrđuju kroz institucije. No, čini se kako nedostaje sposobnih i motiviranih za neovisnu kritiku korporativne prakse, državne politike i dominantnih doktrina. Današnje su sve institucije pod pritiskom digitalizacije i informatizacije birokratske korporacije koje služe suvremenom tehnokratskom i potrošačkom društvu. Umjesto da kritički promišljaju o temeljnim problemima i prevladavajućim moćima i tendencijama suvremene tehnike, digitalizacija i koncept *big data*[24] monopolizirajući su modeli koji kaptološkim tehnologijama uvjetuju cjelokupni životni komunikacijski prostor.

Rekonstruiranje i rekonstituiranje znanstvenog prostora i šireg društvenog prostora što ga dominantno oblikuju mediji moguće je jedino kognitivnom kibernetikom. Ona razotkriva izgubljene mogućnosti učinkovitog komuniciranja zbog persuazivnih tehnologija koje su se u svojoj manipulativnoj i komercijalnoj funkciji preko društvene umreženosti stavile u službu utjecanja i promjena mišljenja. Razmjeri kontrole nad cjelokupnim životom, koja proizlazi iz gospodarske kontrole, najbolje se vidi u državnom nadzoru privatnog života; to

[23] **reaproprijacija** (lat. *appropriatio*, prisvajanje, prisvojenje, prilagođavanje); latinski predmetak *re-* u složenicama znači natrag, protiv, ponovno, opet, još jednom

[24] **velika količina podataka**; kombinacija tehnologija koje omogućuju obradu goleme količine podataka koja nije moguća konvencionalnim analizama, nego brzinom koja je dovoljna da rezultati budu primjenljivi u stvarnom vremenu

je presudan korak na putu u totalitarizam i ukidanje individualne slobode. Ta stvarna kontrola nad mnijenjem[25] puno je veća od kontrole što ju je ikad provodila bilo koja apsolutistička vlast u povijesti.

Vlast planera nad ljudskim privatnim životom u izravnom je nadgledanju njihove potrošnje. Izvor moći nad čitavom potrošnjom, što će je vlast imati u planskom društvu, bit će njihova kontrola nad proizvodnjom. I stoga unatoč globalizaciji, civilizaciju zbog nametnutog globalitarizma bez filozofije tehnike neće biti moguće iznova graditi na globalnom planu. To dokazuje kognitivna kibernetika, ali ona i razotkriva činjenicu koju je kao istinu propovijedao jedan totalitarni vladar rekavši kako su "oni prvi ustvrdili da što su oblici civilizacije (tehnika), složeniji, to sloboda pojedinca mora biti ograničenija"?! Tomu treba pod hitno posvetiti više pozornosti!

Literatura

[1] M. Heidegger: *Kraj filozofije i zadaća mišljenja*, *Rasprave i članci*, prijevod Marijan Cipra, Josip Brkić, Branko Despot, Danilo Pejović, Ivan Salečić, Zagreb, 1996.

[2] M. Heidegger: *Ontology*, Bröcker-Oltmanns, Frankfurt a. M., Introduction to philosophical hermeneutics, Darmstadt, 1988.

[3] Ž. Paić: *Sloboda bez moći*, *Politika u mreži entropije*, Zagreb, 2013.

[4] Ž. Paić: *Posthumano stanje*, *Kraj čovjeka i mogućnost druge povijesti*, Litteris, Zagreb, 2011.

[5] Ž. Paić: *Sfere egzistencije*, *Tri studije o Kierkegaardu*, Matica hrvatska, Zagreb, 2017.

[6] Z. Balaž, K. Meštrović: Učenje i poučavanje iz umjetne inteligencije, Tehničko veleučilište u Zagrebu, *Polytechnic & Design*, Vol. 2, No. 1, Zagreb, 2014., pp. 9-14.

[7] M. Cipra: *Temelji ontologije*, Matica hrvatska, ur. Jelena Hekman, Biblioteka Parnas, Tisak Tehnički centar NZMH, Zagreb, 2003.

[8] Z. Balaž: The Captology of Intelligent Systems, 40. međunarodni skup (MIPRO), Opatija, 2017.

[9] Z. Balaž: Cognitive Cybernetics vs. Captology, *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, Vol. 2., No. 1., 2017.

[10] Z. Balaž: Integration of Cognitive Cybernetics into Intelligent Human Systems, 1st International Conference on Intelligent Human System Integration, Dubai, 7th – 9th of January 2018.

[11] E. K. Wilber: *Teorija svega*, Gorin, Rijeka, 2004.

[12] E. K. Wilber: *Kratka povijest svega*, Gorin, Rijeka, 2005.

[25] **mnijenje**; rezultat procesa mišljenja, stav, sud, zaključak

[13] Z. Balaž: Cognitive Cybernetics − a Future Society 5.0, Međunarodni simpozij P & P, 2017, Zagreb.

[14] Z. Balaž, M. Haun: Cognitive Cybernetics – A Future that is Started, 34. Međunarodni simpozij o novim tehnologijama, Šibenik, 2017.

[15] W. Glasser: *Teorija izbora − Nova psihologija osobne sloboda*, Alinea, Zagreb, 2000.

[16] M. Augé: *Nemjesta*: *Uvod u moguću antropologiju supermoderniteta*, Biblioteka Psefizma, Naklada Daggk, Zagreb 2001.

[17] Z. Balaž: Dizajn i multimedija između kaptologije i simulakruma, Međunarodni znanstveni skup − Tiskarstvo i dizajn, 2017., 9. ožujka 2017.

[18] Z. Balaž, B.-I. Balaž: *Human Computer Interaction, Cognitive Cybernetic & Captological Education*, on-line edition, Progress in Human Computer Interaction, A new international open access journal − Whioce Publishing Pte. Ltd., Singapore, VIII. 2018.

[19] Z. Balaž, K. Meštrović: *Politehnička kognitivna kibernetika*, Manualia Polytechnici Studiorum Zagrabiensis, Zagreb, 2018.

[20] R. Lachmann: *Phantasia Memoria Rhetorica*, prijevod Davor Beganović, Matica hrvatska, Zagreb.

[21] J. M. P. Teilhard de Chardin: *L'Energie Humaine*, Editions du Seuil, Pariz, 1962., prijevod: M. Dobrović, Ljudska snaga, IPT Naprijed, Zagreb, 1991.

[22] J. Baudrillard, *Inteligencija zla ili pakt o lucidnosti*, Ljevak, Zagreb, 2006.

[23] J. Baudrillard: *Simulakrumi i simulacije,* Biblioteka Psefizma, Zagreb, 2001.

[24] R. O. Paxton: *Anatomija fašizma*, TIM press, Zagreb, 2012.

[25] H. Arendt: *Izvori totalitarizma*, Biblioteka Srednji put, knjiga 23, Disput, Zagreb, Kikagraf, Zagreb, 2015.

[26] Ž. Paić: *Totalitarizam*?, Edicija Drugi smjer, knjiga 12, Meandarmedia, 2015.

[27] M. Spitzer: *Digitalna demencija − Kako mi i naša djeca silazimo s uma*, Ljevak, Zagreb, listopad 2018.

[28] N. Carr: *Plitko − Što Internet čini našem mozgu*, Jesenski i Turk, prijevod Ognjen Strpić, Zagreb, 2011.

[29] N. Carr: *Stakleni kavez*, Jesenski i Turk, prijevod Ognjen Strpić, Zagreb, 2016.

[30] R. Torre: *Ima li života prije smrti – iskustvo prvog lica,* Znanje, Zagreb*,* studeni 2018.

[31] F. A. Hayek: *Put u ropstvo*, Kruzak, 2001.

[32] C. K. Blackwell, A. R. Lauricella, E. Wartella: Factors influencing digital technology use in early childhood education, *Computers & Education*, No. 77., 2014., pp. 82-90.

[33] D. J. Hacker, J. Dunlosky, A. C. Graesser: *Handbook of metacognition in education*, Routledge, 2009.

[34] N. Selwyn: Digital downsides: exploring university students' negative engagements with digital technology, *Teaching in Higher Education*, 21(8), 2016., pp.1006-1021.

[35] V. Topolovec, I. Mrkonjić, Z. Vlašić: Nastavnici i učenici u procesu informatizacije hrvatskog školstva, *Nastavnik – čimbenik kvalitete u odgoju i obrazovanju*, Rijeka, F. F. Rijeka, 1999. pp. 712-724.

[36] New Media Consortium (NMC), *Horizon Report*, 2017-2021, Higher Education Edition, Learning Initiative & EDUCAUSE Program.

Cognitive Cybernetics for the New History and Philosophy of Technics

Zdenko Balaž, Marino Marjan Ninčević

Abstract: The paper presents the results of research on the effects of technics on society through history. Disclosure of state in developed technology society was conducted by an Intelligent system of cognitive cybernetics used in the Erasmus project of the Electrical Engineering Department Polytechnic of Zagreb and the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology in Offenburg. Processing of the obtained parameters is carried out by the philosophy of cognitive cybernetics. The principle of causality and the mechanism of conclusion of the expert system are correlated with the assessment of the state in the future. The effect of technics in the future today points to the problems associated with captology, (*computers as persuasive technology*) that virtually gathers the masses and leaves a man behind. The cybernetic perception of everything as a system (technical, social, natural, ...) defines a man as a social/working being who through the history and through the technics of conducting, planning and organizing his work through the technology, provides himself more and more freedom. For freedom in a new world that has become a global village, it is necessary to cognitive boundaries recognize problems of technological anthropomorphization and misanthropic goals of new techniques. It has not yet surpassed the culmination of the evolutionary solstice technique and the historical environmental-time system. Virtual reality is plausibly accepted as an indispensable component even in creating new education programs. Therefore, for the reasons of new technology history must be clearly explained by knowledge engineers, experts of a new profile of technical education with philosophical understanding.

Keywords: anthropomorphization, captology, cognitive cybernetics, history, techniques

Davorin Brkić

Tehnologija s primjerima i modelom koji sadrži tri determinizma

Sažetak: Rad donosi rezultate primjene ‘tehnologije’ kao pojma koji među ostalim predstavlja bavljenje interakcijama tehnike i društva. Primjenjuje se sustavsko mišljenje umjesto analitičkog. Koriste se modeli bezrazumskog, jednorazumskog i višerazumskog sustava, te koncepti slobodne volje i sekularizma, te simboličke, materijalne i fizičke moći. Uz njih se, kroz model u radu, razmatraju interakcije vjerskog, znanstvenog i političkog determinizma. One se prikazuju u granicama razmatranog dijela sustava. Kvaliteta modela, koji je simbol rada, testira se kroz osjećaj o njegovoj prikladnosti za objašnjenje navedenih primjera. Primjeri se prikazuju kroz prilično neovisne cjeline. Izdvojeno se kroz model prikazuju neka pitanja povezana sa scijentističko-tehničkim civilizacijskim sustavom, kroz odnos vjerskog i znanstvenog determinizma te kroz odnos tog civilizacijskog sustava sa životom i prirodom koji određuje i politički determinizam. Rad sadrži zaključak po kojem bi s naslova tehnologije trebalo razmotriti potrebu za harmonijom između vjerskog, znanstvenog i političkog determinizma, kroz instrumente ‘sekularizam’ i ‘autonomija sveučilišta’. Zaključeno je o potrebi za njihovom suradnjom, umjesto nasilne težnje k njihovu međusobnom podčinjavanju. Iz povijesnog pregleda je vidljivo kako taj odnos triju determinizama nisu prihvaćali niti ga prihvaćaju svi današnji determinizmi tog tipa. Zaključeno je o svrsi povijesti koja traži vrijednosne sudove glede neporecivih događaja kao izazova za sva tri navedena determinizma.

Ključne riječi: nasilje, politika, religija, sustavsko mišljenje, tehnika, tehnologija, vjera, znanost

Uvod[1]

Pojam ‘tehnologija’ prvi se put javio kod Johanna Beckmanna (XVIII. st.), a po njegovu mišljenju tehnologija se bavi razmatranjem “isprepletenosti tehnike, gospodarstva i društva i na sustavan način” te “iznosi pregled o različitim tehnološkim znanjima”[2].

Pod ‘tehnikom’ se u ovom radu misli na ukupnost iskustveno ili znanstveno utemeljenih vještina, umijeća i postupaka s potrebnim priborom, pomagalima i strojevima[3]. Dakle, pod pojmom tehnika misli se na determinirani skup u nekom trenutku *t* i sustavu *A*, koji podrazumijeva materijalno (npr. pomagala, strojevi) i nematerijalno (vještine, umijeća). Tehnologija tako nije sinonim za tehniku jer gleda i na isprepletenost društva i tehnike (npr. utjecaj tehnike u medicinama Europe, Indije, Kine itd. na društvo).

Kulić ukazuje na postojanje vjerskog, političkog i znanstvenog determinizma [1]. Rad se bavi tim trima determinizmima i njihovim interakcijama. Tu se ne misli na determinizam u smislu nepostojanja slobodne volje[4] u razmatranom sustavu *A*, niti na edipovsku predodređenost budućnosti s tim determinizmima. Misli se na inertnost koju unose determinizmi kada ograničavaju slobodnu volju članova sustava jer imaju određeni skup načela, ponašanja, tehnika i sl. u nekom stanju sustava *A*, u nekom trenutku *t* (lat. *determinare*: omeđiti, ograničiti, odrediti[5]).

Ovaj rad je o tehnologiji s korištenjem MODELA na slici 1. u GRANICAMA RAZMATRANOG DIJELA SUSTAVA koje su na slici naznačene. Taj MODEL sadrži niz sastavnica i interakcija koje će se u prvom poglavlju u osnovnim crtama objasniti, a za potpunije razumijevanje treba razmotriti priložene primjere.

---

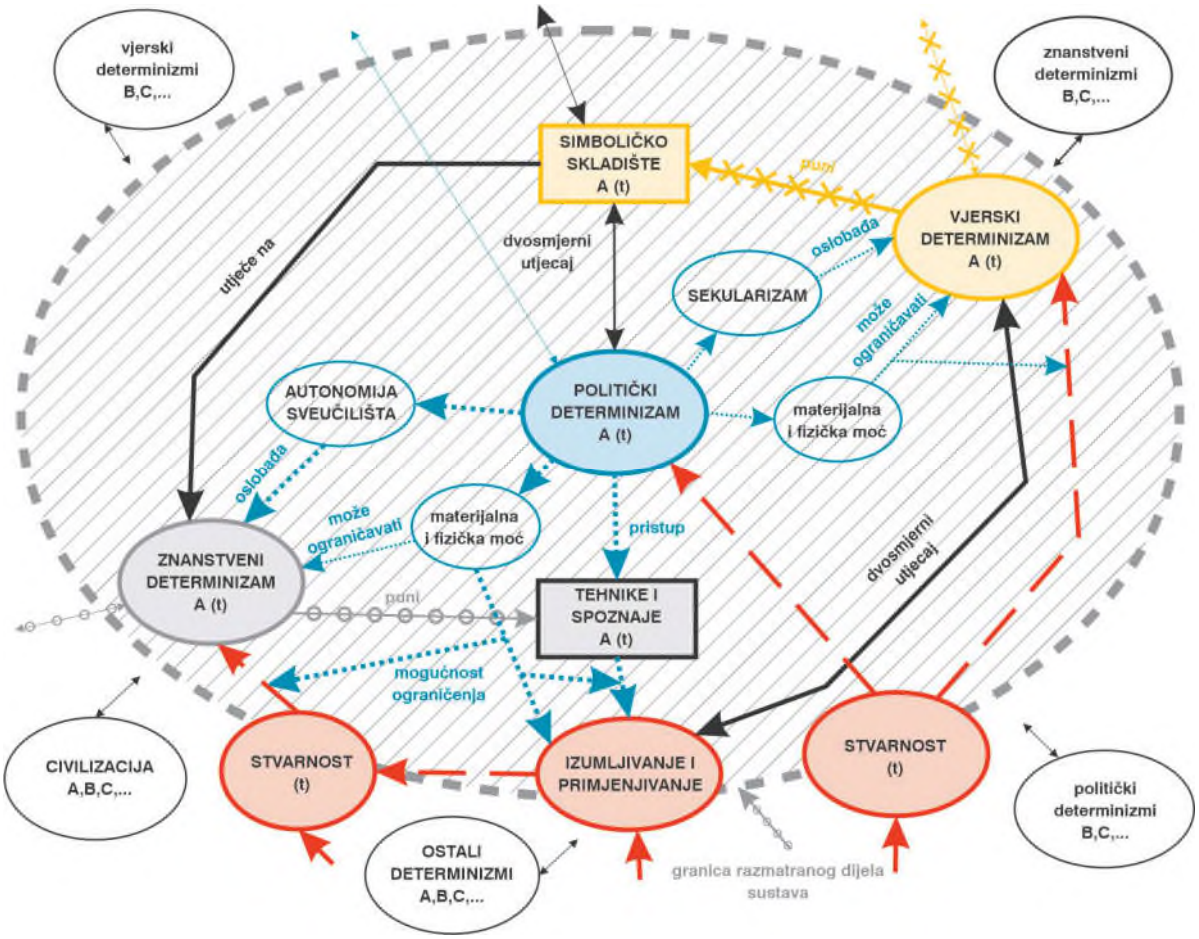
[1]U tekstu, VELIKIM SLOVIMA mjestimično su označeni “oblačići” na slici 1., polunavodnicima riječi koje izrazito treba uočiti dosljedno u tekstu, a navodnicima riječi u prenesenom značenju te sintagme ili bitniji citati preuzeti od drugih autora.

[2]http://www.enciklopedija.hr, pristup 12. 4. 2019.

[3]enciklopedija.hr (pristup 10. 4. 2019.) tehniku definira kao onu koja služi za “zadovoljenje ljudskih potreba u stvarnome životu”, što se u ovom radu odbacuje zbog toga što ne služi sva tehnika u smislu ovog rada za zadovoljenje ljudskih potreba, a kad bi to bilo tako, pojam ‘ljudskih potreba’ trebao bi biti vrlo širok

[4]S naslova slobodne volje, “neuroznanstveni argumenti po pitanju slobode izbora” mogu dovesti u sumnju (npr. opažanje slučaja kad “mozak zaključi” “djelić sekunde prije voljne odluke”), međutim, u ovom radu slobodnom voljom smatra se koncept prema kojem “osjećamo kako smo slobodni izabrati svoje djelovanje” i s druge strane “znamo kako smo odgovorni za posljedice tog istog djelovanja”, Mijatović Frano (2017). Svijest i slobodna volja kao uvjet moralnih odluka, JAHR, Vol. 8/, No. 16. dostupno na https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=285960, pristup 8. 1. 2019.

[5]Citirano iz http://enciklopedija.hr, pristup 26. 4. 2019.; tu se navodi kako je determinizam stajalište, da je i ljudsko htijenje “određeno prijašnjim uvjetima i stanjima” što se ne podrazumijeva pod pojmom determinizam u ovom radu



Sl. 1.: MODEL utjecaja triju tipova moći glede interakcija triju determinizama: VJERSKI, ZNANSTVENI i POLITIČKI u sustavu *A* u trenutku *t* u granicama razmatranog dijela sustava

Kako je tehnologija bavljenje širokim obuhvatom pojava (tehnika, gospodarstvo, društvo, znanje), koristi se 'točka' teorije kaosa prema kojoj se "lakše objašnjava ponašanje dijelova proučavanjem ponašanja cjeline" [2]. Čitatelj bi se tako mogao osjećati nelagodno kod čitanja, jer rad sadrži više ideja koje autor vidi kao interaktivnu cjelinu. Kako bi se smanjila ta nelagoda, u tekstu se učestalo poziva na tu cjelinu korištenjem VELIKIH POČETNIH SLOVA za sastavnice MODELA, kako se ta cjelina (kao dio sustava *A* u nekom trenutku *t*), ne bi izgubila iz vida.

Sadržaji uz pojedine naslove daju cjeline koje su prilično neovisne o cjelinama uz druge naslove (kao riješeni zadaci u zbirci zadataka), tako da se neki sadržaji mogu i preskakati prilikom čitanja.

Izazov je bio obuhvaćanje brojnih područja za koja autor nije specijalist. Tomislav Šola[7] zapisao je kako u slučaju kad "baštinske institucije" (npr.

[6]STVARNOST je jedinstvena, a zbog lakše izvedbe prikaza na slici 1. razdvojena je na dva "eliptična oblačića"

[7]Tomislav Šola (r. 1948.), povjesničar umjetnosti, sveučilišni profesor, muzeolog

muzeji) nisu dovoljno okrenute razvoju zajednice i javnim potrebama, onda potrebe za tim institucijama ispune "priučeni amateri" [3]. Albert Einstein (1879. – 1955.) kao fizičar izjavio je da "ukoliko postoji nešto što bi laiku kakav je on moglo dati hrabrosti da se izjasni o prirodi uznemirujućih ekonomskih poteškoća tog trenutka, to je upravo ta očajna zbrka u stavovima stručne javnosti"[8]. S treće strane, Gharajedaghi piše kako je "lakše proizvesti potrebne razine razumijevanja među običnim ljudima nego među stručnjacima", koje u tom kontekstu naziva i "takozvanim stručnjacima" [2].

1. Objašnjenje modela

Glede "pravokutnog oblačića" TEHNIKA I SPOZNAJA[9] vidljivog u MODELU na slici 1., misli se na kanonizirano skladište tehnika i spoznaja. U "eliptičnom oblačiću" IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE (npr. privatna djelatnost kojoj je nadređen politički determinizam države) nalaze se možebitne tehnike i spoznaje koje su izvan tog skupa (izvaninstitucionalno), a primjenjuju se u STVARNOSTI ("eliptični oblačić"). Taj i drugi "eliptični oblačići" označavaju djelatnosti, a dva skladišta (TEHNIKA I SPOZNAJA i SIMBOLIČKO SKLADIŠTE) prikazana su kao "pravokutni oblačići".

Tehnike i spoznaje u izvaninstitucionalnoj djelatnosti izumljivanja i primjenjivanja mogu posredno kroz ZNANSTVENI DETERMINIZAM[10] ući u skladište TEHNIKA I SPOZNAJA (npr. iz gospodarstva na sveučilište). To označava isprekidana crvena crta od te djelatnosti do STVARNOSTI, pa isprekidana crvena crta od stvarnosti do ZNANSTVENOG DETERMINIZMA. SIMBOLIČKO SKLADIŠTE može puniti vjerski, a politički determinizam osim što ga može puniti (npr. heraldika), može ga i prazniti (npr. pritisak na hrvatski jezik kroz težnju k promjeni njegova imena i kroz zatiranje hrvatskih riječi, npr. riječi "izbivati"[11]).

---

[8]Einstein Albert: *Religion et science*, u knjizi *Comment je vois le monde*, Albert Einstein, 1934., citat i izvor preuzet s https://www.geopolitika.news/analize/dr-sc-sanja-vujacic-kuda-vodi-proglaseno-izvanredno-socijalno-ekonomsko-i-sigurnosno-stanje-u-francuskoj/, pristup 3. 1. 2019.

[9]Možebitna struktura za skladište TEHNIKA I SPOZNAJA dana u zborniku *Povijest i filozofija tehnike − 7. simpozij PIFT 2018*., Kiklos − krug knjige, Zagreb, str. 31, Igor Čatić, dostupno na: http://www.hro-cigre.hr/povijest_tehnike, pristup 27. 4. 2019.

[10]Možebitno objašnjenje opravdanosti razdvajanja djelatnosti ZNANSTVENOG DETERMINIZMA u užem smislu (prirodne znanosti) i djelatnosti IZUMLJIVANJA I PRIMJENJIVANJA također u užem smislu (inženjerstvo), te usporedni prikaz njihovih sličnosti, dan je u zborniku *Povijest i filozofija tehnike − 7. simpozij PIFT 2018.*, Kiklos − krug knjige, Zagreb, str. 31, Ivan Flegar, dostupno na: http://www.hro-cigre.hr/povijest_tehnike, pristup 27. 4. 2019.

[11]Marušić Matko (2018.). *Mi Hrvati*. Medicinska naklada, Zagreb, str. 17-22. Marušić Matko (r. 1946.), hrvatski književnik i profesor na Medicinskom fakultetu

U MODELU se pod POLITIČKIM DETERMINIZMOM misli na svjetovnu vlast bilo u državi (npr. država nadređena društvima ograničene odgovornosti), bilo u nekoj drugoj društvenoj organizaciji unutar države (npr. dioničko društvo nadređeno društvima ograničene odgovornosti). Politički determinizam može se služiti nevojnim i vojnim oblicima, svim tipovima moći: SIMBOLIČKOM (op.[12] npr. kroz "meku silu"), MATERIJALNOM (npr. novac) i FIZIČKOM (op. npr. vojska, zaštitari) [4]. Na te MOĆI politički determinizam polaže pravo. Djelatnost koja upotrebljava fizičku i materijalnu moć je u "eliptičnom obručiću" MATERIJALNA I FIZIČKA MOĆ (npr. u civilnim sustavima redari na ulazu u zgradu − dobivaju od političkog determinizma materijalnu naknadu i mogu koristiti fizičku silu uz dozvolu političkog determinizma). Mogu postojati iznimke glede primjene moći, primjerice za fizičku moć kad od svjetovne vlasti politički determinizam ne dobije dozvolu za njezinu upotrebu (npr. zabrana korištenja nuklearnog naoružanja za neke države). U MODELU su prikazane interakcije koje politički determinizam ima prema VJERSKOM i ZNANSTVENOM DETERMINIZMU (točkaste plave crte). Prikazane su i ostale interakcije u MODELU, primjerice, mogućnost utjecaja političkog determinizma na odvajanje znanstvenog determinizma od STVARNOSTI korištenjem fizičke i materijalne moći (točkasta plava crta prema isprekidanoj crvenoj crti od stvarnosti do znanstvenog determinizma, MOGUĆNOST OGRANIČENJA). Taj utjecaj političkog determinizma ne mora nužno biti represivan kroz činjenje, nego se ti utjecaji mogu odraziti i kroz nečinjenje.

SIMBOLIČKA MOĆ čini se nešto manje samorazumljivom pa slijede primjeri. Glede primjera simboličke moći za Hrvate, po Frani Prceli[13] "prvi spomeni hrvatskog imena, počeci državnosti, prvi spisi i natpisi na hrvatskom jeziku i općenito svekoliki povijesni tijek hrvatske kulture i hrvatskog imena vezani su upravo uz Crkvu, Katoličku crkvu" [3]. Tako je i o hrvatskom identitetu s naslova simboličke moći vodio računa katolički vjerski determinizam. To mu je bila djelatnost (eliptični oblačić), a proizvodima te djelatnosti je taj determinizam PUNIO SIMBOLIČKO SKLADIŠTE (pravokutni oblačić), interakcijom koju predstavlja križićima označena žuta crta. Simbolička moć se glede učinaka može gledati kroz prizmu toga što "uspješni i utjecajni kulturni projekti stvaraju pozitivnu atmosferu u zemlji, te pozitivno utječu na samosvijest i samopouzdanje njezinih građana" kako je tvrdio Tomislav Šola [3]. Pod simboličkom moći moglo bi se podrazumijevati i ceremoniju u kineskom mišljenju (Konfucije, VI. − V. stoljeće prije Krista).

Pod VJERSKIM DETERMINIZMOM se u MODELU ne misli nužno na neku poznatu religijsku djelatnost (religiju). Djelatnosti iz vjerskog

[12] op., kratica za opasku autora rada

[13] Frano Prcela (r. 1966.), diplomirani teolog

determinizma ne moraju davati neki transparentan, suvisao, dosljedan i kanoniziran sustav ‘vrijednosti’, nego to može biti bilo koja djelatnost koja širi neke vrijednosti ili ideologiju koju želi pohraniti na SIMBOLIČKO SKLADIŠTE, ili može imati težnju neki sadržaj s tog skladišta maknuti (uništiti). Vjerski determinizam to može činiti na više ili manje provjerljiv način, na više ili manje sustavan način. Vjerski determinizam može biti i djelatnost koja se bavi ‘vrijednostima’ i uspostavljanjem sustava koji se odnose na načine mišljenja (npr. sustavsko mišljenje), kao i djelatnost koja se bavi simboličkim označavanjem riječi ili događaja s pripadnim značenjima. Vjerski determinizam može svojom simboličkom moći imati interakciju na djelatnost izumljivanja i primjenjivanja (npr. pitanje genetske modifikacije čovjeka, crna crta iz vjerskog determinizma).

ZNANSTVENI DETERMINIZAM je u ovom radu širi od koncepta otkrivanja univerzalnih zakona (prirodnih zakona) eksperimentalnom metodom. On tu podrazumijeva bavljenje znanjem (stvaranjem i pohranjivanjem) u materijalnoj i nematerijalnoj tehnici kojom se PUNI skladište TEHNIKA I SPOZNAJA (kružičima označena siva crta). O tim tehnikama i spoznajama onda se mogu određivati i vjerski i politički determinizmi kad se te tehnike i spoznaje počnu primjenjivati. POLITIČKI DETERMINIZAM ima izravan PRISTUP u skladište TEHNIKA I SPOZNAJA (točkasta plava crta). Upotrebljivost tog skladišta za politički determinizam određuje preglednost skladišta i općenitu sposobnost tog determinizama za razumijevanje njegova sadržaja.

SEKULARIZAM i AUTONOMIJA SVEUČILIŠTA instrumenti su kojima politički determinizam štiti vjerski i znanstveni determinizam od sebe, od svoje fizičke i materijalne moći (dani su primjeri u radu). Ali, ta dva instrumenta možebitno su i privilegija koju su stekli vjerski i znanstveni determinizam s možebitnim negodovanjem političkog determinizma.

Postoje pojave izmjena pojedinih determinizama (vremenska oznaka *t* kod determinizama iz sustava *A*). Postoje i pojave slučajeva kad jedan determinizam srasta s drugim (ukidanje / slabljenje AUTONOMIJE SVELUČILIŠTA ili SEKULARIZMA).

2. Primjena po cjelinama

Geografski determinizam i geopolitika

U ovom dijelu dan je primjer onoga što se može nalaziti izvan GRANICA RAZMATRANOG DIJELA SUSTAVA.

U tehnologiji je geografski determinizam onaj koji je u odnosu na naslovna tri determinizma lakše vizualizirati i razumjeti s naslova utjecaja na društvo i tehniku. I to, i kad se gleda s naslova ne-živog (smještaja mora u odnosu na

kopno, smještaja brda, pustinja, plodne zemlje na kopnu i sl.) i kad se gleda s naslova živog (postojanost i razvoj hrane, virusa, bakterija, životinja, demografije, jezika i sl.). Dva primjera (razvoj Afrike, razvoj Europe) iz prošlosti bili bi: (1) utjecaji na razvoj Afrike, smještaj pustinjskih površina na teritoriju Afrike prema Europi, mora koje okružuje Afriku te životinja koje otežavaju bezbrižno kretanje u Africi; (2) utjecaji na razvoj Europe, pojava kuge u srednjem vijeku na ljudski i intelektualni kapacitet (XIV. st.) te utjecaj pojave krumpira u Europi na društveno blagostanje u Europi (XV. st.).Tu se mogu tražiti uzroci različitog razvoja Afrike i Europe s naslova skladišta TEHNIKA I SPOZNAJA.

Utemeljiteljem geopolitike smatra se Clausewitz (XVIII. i XIX. st.), a kod Hrvata Ivo Pilar[14] (XIX. i XX. st.) [5]. Prema tome, geopolitika koja obuhvaća geografski determinizam nema tisućljetnu tradiciju. Razlika geografskog determinizma u odnosu na vjerski, znanstveni i politički determinizam njegova je teža (sporija) promjenjivost s naslova ne-živog (npr. prokopavanje Sueskog kanala ili tunela u Hrvatskoj), pa ga je lakše utvrditi u povijesnom kontekstu.

U tom smislu to dočarava ograničenje MODELA, budući da postoje i ostali neuvaženi determinizmi (OSTALI DETERMINIZMI).

Sekularizam i autonomija sveučilišta

Konstantin I. (IV. st.) kroz poimanje POLITIČKOG DETERMINIZMA prema svrsi vjerskog determinizma (kršćanstva) tražio je od Crkve postavljanje u službu državnih ciljeva i probitaka iz čega se anatolska Crkva ne uzmogne, po Pilaru, oteti, unatoč tome što je imala nastojanje k otimanju od toga [5]. Tu se vidi nastojanje Konstantina I. koji je POLITIČKIM DETERMINIZMOM, čini se, želio instrumentalizirati kršćanski VJERSKI DETERMINIZAM, pa tako izgleda nije želio SEKULARIZMOM oslobađati djelovanje VJERSKOG DETERMINIZMA. On je tu čini se preferirao put kroz primjenu FIZIČKE i MATERIJALNE MOĆI (eliptični oblačić) kojom je mogao ograničavati vjerski determinizam (primjena prisile ili prijetnja upotrebom prisile, prijetnja uskraćivanjem materijalnih sredstava[15]).

[14]Ivo Pilar (1874. – 1933.), imao je dobre rezultate što se može zaključiti iz njegovih brojnih točnih procjena: pa je tako 1911. pogodio izbijanje Prvog svjetskog rata, a 1917. pogodio je izbijanje Drugog svjetskog rata za "nekoliko desetaka godina" (str. 370 i str. 403 [5]), točno i argumentirano upozorio je pogrešnosti iz tadašnjeg ZNANSTVENOG DETERMINIZMA glede kanoniziranog skladišta TEHNIKA I SPOZNAJA (povijest) i POLITIČKOG DETERMINIZMA

[15]Npr. glede postojanja dva vjerska determinizma (A_1, A_2) u sustavu A [Kraljevini Jugoslaviji (SHS)] i primjene MATERIJALNE MOĆI, bilo je 48 % katolika i 42 % pravoslavaca, a u trenutku t (1922.) se iz državnog budžeta za vjeroispovijesti za Pravoslavnu crkvu davalo 73 % sredstava, a za Katoličku 27 %, Pezet Ernest (1959). STEPINAC-TITO Contextes et éclairages de 'L'Affaire'

U slučaju Alojzija Stepinca, Josip Broz Tito (XX. st.), neuspješno je nastojao katolički vjerski determinizam nacionalizirati (podčiniti svojem političkom determinizmu, raskid s neovisnim Vatikanom)[16].

Iz ta dva primjera (Konstantin I., Tito) proizlazi kako je SEKULARIZAM instrument kojim se vjerski determinizam brani od političkog determinizma, a ne obratno. SEKULARIZMOM politički determinizam OSLOBAĐA vjerski determinizam, umjesto da se odluči za represivno djelovanje točkastim plavim crtama kroz MATERIJALNU i FIZIČKU MOĆ. To je slično kao što se ZNANSTVENI DETERMINIZAM instrumentom AUTONOMIJE SVEUČILIŠTA brani od POLITIČKOG DETERMINIZMA, a ne obratno.

Primjena sekularizma i autonomije sveučilišta čini sustav 'višerazumskim' (objašnjenje višerazumskog sustava dano je u jednoj cjelini u radu). Vjerski, znanstveni i politički determinizmi tako u višerazumskom sustavu imaju interakcije koje su prikazane točkastim plavim, križičima označenim žutim i crnim crtama.

Gospodarenje otpadom

Slavko Kulić primjenjivao je 'tehnologiju' na primjeru otpada / smeća, gdje je tvrdio kako je početkom drugog desetljeća XXI. stoljeća vladala pojmovna zbrka koja je govorila kako se ne razumije problem. Glede otpada / smeća, po Kuliću je pojmovna jasnoća bila nužna za razumijevanje tog problema, što je po njemu tek onda preduvjet za iznalaženje jasnog načina rješavanja tog problema, [1].

Bavljenje u tom smislu problemom otpada / smeća odnosi se na tehnologiju, jer se tu Kulić bavi i društvom i tehnikom i utjecajem tehnike na društvo i utjecajem društva na tehniku. Tako navodi da je 98 % glavnog odvodnog kanala za otpadne vode u Zagrebu bilo završeno u tehničkom smislu, a nije se mogao spojiti zbog 88 metara imovinsko-pravnog problema između grada i vlasnika.

U MODELU se slučaj s tim spajanjem odvodnog kanala može objasniti PRAVNIM DETERMINIZMOM (pitanje vlasništva) u OSTALIM DETERMINIZMIMA koji kroz STVARNOST utječu na POLITIČKI DETERMINIZAM (isprekidana crvena crta). Nakon toga politički determinizam koristi mogućnost ograničavanja djelatnosti IZUMLJIVANJA I PRIMJENJIVANJA korištenjem MATERIJALNE I FIZIČKE MOĆI (zabrana spajanja). To prikazuje kako se može sagledavati MODEL na tom primjeru.

[16] Pezet Ernest (1959). *STEPINAC-TITO Contextes et éclairages de 'L'Affaire'*. Paris

Materijalna tehnika

Glede tehnologije treba se promatrati stanje skladišta TEHNIKA I SPOZNAJA kroz vrijeme *t* u raznim sustavima. Ovdje se daje pregled nekih činjenica o razvoju materijalne tehnike.

Tijekom mnogih stoljeća kineska je civilizacija bila superiornija od ostatka svijeta (tačke, papir, tisak u blokovima, kompas za navigaciju, barut). U rimsko doba jedan od najvažnijih izuma bilo je uspravno vodeničko kolo s prijenosom za proizvodnju mehaničke energije iz vodotoka (III. st. prije Krista)[17]. Ta dva sustava (rimski *A*, kineski *B*) bila su prostorno odvojena i doktrinarno različita sustava te su imala različitu dinamiku razvoja u vremenu *t*.

Kod "antičke grčke misli", osim matematičkih ideja, gotovo svako objašnjenje prirodnih zakona bilo je pogrešno. Pretkolumbijske znanosti Inka i Maja što se tiče matematike bile su dojmljive. Ptolomejeva astronomija također je bila dojmljiva, a osim što je stvorila točne kalendare u svemu je ostalom bila pogrešna. Glede tehnologije (op. u značenju tehnike), Inke nisu poznavali ni kotač. Arapi i Kina izveli su mnoštvo podataka i korisnu tehnologiju, ali, osim u matematici, ni jedni ni drugi nisu iznjedrili puno teorije niti su prigrlili ideju ispitivanja pokusom [6].

Tu se kod "antičke grčke misli", Inka i Maja vidi izostanak nematerijalne tehnike ispitivanja eksperimentom na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA. Općenito, osim nedostatka spoznaje o tome, to može biti prouzročeno zastojem kroz mogućnost ograničenja MATERIJALNOM i FIZIČKOM MOĆI koju primjenjuje POLITIČKI DETERMINIZAM kad ograničava dostupnost skladišta TEHNIKA I SPOZNAJA ili uništava njegov sadržaj (točkaste plave crte).

U srednjem vijeku izgrađene su gotičke katedrale, što nisu bili jednostavni tehnički pothvati (npr. katedrala *Notre Dame*) (op. SIMBOLIČKO SKLADIŠTE). Gutenberg je izumio tiskarski stroj u XV. stoljeću, što je učinilo širenje znanja putem knjiga uvelike dostupnijim, jer su se prethodno knjige ručno prepisivale u Europi[18] (veći trošak koji ih je činio manje dostupnim). Taj događaj u prevladavajućoj interpretaciji ne simbolizira kraj srednjeg vijeka. Tu je bitna materijalna tehnika došla na skladište TEHNIKA I SPOZNAJA u XV. st. u Europi. Tiskarskom stroju, kod razmatranja srednjeg vijeka i "izlaska" iz njega, treba dodati nepovoljni učinak kroz pojavu kuge (smrt velikog dijela stanovništva) i povoljne učinke uslijed pojave krumpira u Europi.

[17]Lewis Dartnell: *Znanje priručnik za preživjele kako ponovno izgraditi svijet nakon apokalipse*, *Jutarnji list*, Zagreb, 2015.

[18]U Kini je izumljen papir tisuću godina prije nego što se uvriježio u Europi, a nisu imali tiskarski stroj s "pokretnim slovima", nego su "tiskali tekstove koristeći drvene blokove", izvor: Dartnell Lewis (2015). *Znanje priručnik za preživjele kako ponovno izgraditi svijet nakon apokalipse*, Zagreb, *Jutarnji list*.

U XIX. stoljeću stupa u Europi na scenu električna energija kroz generatore uz vodne i parne turbine. S kraja XIX. stoljeća do početka XXI. stoljeća brzina primjene materijalne tehnike je ubrzavala pa je tako po parametru prihvaćanja nekog patenta od četvrtine populacije SAD-a u nizu od telefona, radija, televizije, osobnog računala, mobilnog telefona i interneta taj parametar došao od 35 godina za telefon neprekinuto do manje od 10 godina za internet [6]. Tako se obistinila prosudba Schumpetera[19] (prva polovina XX. st.) o "vječnoj kreativnoj destrukciji" koja briše stare načine i zamjenjuje ih novima, i prosudba po kojoj su poduzetnici pokretači inovacije i kako "povijest ubrzava" [6].

Schumpetera je glavni gospodarski savjetnik bivšeg predsjednika SAD-a Baracka Obame (r. 1961.) označio možebitnim "najvažnijim ekonomistom XIX. stoljeća" (op. informacija za SIMBOLIČKO SKLADIŠTE koja dolazi iz POLITIČKOG DETERMINZMA, vertikalna crna crta). Glede materijalne tehnike Schumpeter nije naučio voziti, nije koristio zrakoplove, izbjegavao je podzemnu željeznicu, bio nestrpljiv s fotoaparatima i jedini primjerak svojeg djela poslao je poštom [6]. Dakle, pisao je kako povijest ubrzava, što je ispravno (napredno) prosudio, a kod primjene tehnike bio je nazadan (nije koristio novotarije iz materijalne tehnike na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA).

Bezrazumski, jednorazumski i višerazumski sustavi

Nastavno se opisuju tri Gharajedaghijeva sustava (bezrazumski, jednorazumski i višerazumski) [2] koji se koriste u ovom radu kao modeli u tehnologiji prilikom razmatranja interakcija VJERSKOG, ZNANSTVENOG i POLITIČKOG DETERMINIZMA. Korištenje tih pojmova može biti ne-materijalna tehnika na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA u nekom sustavu A u nekom trenutku t. Ta tri sustava (bezrazumski, jednorazumski, višerazumski) do različitog su stupnja centralizirani, a Gharajedaghi upozorava kako "nije pitanje treba li djelovati centralizirano ili decentralizirano, nego razlikovati ono što bi trebalo ili ne bi trebalo biti centralizirano / decentralizirano" (koncept multidimenzionalnosti) [2].

Iz pregleda bezrazumskog, jednorazumskog i višerazumskog sustava u sljedećim odlomcima može se izravno uvidjeti dio odnosa tehnike, gospodarstva i društva kroz primjere u nekim sustavima A u nekim trenucima t (predmet bavljenja tehnologije). Prepoznavanje njihove pojavnosti u Hrvatskoj dio je vještine kojom se mogu sagledavati učinci iz interakcija tehnike i društva.

Mehanicistički pogled koji se u Francuskoj razvio nakon renesanse tvrdi da je svemir stroj koji radi prema redoslijedu koji mu diktira njegova unutarnja struktura i u kojem vladaju zakoni uzročnosti prirode. Stvorio se bezrazumski

[19] Joseph Alois Schumpeter (1883. – 1950.),američki ekonomist austrijskog podrijetla.

sustav koji nema svrhu sam za sebe osim profita. Takvo razmišljanje bilo je temelj za industrijsku revoluciju, a strojevi počinju zamjenjivati tisuće poljoprivrednih radnika koji postaju "neupotrebljivi". Čovjek kao dio tog sustava nije imao mogućnost izbora [2].

Nakon toga razvija se mišljenje u Njemačkoj i Velikoj Britaniji s vrhuncem u Sjedinjenim Američkim Državama prema kojem nastaje paradigma jednorazumskog sustava (biološki pogled). Takav sustav ima svrhu kao ljudsko biće, a ta je svrha rast i preživljavanje, prilikom čega se iskorištava okolina tog sustava. Za razliku od bezrazumskog sustava (op. izostanak koncepta slobodne volje), jednorazumski sustav ima mogućnost izbora (op. primjena koncepta slobodne volje), međutim, njegovi pojedini dijelovi nemaju. U ovom sustavu oslikava se načelo "otac zna najbolje" (op. nasuprot ego stanju odrasle osobe[20]), a uspoređuje se s mozgom u ljudskom tijelu. Tijelo dobro djeluje ako svaki pojedini organ dobro obavlja svoju zadaću. Tu vrijedi i usporedba prema kojoj svaki pojedini dio (organ) nema mogućnost izbora. Paternalističkim očevima puno duguju Ford, Du Pont, General Motors i IBM [2].

Nakon bezrazumskog (mehanicistički) i jednorazumskog (biološki), nastaje paradigma višerazumskog sustava (sociokulturni). Početkom osmog desetljeća XX. stoljeća ovaj sustav Ackoff[21] definira kao svrhovit sustav koji može dati "isti ishod u istoj okolini na različite načine", ali i "različite ishode u istoj ili različitoj okolini". Bezrazumski sustav bio bi automobil koji će se upravljanjem zabiti u zid ako tako želi vozač, a višerazumski sustav bi bio jahač na konju koji ovisi o izmjeni informacija između jahača i konja. Sociokulturne organizacije (višerazumski sustavi) povezuje jedan ili više zajedničkih ciljeva i kolektivno prihvatljivih načina njihova postizanja. U višerazumskom sustavu članovi dijele vrijednosti koje su usađene u njihovu kulturu; dijelovi višerazumskog sustava pokazuju izbor (op. npr. nogometaši na nogometnoj utakmici), za razliku od bezrazumskog i jednorazumskog sustava [2].

Glede interakcija u sustavima općenito, Gharajedaghi piše o potrebi za tehnikom "upravljanja interakcijama". Odnosi se smještaju u četiri kategorije: 'sukob', 'konkurencija', 'koalicija' i 'suradnja'. Kao tehnike kod pristupa sukobima vidio je četiri načina: 'riješiti', 'razriješiti', 'anulirati' i 'odriješiti' [2] (ne-materijalne tehnike na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA). Stanje sukoba je čini se prirodno stanje u dobro uspostavljenom višerazumskom sustavu.

[20] Ego stanje djeteta ono je koje čovjek donosi u sadašnjost, a kako je reagirao kroz svoje djetinjstvo, ego stanje roditelja je ono u kojem čovjek odlučuje kako netko treba živjeti, ponašati se, što je dobro i što loše, ego stanje odrasle osobe je ono koje se temelji na činjenicama (engl. *fact-based one*), a može se bazirati na roditelju ili značajnoj osobi (engl. *significant persons*), Daniel Ciucur, The Ego States and the 'Big Five' Personality Factors, Procedia – Social and Behavioural Sciences 78 (2013) 581-585.

[21] Russell Lincoln Ackoff (1919. – 2009.), američki organizacijski teoretičar

Ta tri sustava tiču se i 'vrijednosti' i načina rješavanja problema u mišljenju, dakle, ujedno se tiču i SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA. Primjerice, nasuprot dihotomijama tipa "ili mi ili oni" je "i mi i oni", a višerazumski sustav podrazumijeva mogućnost suživota suprotstavljenih ideologija, a takvu 'vrijednost' ne moraju prihvaćati svi determinizmi, riječ je o odabiru vrijednosti. Alojzije Stepinac je nakon Drugog svjetskog rata sugerirao pristup "i mi i oni", nasuprot suprotnoj strani kojoj su tad takve ideje bile strane[22].

Geobiosocijalni sustav

Civilizacijski sustav (op. kultura koja utječe na doktrine, izvan granica razmatranog dijela sustava, CIVILIZACIJA), na početku drugog desetljeća XXI. stoljeća Slavko Kulić označio je kao geobiopolitičko, kao ono koje djeluje "s kulturnog ponašanja s naslova prava jačeg", koje djeluje nasilno i prema prirodi i prema životu (op. simbolička, materijalna i fizička moć POLITIČKOG DETERMINIZMA te simbolička VJERSKOG DETERMINIZMA). Ideju "nasilja svim vojnim i nevojnim sredstvima u ostvarivanju bogaćenja" označio je europskom. Kulić je umjesto geobiopolitičkog civilizacijskog sustava sugerirao geobiosocijalni civilizacijski sustav koji bi podrazumijevao "odnos suradnje ljudske vrste umjesto odnosa sukoba". On tu preoblikovanje ne vidi kroz "novog čovjeka", nego kroz "drugi oblik civilizacijskog ustroja". Pod njim podrazumijeva uz ostalo, tri postulata "postkvantne paradigme"[23], konvergenciju znanosti i kulture s tri inteligencije, i to sa spiritualnom kulturnom inteligencijom, intelektualnom inteligencijom i posebno s emotivnom inteligencijom (op. možebitna načela kod interakcija unutar granica razmatranog dijela sustava u MODELU) [1].

Geobiosocijalni sustav čini se kao podvrsta višerazumskog sustava. U smislu višerazumskog sustava i nasilja, polarizacija u smislu suprotstavljenih ideologija obično poprima oblik religije nasuprot svjetovnih tendencija (op. svjetovne tendencije: ZNANSTVENI i POLITIČKI DETERMINZAM te IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE), a ta je polarizacija najdestruktivnija prepreka razvoju [2]. To se može objašnjavati borbom vjerskog determinizma A i nekog od drugih vjerskih determinizama (npr. B, C) za SIMBOLIČKO SKLADIŠTE u sustavu A. Tu je čini se, među ostalim, prepreka neki od netolerantnih vjerskih determinizama, koji žele prerasti, ili su već prerasli u politički determinizam (težnja k narušavanju SEKULARIZMA). Priloženi MODEL mogao bi se usložiti kad bi se u sustavu A uvelo više različitih vjerskih determinizama (A_1, A_2 itd.).

[22] Akrap Gordan (2016). *Kardinal Stepinac u dokumentima Gestapa i OZN-e*. Udruga sv. Jurja, Glas Koncila i Laser plus, str. 74-75.

[23] Takav je naziv u kontekstu potrebe za promjenom starih paradigmi nakon spoznaja iz kvantne mehanike, u knjizi [1] na stranicama 123-125.

Sustavsko mišljenje

Po Gharajedaghiju svijet vidimo složenijim i kaotičnijim nego što jest, jer za njegovo objašnjenje koristimo neodgovarajuće koncepte. To ukazuje na posljedice neprikladne ne-materijalne tehnike na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA ili, drugim riječima, na neprikladan sadržaj na SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU. Sustavsko mišljenje kako ga Gharajedaghi definira sadrži sljedeće koncepte: "izranjajuće svojstvo", 'kontraintuitivnost', 'multidimenzionalnost', 'otvorenost' i 'svrhovitost'. Sustavsko mišljenje razlikuje se od analitičkog razmišljanja (koje je neizmijenjeno četiristo godina), a socijalne dinamike su izvan dosega analitičkog pristupa. Sustavsko mišljenje razlikuje se i od multidisciplinarnog [2].

Kolegij u programu FER2[24] Signali i sustavi bio je, čini se, u kategoriji analitičkog mišljenja[25] čiji pristup traži kvantificiranost te jednoznačna ulazno-izlazna preslikavanja (npr. prijenosne funkcije), što nije prikladno za kvalitativna izranjajuća svojstva u sustavskom mišljenju (npr. Hawthorneov efekt[26]). Iako, korištene sheme iz kolegija Signali i sustavi (SIMBOLIČKA MOĆ) asociraju na sustavsko mišljenje, a Gharajedaghijeva knjiga [2] koja se bavi sustavskim mišljenjem bila je literatura za kolegij Teorija sustava na FOI-ju[27] u Varaždinu (kanonizirana na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA). Osvrt na jedan francusko-britanski primjer sustavskog mišljenja dan je s prevedenom slikom u poglavlju 3.1. u [7].

U nastavku je primjer s naslova hrvatskog ZNANSTVENOG DETERMINIZMA koji propitkuje povijesno poimanje hrvatskog znanstvenog i hrvatskog političkog determinizma gdje se paralelno ukazuje na primjenu načela iz sustavskog mišljenja (npr. 'svrhovitost'). Damir Karavidović[28] je u samostalnoj Republici Hrvatskoj uz javnu diskusiju s osvrtima na razdoblje do 1990. ("naknadno mišljena istina", npr. "bremeniti poslovni problemi prethodnog vremena", "ulazak svjetlosti u tunel monopola"), obradio, kao aktivan sudionik, preoblikovanje hrvatske elektroprivrede za gotovo tri desetljeća i predložio deset preduvjeta i uvjeta za iduća desetljeća (op. sustavsko mišljenje, sustavski dizajn, unaprijed

[24] FER, Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu

[25] Po Gharajedaghiju analitičko mišljenje rastavlja problem na dijelove koje želi razumjeti, zatim pokušava objasniti rastavljene dijelove i konačno pokušava spojiti rastavljene dijelove i tako objasniti cjelinu [2].

[26] *Hawthorneov efekt* je pojava kod koje ljudi prilagođavaju svoje ponašanje kad su svjesni da ih se promatra (https://en.wikipedia.org, pristup 8. 7. 2019.)

[27] FOI, Fakultet organizacije i informatike

[28] Damir Karavidović (r. 1948.), diplomirani inženjer, bio je zamjenik direktora HEP-Operatora distribucijskog sustava d. o. o.

mišljena istina). Prethodno primjeni "trećeg paketa"[29] (2012. i 2013.), po njemu, organizacijski sustav bio je "visoko decentraliziran" s "izrazito centraliziranim upravljanjem", što po općeprihvaćenoj ocjeni nije bilo učinkovito i korisno stanje[30] (op. jednorazumski sustav). Tu se vide načela: višerazumskog sustava ("društva koncerna" su "pravno samostalna", "između društava postoji višestrani odnos"), otvorenost (tržište, digitalizacija, "energetska revolucija"), svrhovitost (smjernice Europske unije "nisu se primjenjivale slijepim prepisivanjem već se uvijek tražila korisna i učinkovita inačica njihove primjene"), izranjajuće svojstvo ("preoblikovanje se osjećalo kao poslovna katarza", "dalekovidnim i domoljubnim promišljanjem"), multidimenzionalnost (pozitivan trend poslovne katarze uz negativni trend gubitka statusa kao lidera elektromonterske struke uslijed pojave tržišnih tvrtki u tom području) [8].

Sve složeniji svijet interesa ne može se pojmiti bez "poznavanja jezika strategije, samog pojma strategije i sadržaja tog pojma" [4], to ga, izgleda, čini neizbježnim za odnose tehnike i društva (predmet tehnologije), za sustavsko mišljenje, ali i za dolazak do odgovarajućih tehnika na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA. Tu se očito ukazuje na važnost simbola koji predstavlja riječ strategija. U MODELU se ta riječ nalazi na SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU. Oko teoretskog određenja paradigme 'strategija' može se više naći u [4] na stranicama 29-35. Glede stanja u 2017. godini na prostoru Republike Hrvatske ukazano je kako se u hrvatskom jeziku za značenje riječi strategija koristi i mišljenje prema kojem ona može biti 'i plan i vještina', i samo plan, i samo vještina, te je dano deset primjera kroz predloženi standard oko toga što to 'strategija' jest i kako se može ocjenjivati (npr. kroz metodu ocjene izrađenog strateškog dokumenta) [7]. Tu je potrebna dopuna, naime, Peter Ferdinand Drucker[31] primijetio je kako "kultura pojede strategiju za doručak"[32].

Sukob znanstvenog i kršćanskog vjerskog determinizma?

Ispravan povijesni prikaz glede interakcija VJERSKOG i ZNANSTVENOG DETERMINIZMA poželjan je glede traženja 'vrijednosti' koje dovode do većeg ili manjeg razvoja tehnika i spoznaja na skladištu TEHNIKA I

[29] Pod "trećim paketom" misli se na Direktivu 2009/72/EC za unutarnje tržište električne energije, Direktivu 2005/89/EC o sigurnosti opskrbe električnom energijom, Uredbu 713/2003 o uspostavi ACER-a i Uredbu 714/2009 o pristupu za prekograničnu razmjenu električne energije.

[30] Navodi: "sporost u odlučivanju i provođenju odluka", "neujednačenost poslovnih postupaka prema korisnicima mreže", "potreba za kadrovskim bujanjem centraliziranog upravljanja u središtu društva kako bi se upravljalo po dubini", "pad razine inventivnosti" (op. odsustvo izranjajućeg svojstva), "usporenost zbog čekanja na odluku 'odozgo'" itd.

[31] Peter Ferdinand Drucker (1909. – 2005.), američki konzultant za menadžment, austrijskog podrijetla

[32] https://www.managementcentre.co.uk/culture-eats-strategy-for-breakfast/, pristup 9. 4. 2019.

SPOZNAJA, i sadržaja na SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU. Smetnju u nastojanjima k takvim prikazima može prouzročiti POLITIČKI DETERMINIZAM. U nastavku se daju neki primjeri.

Uvidom u sveučilišni udžbenik [9] izdan u četvrtom promijenjenom izdanju 1985. godine u Hrvatskoj, na primjeru razvoja socijalne misli vidljivo je kako taj udžbenik nije bio suprotstavljen staljinističkom pristupu (u dijelu poštivanja prethodnika, usporediti s razvojem znanosti i prema ratnom zločinu u radu), tu se nije njegovala ideja sv. Augustina po kojoj se naša kultura "neprestano dalje razvija i u našem sjećanju ostaju oni koji su djelo stvorili i razvili određenu tehnologiju" (iako udžbenik jest bio suprotstavljen samom Staljinu)[33]. Kako za materijalnu tako i za ne-materijalnu tehniku je bitno (ako se ide k Istini ili uklanjanju ne-Istina) imati utemeljene prikaze iz znanstvenog determinizma na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA. U radu se daju konkretni primjeri povijesnog narativa na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA, narativa koji kako se čini na prostoru Hrvatske nije bio prisutan u "marksističkom" političkom determinizmu i "marksističkom" vjerskom determinizmu (ovo je i empirijski zaključak, možebitni primjeri koji bi tome proturječili?), i to što se tiče odnosa europskog znanstvenog i kršćanskog vjerskog determinizma.

Spoznaja o vjeri u razumnog Boga čiji se stvoreni poredak može otkriti pomnim istraživanjem prirode bila je prisutna u srednjem vijeku. Znanstvenu metodu mjerenja uveo je franjevac Bacon. Spomen eksperimentalne znanosti je u oksfordskoj franjevačkoj školi (XIII. st.), u Engleskoj se u društvu *Marton College* daje preciznost definicije brzine (XVI. st.)[34], biskup Steno pionir je u anatomiji i geologiji (XVI. st.), jedan biskup otkrio je dovoljnost binarnog sustava da se sve zapiše, činila mu se prekompliciranim ideja gdje bi Bog koristio deset brojki prilikom izražavanja (XVII. st.), prvi je spomen pojma 'prirodni zakoni' za predodžbu kako je "svijet uređen po Božjem zakonodavcu, koji je utvrdio kako se svijet mora ponašati" (op. telos k otkrivanju prirodnih zakona s razumom) (XVIII. st.), isusovca Boškovića Heisenberg naziva hrvatskim Leibnizom (XVIII. st.), redovnik Mendel otkriva pitanje gena, a svećenik Whevell prvi uvodi naziv 'znanstvenik'[35] (XIX. st.), vjernici su bili i Maxwell (XIX. st.) i Faraday (XIX. i XX. st.), a jedan od pionira kvantne mehanike Heisenberg (načelo neodređenosti) (XX. st.) izjavljuje: "u konačnici sam, doduše, uspijevao shvatiti ovaj svijet prikazujući njegovu strukturu poretka

[33] Zvonarević Mladen (1985). *Socijalna psihologija*. Školska knjiga, Zagreb, uvid u povijesni pregled str. 12-20.

[34] Hanžek Branko (2018.), Povezivanje tehnike u prirodoslovlja, Povijest i filozofija tehnike – 7. simpozij PIFT 2018., Kiklos – krug knjige, Zagreb.

[35] Ross Sydney (1964). Scientist: The story of the word. Annals of science a quarterly review of the history of science and technology since the renaissance. Vol. 18. No. 1. dostupno na http://www.informaworld.com/index/739364907.pdf, pristup 11. 1. 2019.

matematičkim formulama; ali kada o njemu želimo govoriti, moramo se zadovoljiti slikama i usporedbama, gotovo kao u jeziku religije" [9], [11], [12].

Hrvatska tu nije bila iznimka: Sveučilište u Zadru se osniva u okviru dominikanskog reda (XIV. st.)[36], prva spoznaja o elektricitetu je u mišljenju biskupa Vrančića (XVI. i XVII. st.), sveučilišni studij u Zagrebu osnivaju isusovci XVII. st.)[37], isusovac Bošković prvi radi pokuse s elektricitetom i magnetizmom (XVIII. st.), za začetak elektrotehnike u gospodarstvu zaslužan je biskup Vrhovac (XIX. st.), za sina pravoslavnog svećenika i vjernika Teslu bilježe se brojni izumi iz područja izmjeničnih struja i bežičnog prijenosa električne energije te je kako se čini prvi na svijetu otkrio prvu "Božju česticu" elektron[38], a o mozgu piše kao o "prijamniku" te kako "u svemiru postoji jezgra iz koje se mogu priskrbiti znanje, snaga i inspiracija" (op. izranjajuće svojstvo) (XIX. i XX. st.), pravilo *Paar's parabolic rule* nazvano je po vjerniku i znanstveniku Vladimiru Paaru (XX. i XXI. st.), [9], [11], [12], [13].

Razvoj vjerskog determinizma za Hrvate Frano Prcela vidio je više kroz način života vjernika pojedinca negoli kroz javni ugled Katoličke crkve kao institucije [3], iako je neporeciv pozitivan učinak kršćanskog klera na znanstveni determinizam. Utjecaji su kroz SIMBOLIČKO SKLADIŠTE iz VJERSKOG DETERMINIZMA na ZNANSTVENI DETERMINIZAM. To simbolizira označena križićima žuta crta od vjerskog determinizma do SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA, pa vidljiva crna crta od tog skladišta do ZNANSTVENOG DETERMINIZMA.

Prema tome, u odnosu na otkrića univerzalnih zakonitosti provjerljivih u laboratoriju i u odnosu na izvaninstitucionalnu primjenu tehnike u STVARNOSTI (IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE), niti europska niti hrvatska vjernička (religijska) doktrina niti kršćanski vjerski determinizam nije im bio suprotstavljen onako kako je to, čini se, sugerirao školski sustav po "marksističkoj" doktrini primijenjen na teritoriju Republike Hrvatske kroz kulturu (možebitni primjeri koji bi tome proturječili?). Ta "marksistička" doktrina čini se kao podskup jednorazumskog sustava uz pripadnost kategoriji netolerantnog vjerskog determinizma, koji nastupa i kao netolerantni znanstveni i kao netolerantni politički determinizam.

[36] Krasić Stjepan (1996). *Generalno učilište dominikanskog reda u Zadru* ili *Universitas Jadertina 1396–1807*. Zadar.

[37] Raspudić Nino (2014). *144 plus jedan kratki espresso*. Zagreb, *Večernji list*.

[38] Godine 1891. u časopisu *The Electrical Engine*er u New Yorku rezultate svojeg pokusa tumačio je električki nabijenim česticama, J. J. Thompson to je osporavao da bi to pokusom potvrdio 1897., Paar Vladimir (2007). Tesla – vizionar 21. stoljeća. Radovi Zavoda za znanstveni rad HAZU Varaždin, dostupno na https://hrcak.srce.hr/22644, pristup 2. 11. 2018.

Kritičko mišljenje

Glede kritičkog mišljenja u vjerskom determinizmu, uzevši kritike (i kritike Sigmunda Freuda[39]), sv. Ivan Pavao II. govorio je o "brojnim tragičnim sukobima … nekad izazvanim i samim loše shvaćenim vjerskim motivima" [9]. Ti brojni tragični sukobi (FIZIČKA MOĆ iz POLITIČKOG DETERMINIZMA) upozoravaju na mogućnost lošeg shvaćanja vjerskih motiva (SIMBOLIČKA MOĆ) koji se odražavaju i na politički determinizam (povratna veza SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA prema POLITIČKOM DETERMINIZMU). To je bitno s naslova traženja ne-nasilnog rješenja (koncept "oportunitetnog troška").

U kršćanskoj doktrini (prethodno i u Starom zavjetu), to nije novost. Katolički vjerski determinizam kanonizirao je svoje kritičare koji su ga propitkivali u stvarnosti, pa tako i Ivana Pavla II., kojeg je Katolička crkva kanonizirala kao sveca ('epimetejska' kritičnost, naknadno mišljena istina[1] − brojni tragični sukobi izazvani lošim shvaćanjem vjerskih motiva). Kanoniziran je i sv. Augustin (IV. i V. st.) koji je izjavio: "kada postoji sukob između dokazane istine o prirodi i određenog čitanja Biblije, treba tražiti alternativno čitanje Biblije"[40] ('prometejska kritičnost', unaprijed mišljena istina [1] − univerzalno načelno "kada postoji"). Osim odnosa vjerskog i znanstvenog determinizma (npr. konsenzualno kritičko mišljenje uz razvoj prirodnih znanosti), tu se vidi i odnos između vjerskog te političkog determinizma kroz primjenu FIZIČKE MOĆI (brojni tragični sukobi) i SIMBOLIČKE MOĆI (vjerski motivi). Kod SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA sreću se POLITIČKI i VJERSKI DETERMINIZAM. Djelovanje političkog determinizma na SIMBOLIČKO SKLADIŠTE i utjecaj tog skladišta na politički determinizam simbolizira dvosmjerna crna crta.

Staljin je bio odredio Andreja Ždanova da "održava red među ideolozima i lupi svakog tko skrene s prave staze ili zaostane", pa je tako "sovjetski narod" gubio "najaktivnije, najinteligentnije i najnesebičnije ljude", a to je tijekom rata (nakon neuspjeha na istoku Sovjetskog saveza), Staljin bitno promijenio što je pridonijelo vojnoj pobjedi nad nacistima u Europi[41]. Takvo ozračje ukazuje kako odnos prema kritičkom mišljenju koje traži slobodu, čini razliku između gubljenja (nazadovanja) i pobjeđivanja (napretka). Takav odnos u tom primjeru ukazuje na prijelaz iz jednorazumskog sustava u višerazumski sustav nakon susreta sa STVARNOŠĆU.

---

[39] Sigmund Freud (1856. – 1939.), austrijski psihijatar, više o njegovoj kritici religije, str. 219-227 [9].

[40] https://entirelyuseless.wordpress.com/2015/09/20/st-augustine-on-science-vs-scripture/, pristup 29. 4. 2018.

[41] Nakon početnih neuspjeha Crvene armije Staljin je "imao dovoljno pameti ili razboritosti da vrati generalima 'slobodu kretanja',...da ih potiče da slobodno misle,...da ih oslobodi straha od 'gazdina bijesa'", Staljin rehabilitira Rusku pravoslavnu crkvu te nakon tih poteza na bojištu nastupa preokret te Sovjetski savez na kraju rata dolazi na stranu neporaženih, Deutscher Isaac (1977). *Staljin – politička biografija*. Globus, Zagreb. Tu se vidi napredak u korištenju ne-materijalnih tehnika kod uporabe vojnih tehnika uz korištenje SEKULARIZMA kod pravoslavnog, ruskog VJERSKOG DETERMINIZMA uz podršku marksističkog POLITIČKOG DETERMINIZMA.

Jednorazumskom sustavu, ili drugim riječima sustavu s odsustvom rasprostranjenog kritičkog mišljenja, je čini se, u razdoblju druge Jugoslavije bila izložena i Hrvatska (jedna iznimka što se tiče kritičkog mišljenja je bila elektrotehnika u djelatnosti "pionirskog" prijenosa električne energije)[42]. Glede Hrvatske, prema Sanji Nikčević[43] od 1945. godine Krleža "više nije bio kritičan" i uz to je sputavao druge pisce. Ernest Pezet[44] bio je opazio kako je odnos Tita prema publicistu Đilasu u drugoj Jugoslaviji bio kao prema Mannu na njemačkoj strani ili Ferrariju na talijanskoj. Stjepan Antoljak pokazao je kako su i 1983. godine "komunisti u svim znanstveno-istraživačkim i kulturnim ustanovama u Hrvatskoj" neskriveno "imali obračunati sa svim onim, što je po njihovom shvaćanju antimarksističko u povijesnoj znanosti"[45] (op. netolerantan VJERSKI DETERMINIZAM, i netolerantan POLITIČKI DETERMINIZAM koji primjenjuje MATERIJALNU i FIZIČKU MOĆ nasuprot AUTONOMIJE SVEUČILIŠTA). Nasuprot tom pristupu, Tomislav Šola zapisao je kako su do renesanse (do industrijske revolucije) bili spontani procesi u povijesti, a od tada uz formiranje nacija povijest postaje dio svjesnog pothvata [3]. Isaac Deutscher[46] o razdoblju nakon Francuske revolucije napominje kako Napoleon nije morao falsificirati povijest jer ju je "ukinuo", dok ju je s naslova marksističke doktrine Staljin morao falsificirati zbog dogme o "historijskom materijalizmu" [10], dosljedno je i titoizam tako djelovao na području Hrvatske kako je već naznačeno. Deutscher zapadnu historiografiju ne optužuje za cjelokupno falsificiranje, piše da je to činila rijetko, ali piše kako nije bila nevina u skrivanju činjenica [10]. Problem i prilika u korištenju cjelovite povijesti kao koncepta u tome je što odnos prema neporecivim događajima traži očitovanje, vrijednosni sud o kojem se različito očituju (ili se izbjegavaju očitovati) vjerski determinizmi.

Glede vjerskog determinizma u kontekstu "izranjajućeg svojstva" iz kojeg izvire kritičko mišljenje, Gharajedaghi je pisao kako stvaranje predodžbi i apstrakcija spada među najznačajnije karakteristike ljudskih bića [2]. S tog naslova može se na temelju primjera promisliti o posljedicama diskriminacije kršćanskog vjerskog determinizma (koji podrazumijeva predodžbe i apstrakcije) s naslova marksističkog vjerskog determinizma i u Hrvatskoj od 1945. do 1990. godine. Ta doktrina se među ostalim temeljila na historijskom materijalizmu

[42] Kigen (2018.). *50 godina organiziranog prijenosa električne energije u Hrvatskoj*. Zagreb, str. 8, s pripadnim obrazloženjem zbog čega se pojavila iznimka u tom smislu.

[43] Nikčević Sanja, 24. siječnja 2017., *Crveno i crno*, voditelj Jure Vujić, HTV i knjiga *Mit o Krleži ili krležoduli i krležoklasti u medijskom ratu*. Nikčević Sanja (r. 1960.), hrvatska teatrologinja, kazališna kritičarka, redovita profesorica u trajnom zvanju.

[44] Pezet Ernest (1959). *STEPINAC-TITO Contextes et éclairages de 'L'Affaire'*. Paris. Pezet Ernest (1887. – 1966.), francuski političar, stalni izvjestitelj i predsjednik francuske Komisije za vanjske poslove za srednju i istočnu Europu.

[45] Antoljak Stjepan (2014). *Hrvatska historiografija*. Matica hrvatska, Zagreb, drugo dopunjeno izdanje. Antoljak Stjepan (1909. – 1997.), hrvatski povjesničar.

[46] Isaac Deutscher (1907. – 1967.), poljski marksistički pisac

(op. npr. u jeziku "fizički model") uz poslovično zagušivanje izranjajućeg svojstva (koncept opisan u [2]) i posljedično zatiranje cjelovitog prikaza STVARNOSTI koju je ta doktrina proizvodila preko kulture uz podršku marksističkog političkog determinizma [10]. STVARNOST ju je tjerala u suprotstavljenost samoj sebi, uz što je išla popratna pojava masovnog nasilja u sustavima (npr. "kolektivistički križarski ratovi", op. u jeziku riječ seljak poprimala je pogrdno značenje, ekstremnija etiketa za bogatije seosko stanovništvo bila je kulaci) [10]. Ta doktrina koja se pokazala kulturocidnom i memocidnom [10] suprotstavlja se već spomenutoj ideji sv. Augustina po kojoj se naša kultura "neprestano dalje razvija i u našem sjećanju ostaju oni koji su djelo stvorili i razvili određenu tehnologiju" [9].

Zorko Cvetković[47] je 2009. objavio memoare u samostalnoj Republici Hrvatskoj o svojem gotovo polustoljetnom radnom vijeku u elektroprivredi u drugoj Jugoslaviji. Navodio je tu kako samoupravljanje nije bilo "ni crno ni bijelo" nego "sivo" te je bilo "naivnih mišljenja" da će biti "protuteža partijskoj organizaciji" (op. jednorazumski sustav). Bilježio je vjeru u Staljina kao u Boga (op. VJERSKI DETERMINIZAM), nije bio član Partije, a bio je predsjednik Upravnog odbora JUGEL-a[48] kao iznimka jer je bilo pravilo da su tu bili "isključivo" politički angažirani predstavnici (op. POLITIČKI DETERMINIZAM srastao s marksističkim VJERSKIM DETERMINIZMOM u tom vremenu i sustavu). Zapisao je kako je entuzijazam (op. izranjajuće svojstvo) bio jedan od glavnih uzroka uspjeha u elektrifikaciji u XX. stoljeću, [15].

Urednik rubrike znanosti i tehnologije časopisa *The Economist* kao mjesto gdje se isključivo razvija znanost (op. prirodna?) označio je moderni Zapad i kao ideju uz to liberalnu misao (op. kritičko mišljenje), a ne kršćansko okruženje kao Mario Crvenka[49] (kako je u radu navedeno). Nevoljkost u odbacivanju drevnih mudrosti kao posljedice "testiranja teorije eksperimentom" i nevoljkost propitkivanja "ideja starijih" na području izvan modernog Zapada, po njemu je, među ostalim, razlog zbog čega se znanost razvija isključivo u modernom Zapadu (op. zatiranje ponekad neugodnog revizionizma) [6][50]. Učenjaci drevne

[47] Zorko Cvetković (1924. – 2017.), hrvatski elektroinženjer

[48] JUGEL, Zajednica Jugoslavenske elektroprivrede

[49] Mario Crvenka (1944. – 2019.), hrvatski franjevac, kemičar, teolog, filozof, biolog

[50] Tu je zanimljivo kako je poglavlje naslovio nazivom *Galileova djeca*, ako je poznato kako Galileo nije dao valjane znanstvene dokaze nego je teološki dokazivao svoju teoriju (hermeneutičkim principima). Papa Ivan II. rekao je da što se tiče teoloških argumenata u pravu je bio Galilei, a što se tiče znanstvenih argumenata bio je u pravu kardinal i astronom Bellarmin., hrvatski akademik Vladimir Paar (r. 1942.) i dr. sc. Tonči Matulić (r. 1966.), teolog, Festival znanosti Sinj, 2010., YouTube, *SLUČAJ GALILEI − prava i cjelovita istina*, pristup 6. 4. 2019. Ipak, Galilei se smatra zaslužnim za uvođenje matematičkog načina razmišljanja u prirodnu filozofiju čime je pokrenuo suvremenu fiziku i egzaktne znanosti, izvor: Benčić, Zvonko (2018) *Na rubnici moje učinske elektronike*, Kiklos – krug knjige, Zagreb, str. 124.

Kine su bili elitna društvena skupina i najvažniji dio službeničkog sastava, a kako bi očuvali svoju neovisnost i stil života morali su se prilagođavati vlasti (op. srastanje ZNANSTVENOG DETERMINIZMA s POLITIČKIM uz izbjegavanje AUTONOMIJE SVEUČILIŠTA), dok su nakon polaganja triju vrsta ispita širili kulturu i poučavali (op. VJERSKI DETERMINIZAM)[51].

Urednik *The Economista* bio je procijenio kako Kina raste u svakom području od trgovine do geopolitike te da dolazi na red znanost. Navodi kako predsjednik Xi Jinping vjeruje kako Kina može imati primat u znanosti dok u isto vrijeme Komunistička partija povećava kontrolu stanovništva. Kina tako koristi umjetnu inteligenciju kako bi u stvarnom vremenu putem kamera prepoznavala osobe (op. utjecaj tehnike na društvo, IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE). Tu napominje kako je znanstvenicima potrebna sloboda kroz kritičko mišljenje. Tu kinesku kulturu označava najvećim eksperimentom[52].

Prepoznavanje potrebe za izmjenom paradigme rezultat je mudrosti nekolicine (op. izranjajuće iskustvo, ingenioznost), kroz uočavanje "prve pukotine" u postojećoj paradigmi. Promjena paradigme kulminira opasnosti koje proizlaze kroz koncepte 'imitacije', 'inercije', 'suboptimizacije' i "promjene igre" [2]. To izranjajuće svojstvo ili drugim riječima ingenioznost može se pojaviti u kulturi u izvaninstitucionalnim mjestima (IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE), što pospješuje toleriranje aktivnosti iz slobodne volje što ne isključuje poštivanje političkog determinizma. Čini se kako je odnos prema kritičkom mišljenju univerzalno pitanje u kulturi kad se teži inovacijama.

Nasilje prema životu u ratnom sukobu

Glede nasilja korištenjem FIZIČKE MOĆI (materijalna 'tehnika') iz POLITIČKOG DETERMINIZMA mogu se primjenjivati i pojavljivati (na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA) ne-materijalne tehnike koje smanjuju nasilje.

Odnos čovječanstva prema ratnom zločinu (op. pa i ratu?) mijenjao se tijekom povijesti, ovisno o filozofskim, vjerskim i sekularnim pogledima (op. ne-materijalne tehnike). Ključni akteri toga su bili: grčki i rimski filozofi (IV. st. prije Krista); sv. Augustin (IV. i V. st.); sv. Toma Akvinski (XIII. st.); na temelju kršćanske doktrine tu su i Francisko Victoria (XV. i XVI. st.) te Francisco Suarez (XVI. i XVII. st.); nakon toga slijedi sekularna faza − Hugo Grotius (XVI. i XVII. st.), Vestfalski mir (XVII. st.); pa Caroline Case i Daniel Webster (XIX. st.); Kellog Pakt i Povelja UN-a (XX. st.), [14]. Tu je vidljiv

[51] U knjizi John McGowan. *Svjetlo i tama kineskog života*, izvor: Maja Car, Večernji list, 12. 4. 2019.

[52] Pristup na linkedin.com, 8. 4. 2019., objava travanj 2019., u opciji *The Economist*

razvoj odnosa prema ratnom zločinu (ratni zločin čini politički determinizam koji se razlikuje od zločina u ratu s naslova incidenta) u kršćanskom okruženju, ali i u okviru rimske i antičke grčke misli. To je i odnos prema životu s naslova političkog determinizma, drugim riječima odnos s naslova primjene vojnih doktrina i vojne strategije.

Kod tog pitanja obično se spominju rezultati pravnog determinizma (presude i njihova SIMBOLIČKA MOĆ). Tu je zanimljiv slučaj "sinode lješine" s kraja IX. stoljeća, kad su papu Formoza izvadili iz groba, mumificirali, obukli u papinsku odjeću, posjeli na tron i priredili svečano suđenje, a ubrzo je donesen zaključak da se ubuduće ne smije suditi mrtvima (promjena na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA). Edward Slavko Yambrusic[53] tvrdio je kako "autoritet pozitivnog zakona potpuno nestaje ako je razlika između moralnosti i zakonitosti prevelika" [14], a Kulić je tvrdio kako "pravo nije znanost (op. u smislu otkivanja novog kroz eksperimentiranje?) nego kultura (op. u smislu svega postojećeg?)" [1].

Paradigma odnosa prema nasilnom sukobu (kao možebitna ne-materijalna tehnika na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA u MODELU), kao posljednjem izričaju političkog determinizma (Clausewitz) s ratnom tehnikom (sa skladišta TEHNIKA I SPOZNAJA) može se razmotriti na primjeru operacije Oluja (npr. složaj bespilotnih letjelica i topništva k cilju smanjenja žrtava i manje potrošnje ratnog materijala). Kinetički sukobi (materijalna ratna tehnika uz ne-materijalnu tehniku) koji su se zbili u posljednjem desetljeću XX. stoljeća na prostoru Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine, drugim riječima rat u tom vremenu i prostoru je u Ustavu Republike Hrvatske označen s naslova uloge Republike Hrvatske kao pravedan, legitiman, obrambeni i oslobodilački.

Prethodno operaciji Oluja, Hrvati su s prostora koji je tom operacijom oslobođen nasilno protjerani i s tog prostora su se granatirali hrvatski gradovi. Vođe pobunjenog stanovništva odbijaju mirovni plan Z4 (rješenje s tzv. državom u državi). Franjo Tuđman zaprima dramatično pismo načelnika općine Bihać Adnana Alagića od 21. srpnja 1995. godine (umiranje od gladi, sudbina 180 000 ljudi neizvjesna i sl.), a 3. kolovoza 1995. vođe pobunjenog stanovništva ponovno odbijaju pruženu ruku Republike Hrvatske prema odlaganju oružja i prihvaćanju Republike Hrvatske. Dana 4. kolovoza počinje operacija Oluja. Nakon što je hrvatska strategija pobijedila pobunjeničku "strategiju realne prijetnje" (osveta granatiranjem hrvatskih gradova kao obrana), jedan od vođa pobunjenika Mile Martić zapovjedio je evakuaciju stanovništva, a u osmišljavanju operacije za slučaj kad se pobunjenička vojska ne bi borila ili ne bi željela ostati, Hrvatska je ostavila slobodne koridore kroz koje bi pobunjenička vojska mogla pobjeći (ostavljena je mogućnost izbora, primjena ne-materijalne tehnike Sun

[53] Edward Slavko Yambrusic (r. 1933.), američki odvjetnik

Tzu Vu-a "ti si koncentrirao vojsku i opkolio neprijatelja koji se odlučio boriti do kraja", "daj im na znanje da si im otvorio put za bijeg i oni će pobjeći", na hrvatskom skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA u koje je uvid imao hrvatski politički determinizam kod planiranja i odlučivanja 1995.). Nakon operacije američki veleposlanik u Republici Hrvatskoj Peter Galbraith (r. 1950.) procjenjuje kako je bila opasnost pobijanja bihaćkih "četrdeset tisuća muškaraca i dječaka", opasnost koju je otklonila operacija Oluja. U optužnici za Oluju spominjalo se 150 "protupravno ubijenih civila" (39 poimenično) na prostoru od 20 000 km^2 tijekom operacije i tri mjeseca nakon operacije. Vrhovnik Hrvatske vojske Franjo Tuđman[54] je 26. kolovoza 1995. godine držao govor u Karlovcu te je konstatirao kako ni najorganiziranije vojske nisu uspjele spriječiti incidente i osvete po načelu iz Starog zavjeta "oko za oko zub za zub" (op. SIMBOLIČKA MOĆ) pa nije ni Hrvatska, osudio je incidente i pozvao Hrvate da se ne osvećuju i ne uništavaju kuće pobunjenog stanovništva, a pobunjeno stanovništvo je pozivao na ostanak[55]. Ideja ne-nasilnog rješenja primijenjena je prilikom mirne reintegracije Podunavlja, kao primjer prihvaćene "otvorene ruke" (op. manji životni oportunitetni trošak, u odnosu na nasilni povratak okupiranog područja). Unatoč brojnim tragičnim sudbinama na svim zaraćenim stranama (zaraćenim strategijama), može se čuti teza kako je to bio po načinu na koji su Hrvati ratovali najčišći rat u povijesti ratovanja (pronaći s naslova primjene strategije "čišći rat" po definiranim kriterijima je izazov[56])[57].

Glede nasilnih i ne-nasilnih pristupa. U enciklici *Rerum Novarum* pape Lava XIII. iz XIX. stoljeća označava se nepravednost tadašnjeg stanja u kojem je u očaju bila većina radnika i gdje se tjeralo djecu na rad u stanju u kojem nisu dovoljno razvijena u tijelu i umu. Tu se punilo SIMBOLIČKO SKLADIŠTE iz VJERSKOG DETERMINIZMA, te taj simbolički utjecaj dolazi do POLITIČKOG DETERMINIZMA kojem se upućuje konstruktivna kritika. Među ostalim, sugeriralo se kao rješenje složaj djelovanja države (op. POLITIČKI DETERMINIZAM), Crkve (op. VJERSKI DETERMINIZAM), poslodavca (op. IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE) i radnika (kroz udruženja, op. radnički POLITIČKI DETERMINIZAM). Umjesto sukoba rada i kapitala (op. kapital uključuje materijalnu tehniku, a riječju sukob ulazi se u odnos

[54] Franjo Tuđman (1922.− 1999.), prvi predsjednik Republike Hrvatske

[55] Youtube, *dr. Franjo Tuđman u Karlovcu (26. 8. 1995)*, objava 26. 11. 2012., pristup 27. 11. 2018.

[56] Samo od 1946. do 1995. bilo je 180 unutarnjih međunarodnih sukoba vezanih uz zemlje u razvoju, a u tri četvrtine bilo je izravnih vojnih intervencija. U istom razdoblju bila su 163 rata ukupnog trajanja 268 godina s deset milijuna mrtvih, od čega 90 % u zemljama u razvoju. U tom razdoblju bilo je i prijetnji nuklearnom silom (uporaba sile bez rata). Broj oružanih sukoba u svijetu kontinuirano je rastao s 12 u 1990. godini, na 92 u 1994. godini [4].

[57] Izvor za neke podatke i informacije: Starešina Višnja (2017) *Hrvati pod KOS-ovim krilom − završni račun Haaškog suda*, Starešina Višnja (2018) *Vježbe u laboratoriju Balkan − Rat i mirotvorni proces 1991−1995.*, za obje knjige izdavači Hrvatsko katoličko sveučilište i Avid Media.

tehnike i gospodarstva s društvom, što sve skupa čini predmet tehnologije), sugerirala se harmonija kroz u enciklici definirana načela, uz što se upozoravalo kako uvjerenje o nužnosti sukoba između klasa te sukoba bogatih i siromašnih nužno dovodi do zbunjenosti i barbarizma (op. nasilje). Tu se posebno ukazivalo na nasilje koje bi izazvala revolucija koja bi za cilj imala dokidanje privatnog vlasništva (op. "prometejska" "unaprijed mišljena istina")[58]. To upozorenje o posljedicama takvih doktrina se u XX. stoljeću pokazalo dobrim.

Gharajedaghi je glede zapreka razvoju (op. i tehnike) kroz dimenziju vrijednosti (etike, moral), vidio kako oskudnost vrijednosti dovodi do nedostatka pravila, nesigurnost u tim vrijednostima izražava se kroz fanatizam, a terorizam je glede vrijednosti vidio kao posljednji izričaj koji predstavlja "zapreku (op. razvoju) drugog reda" [2].

Simbolička moć ideje o jednakosti

U SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU možebitna društvena težnja k 'jednakosti' glede MATERIJALNE MOĆI može rezultirati POLITIČKIM DETERMINIZMOM koji je nasilan i nazadan kad materijalnu i fizičku moć nastoji preuzeti, kako je upozoravao papa Lav XIII. Stoga se čini s naslova MODELA potrebnim naznačiti važnost pitanja jednakosti kao simbola.

S naslova raznih determinizama (kapitalističkog, marksističkog), neovisno o vrijednosnoj ocjeni je li ne-jednakost dobra ili loša, ona se s naslova tehnologije može promatrati i kroz Ginijev koeficijent koji idejno mjeri ne-jednakost raspodjele prihoda u pojedinom društvu.

Glede svjetskog stanovništva od početka XIX. do drugog desetljeća XXI. stoljeća, ne-jednakost (ili različitost) je u trendu rasla, ali raslo je i blagostanje čovječanstva kroz primjerice produljenje životnog vijeka, ali ne i blagostanje glede bioraznolikosti i drugog života na Zemlji (biljni i životinjski svijet). Taj koeficijent je bio među najmanjima (društvo najjednakije) u Kini u osmom i devetom desetljeću XX. stoljeća, kad je ona bila među najsiromašnijim. U usporedbi s Kinom, društvo u Sovjetskom Savezu je tad bilo znatno jednakije, ali jednakija od Kine su bila tadašnja kapitalistička društva Švedske, Japana, Velike Britanije itd., SAD je bio neznatno ne-jednakiji od Kine [6]. To je izgleda proturječno jer marksistički politički determinizam deklarativno u prevladavajućoj interpretaciji teži jednakosti (npr. zastupa nepravednost prednosti u razvoju materijalne moći koju imaju oslobođeni poduzetnici u usporedbi s radnicima), koja se eto bolje ostvarila u navedenim kapitalističkim

[58] Dostupno na: http://w2.vatican.va/content/leo-xiii/en/encyclicals/documents/hf_l-xiii_enc_15051891_rerum-novarum.html, pristup 23. 4. 2019.

društvima. Tu je očito problem u marksističkom znanstvenom determinizmu (npr. u prevladavajućoj interpretaciji suprotstavljen ideji poduzetničke slobode u IZUMLJIVANJU I PRIMJENJIVANJU kao preduvjetu za blagostanje radnika i motiviranosti za razvoj).

Nakon pada komunizma društvo je po tom koeficijentu, osim u Kini, postajalo ne-jednakije i u bivšem Sovjetskom Savezu, a društva Rusije i Kine su sredinom prvog desetljeća XXI. stoljeća bila ne-jednakija od prethodno razmatranih država. Uz porast ne-jednakosti Kina je imala spektakularan gospodarski rast. Kina je počela kupovati visokotehnološke komponente i prodavala mukotrpno ručno sastavljene proizvode [6].

Nazadne i napredne doktrine

Ako se želi odrediti koja bi to bila napredna, a koja nazadna doktrina prema razvoju tehnike, trebaju se na transparentan i branjiv način odrediti kriteriji. U nastavku se daju neke podloge za njihovo određivanje.

U antičkoj grčkoj misli uvedeni su koncepti kao što su *logos* (npr. kod Heraklita uvođenje poretka i umnosti u svijet, VI. i V. st. prije Krista), logika (umijeće ispravnog mišljenja, rasuđivanja, prosuđivanja, raspravljanja, utemeljitelj Aristotel IV. st. prije Krista) i *telos* (svrha biti stvari, kao i put k daljnjem usavršavanju)[59] (antička grčka misao je možebitna ne-materijalna tehnika u skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA nekog sustava *A* u nekom trenutku *t*). U tadašnjoj grčkoj misli očito je vidljiv briljantan doseg u konceptualnom mišljenju (op. SIMBOLIČKO SKLADIŠTE), i njezina 'pogrešnost' u objašnjenju prirodnih zakona (kako je drugdje u radu navedeno).

Naprednim se smatra poštivanje prethodnika i razmjena znanja, što je i cilj ovog simpozija *Povijest i filozofija tehnike* (SIMBOLIČKO SKLADIŠTE te skladište TEHNIKA I SPOZNAJA). Tako je primjerice, islam, imao poštovanja prema prethodnicima i razmjeni znanja pa je isprva bio puno pismeniji od kršćanskog civilizacijskog kruga pa su u matematici, fizici i geografiji preuzeli napisano od grčke i rimske civilizacije. Ivo Pilar je bogumile (od XII. do XV. st.) na području današnje Bosne i Hercegovine označio kao prilično načitane, što je objašnjavao njihovim prosvjećivanjem putem evanđelja, [5], očito su bili pismeni i imali poštovanja prema dostupnim znanjima. Suprotno tim pozitivnim primjerima prema prethodnicima, Staljin (XX. st.) je u Sovjetskom Savezu isticanje genija iz drugih naroda smatrao zločinom (op. nazadni pravni determinizam), za isticatelje je imao etiketu psihološke represije "klanjanje pred zapadnom civilizacijom" (op. pražnjenje i djelomična izolacija SKLADIŠTA TEHNIKA I SPOZNAJA), a općenito je sve ideološke protivnike nazivao

[59] http://enciklopedija.hr, pristup 8. 4. 2019.

fašistima (op. utjecaj POLITIČKOG DETERMINIZMA na SIMBOLIČKO SKLADIŠTE) [10]. Staljin je izopćio iz javnosti i branitelja Moskve (general Žukov)[60] i prešućivao zasluge za obavijesti svojeg obavještajca (Sorge)[61] u obrani Sovjetskog saveza.

Glede odnosa VJERSKOG i ZNANSTVENOG DETERMINIZMA, Mario Crvenka je bio opazio kako se "prirodne znanosti[62] razvijaju u kršćanskom okruženju umjesto u budističkom", što suprotstavlja tezi kako su sve religije iste. Pisao je kako su osobine koje se pripisuju prirodnim zakonima "vrlo bliske onima koje se tradicionalno pripisuju teističkim religioznim sustavima kao što je to u kršćanstvu Bog (univerzalni, apsolutni, vječni, svemogući)" [9]. Čini se da tu SIMBOLIČKO SKLADIŠTE napunjeno iz takvog VJERSKOG DETERMINIZMA povoljno utječe na ZNANSTVENI DETERMINIZAM usmjeravajući mu mišljenje. Sveučilišta u Europi osnivana su i financirana (materijalna moć) od Katoličke crkve u srednjem vijeku (koji neki nazivaju mračnim), što ukazuje na podršku tog vjerskog determinizma tadašnjim naprednim doktrinama materijalnom moći. Ipak, ima i pozitivnih iznimaka glede razvoja prirodne znanosti u okruženju vjerskog determinizma koji nije kršćanski. U Indiji je Satyendra Nath Bose[63] (XX. st.) dao značajan doprinos teorijskoj fizici, a pohađao je Hindu školu (engl. *Hindu School*) i poslije fakultet u Indiji (engl. *Presidency College*) te uspostavlja laboratorije gdje se proučava termodinamika i elektromagnetizam[64].

Gharajedaghi je vidio problem u religijama koje u fundamentalnoj interpretaciji smatraju stvaranje "isključivim pravom Boga" [2]. Kako se čini, to se odražava na znanstveni determinizam kroz utjecaj SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA napunjenog samo takvim VJERSKIM DETERMINIZMOM na ZNANSTVENI DETERMINIZAM (crna crta iz tog skladišta), i posljedični utjecaj na PUNJENJE skladišta TEHNIKA I SPOZNAJA iz znanstvenog determinizma (označena kružićima siva crta iz tog determinizma). Odražava se i na stvaranje kako materijalne tako i ne-materijalne tehnike, kroz utjecaj mogućnosti ograničenja kroz MATERIJALNU i FIZIČKU MOĆ iz političkog determinizma prema djelatnosti IZUMLJIVANJE I PRIMJENJIVANJE. Takva 'vrijednost'

[60] Deutscher Isaac (1977). *Staljin politička biografija*. Zagreb, prvo izdanje 1949.

[61] Marić Mihailo (1965). *Sorge obavještajac stoljeća*. Zagreb.

[62] Tu se izgleda misli na znanost koja se definira kao "bilo koji sustav znanja koji se bavi fizičkim svijetom i njegovim fenomenima na temelju objektivnih opažanja i sistematički provođenog eksperimentiranja" (izvor: https://www.britannica.com/science/science, pristup 1. 8. 2018.), drugim riječima disciplinu koja se bavi otkrivanjem univerzalnih zakona eksperimentalnom metodom.

[63] Satyendra Nath Bose (1894. – 1974,) indijski teorijski fizičar

[64] https://en.m.wikipedia.org, pristup 27. 4. 2019.

povlači i gubitak mogućnosti prikladnih odgovora iz SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA kroz, primjerice, vrhunsku umjetnost.

Općenito je po Gharajedaghiju[65] bio loš redukcionistički pristup po kojem se "uzrok svih socijalnih fenomena" traži kroz prizmu moći u značenju "pitanja legitimnosti, autoriteta, i odgovornosti ili općenito pojma vladanja" (op. svođenje na tri tipa moći koje primjenjuje politički determinizam?). Tu sugerira pet 'dimenzija': bogatstvo, istinu, ljepotu, vrijednost i moć. Upozorava kako se većina socijalnih mislilaca fokusirala samo na jednu dimenziju (kao što se Weber fokusirao na moć, Marx na ekonomiju, Bogdanov na znanje). Gharajedaghi sugerira pristup po kojem se tih pet dimenzija ne analizira zasebno, nego navodi i to kako se jedna može djelomično objasniti preostalim četirima [2]. To je važno s motrišta moći koja može izranjati iz svih triju predmetnih determinizama, ali ipak, radi jednostavnosti se za razumijevanje ideja u ovom radu koriste tri tipa moći: SIMBOLIČKA, MATERIJALNA i FIZIČKA. Tu bi se simbolička mogla shvatiti kao ona koja može crpiti snagu iz istine, ljepote i vrijednosti (npr. u nekim knjigama, u nekoj arhitekturi i sl.). Napredni pristup bi tu čini se trebao uvažiti čim više dimenzija.

Nazadne doktrine u odnosu na navedene koncepte iz antičke grčke misli umišljaju si mogućnost "čitanja misli", idu k neutemeljenim tumačenjima kad osjećajima pravdaju ignoriranje neporecivog i slično (upozoravao Ben Shapiro[66], knjiga *The right side of history: How reason and moral purpose made the West great*). Napredne doktrine prihvaćaju antičku grčku misao u kanoniziranom dijelu koju dopunjuju uvažavanjem kanonizirane znanstvene metode (eksperimenti) te prihvaćaju bavljenje 'izranjajućim svojstvima' (sustavsko mišljenje). Različiti učinci SIMBOLIČKE MOĆI vidljivi iz usporedbe VJERSKIH DETERMINIZAMA ukazuju na značajnost čimbenika što se tiče bavljenja vrijednostima i drugim aspektima vjerskih determinizama. Tu postoji potreba za prihvaćanjem dobitnog kanona vrijednosti kad se radi s ciljem postizanja odgovarajućih rezultata u ZNANSTVENOM DETERMINIZMU. Očito bi se kod naprednog pristupa trebalo razmatrati sustave u više dimenzija (bogatstvo, istina, ljepota, vrijednost i moć).

Napredni pristup traži više truda. Sukob naprednog i nazadnog u tom smislu je postojan u 2019. godini u Hrvatskoj, na što treba primijeniti tehnologiju glede posljedica tog sukoba na društvo, gospodarstvo i tehniku.

---

[65] Jamshid Gharajedaghiʃ (r. 1940.), iransko-američki organizacijski teoretičar i savjetnik za menadžment

[66] Ben Shapiro (r. 1984.), američki odvjetnik i politolog

3. Scijentističko-tehnički civilizacijski sustav

Gravitacija

John Polkinghorne[67] navodi kako smo tako naviknuti na činjenicu da možemo razumjeti svijet da ga u većini slučajeva uzimamo kao nešto samo po sebi razumljivo [9]. Glede tog razumijevanja, u STVARNOSTI je u kršćanskom okruženju (ili u modernom Zapadu) bilo zastupljeno bavljenje gravitacijom na znanstven način (objektivno opažanje i sistematično eksperimentiranje). Pristupi koji su gravitaciju modelirali iz znanstvenog determinizma bivali su kanonizirani na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA u Europi (sustav *A*) kroz vrijeme *t*.

Djelovanje gravitacije na masu *m* na Zemlji objašnjavalo se s naslova sile proporcionalne s masom *m* na koju gravitacija djeluje uz jednu konstantu *g* ($F_g = m \cdot g$). Takva formula pokazuje se primjenjivom u blizini Zemlje, dok se konstanta *g* u tom modelu mijenja ovisno na kojem se dijelu Zemlje ta konstanta eksperimentalno određuje. Ona je pogrešna kad se primjenjuje na većim udaljenostima od Zemlje, kad se gravitacija s naslova sile smanjuje kako se masa *m* udaljava od Zemlje. Spoznalo se kako je osim mase *m* potrebno koristiti masu Zemlje (M_z), međusobnu udaljenost centra mase *m* i centra mase Zemlje *r* te novu konstantu *G* ($F_g = G \cdot m \cdot M_z / r^2$). Tu vrijedi i kako masa *m* gravitacijom s naslova sile utječe na masu Zemlje M_z silom jednakog iznosa (zakon akcije i reakcije). Gravitacija s naslova više različitih tijela treba se gledati kroz ukupan učinak na neku masu koji se dobije vektorskim zbrajanjem sila (npr. Mjeseca, Zemlje i drugih masa, $\vec{F} = \vec{F}_{g1} + \vec{F}_{g2} + \ldots$). Učinak gravitacije s naslova sile kod tijela koja nisu kugle treba se računati s pomoću integralnog računa (npr. dva štapa). Kod gibanja tijela uz gravitaciju s naslova sile, postoji i uzgon (zbog gustoće sredstva), otpor sredstva, kao i sila koja nastaje uslijed rotacije Zemlje. S naslova sile, gravitacija se gleda kao uzrok plime i oseke uslijed gravitacije Sunca i Mjeseca (engl. *gravitational pull*), kao i rotacije planeta Zemlje koja stvara jednodnevnu periodičnost[68]. Einstein gravitaciju u XX. stoljeću objašnjava s naslova "iskrivljenja vremena i prostora" (engl. *space-time*)[69]. Godine 2015. u Sjedinjenim Američkim Državama detektiraju se gravitacijski valovi.

[67] John Charlton Polkinghorne (r. 1930.), engleski teoretski fizičar, teolog i svećenik

[68] Bollen Marh, Hassan Fainan (2011*). Integration of distributed generation in the power system*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.

[69] Vizualizacija tog modela prikazana je na YouTube videu naziva *Gravity Visualized* Dana Burnsa u srednjoj školi Los Gatos, objava 10. 3. 2012., pristup 7. 4. 2019.

"Gravitacijsko privlačenje svekolike tvari vidljive sa Zemlje nedostatno da objasni kretanje velikih struktura kao što su galaksije ili klasteri galaksija", te se to nastoji objasniti velikom količinom tvari "skrivenom u praznini". Druga je teorija prema kojoj je Einsteinova teorija relativnosti pogrešna. Neki ukazuju na mogućnost vraćanja "kozmološke konstante", koju je postulirao Einstein kako bi mu teorija bila u skladu s ondašnjim stajalištem prema kojem je veličina svemira fiksna (op. time je poništio učinak iz modela pretpostavljenog velikog praska). Tu se i opširnije opisuje problematika gravitacije [6]. Slavko Kulić je za kvantnu mehaniku upisao kako ona tvrdi "da je cijeli svemir energija naspram Newtonove fizike koja tvrdi da je materija odvojena od energije". Tu Kulić piše o kvantnom vakuumu kao "Diracovom moru", kao praizvoru materije i života gdje "pozitivne čestice imaju komplemente". Piše o vakuumu kao "mjestu enormnog energetskog polja koje nije ni klasično elektromagnetsko, niti gravitacijsko polje, a nije ni nuklearno u svojoj prirodi" [1]. Više o odnosu prema modelima u [9] na stranicama 183-185. Sve to upozorava na nazadnost glede obožavanja modela.

Scijentizam kao vjerski determinizam

Nedovoljno promišljena primjena načela iz nekih otkrića znanstvenog determinizma ne mora davati pozitivne učinke, čak i kad nisu suprotstavljeni dijelu objašnjenja STVARNOSTI u čiju se točnost vjeruje (slabost scijentizma kao vjerskog determinizma). Ona mogu postajati dio nekog vjerskog determinizma ili se suprotstavljati postojećem vjerskom determinizmu (borba za SIMBOLIČKO SKLADIŠTE, scijentizam kao VJERSKI DETERMINIZAM u MODELU).

Josip Balabanić[70] je tako nakon analize 'darvinizma' (op. možebitni vjerski determinizam) u Hrvatskoj i šire zaključio kako je povijest dala dokaze "pogibeljnosti biologiziranja društvenog područja", jer to može "voditi srozavanju temeljnih ljudskih vrednota (eugenika) i stravičnih zločina protiv čovječnosti (socijalni darvinizam, komunizam, fašizam i nacizam)", te je sugerirao daljnja proučavanja darvinizma u Hrvatskoj [16]. Karl Marx (XIX. st.) je (op. simbol marksizma na SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU) "bio uvjeren da darvinizam stvarno podržava klasnu borbu" [16], a sugerirao je genocid nad Hrvatima[71] (nazadno u odnosu na navedeni razvoj mišljenja oko zločina na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA). Slavko Kulić upozorio je kako "socijalni darvinizam"

[70] Josip Balabanić (r. 1939.), hrvatski doktor prirodnih znanosti, član suradnik HAZU-a

[71] Genocidne izjave dane u Jure Vujić (2007). *Mitovi i realnost titoizma*. str. 66., Zagreb, Hrvatska uzdanica, CIP 643088. Jure Vujić (r. 1965.), rođen u Kninu, završio filozofiju, književnost i pravo u Parizu te Ratnu školu "Ban Josip Jelačić" u Zagrebu.

stvara "sve animalniji život" (op. posredan utjecaj SIMBOLIČKOG SKLADIŠTA do STVARNOSTI), i upozorava da Darwin nije imao spoznaje o "promjeni genetike" kao "odziv na doživljaj okoline" (što se do Liptona nije znalo, 2008., op. promjena stanja na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA najkasnije 2010. u Hrvatskoj u [1]), što po Kuliću opovrgava i Darwinovu teoriju stalne borbe i Huntingtonov sukob civilizacija [1]. Kulić upozorava i na "bolesti mozga zbog bolesno-nasilnog uma" [1].

Kod vjernika[72] Darwina (XIX. st.) kao simbola indikativno je njegovo očitovanje kako *The Orgin* nije napisao u odnosu na bilo koju teologiju i to što je Vatikan 1950. godine u enciklici *Humani generis*[73] teoriju evolucije nazvao "ozbiljnom hipotezom" i njezinu "načelnu suglasnost s vjerom u Boga" držao "mogućom" [9]. Hrvatski prirodoslovci u XIX. stoljeću nisu koristili Darwinovu teoriju u ideološke svrhe, a kasniji je koriste kao nadahnuće i radnu hipotezu [16]. Darvinizam, čini se, nije suprotstavljen jednorazumskim sustavima, jer traži najjači, koji će dominirati slabijim po načelu "sile kao prava", a ne traži samo najsposobnijeg (str. 123 [1]). Osim što darvinizam nije suprotstavljen jednorazumskom sustavu, čini se kako nije ni suprotstavljen bezrazumskom sustavu (npr. "sila kao pravo" umjesto konsenzusa koji traži umnost, višerazumski sustav). Darwin kad se gleda kao osoba, a ne kao ideološki simbol kroz opažanja koja mu se pripisuju (SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU), s tim nema veze jer je bio vjernik.

Zakon gravitacije koji je dio klasične mehanike otkriva vjernik Newton, vjernik Max Planck smatra se "ocem" kvantne mehanike, vjernik Albert Einstein "ocem je teorije relativnosti". To govori o načinima mišljenja tih znanstvenih velikana. Uvažavajući vidljivi dio spektra svjetlosti, razinu razlučivosti koju čovjek može vidjeti (naočale, mikroskop) i onoga što može čuti, čovjek bi bio krajnje umišljen kad bi smatrao kako može spoznati sve ono što jest iz ono malo toga što vidi i čuje (redukcionizam materijalističkog determinizma), što ne znači da ne treba težiti k tomu (saznavanju, ne k umišljenosti scijentizma). To govori o prevladavajućem uvjerenju iz marksističkog vjerskog determinizma

[72] *Charles Darwin autobiography*, str. 56, "He was very kind-hearted, and thoroughly liberal in his religious beliefs, or rather disbeliefs; but he was a strong theist."

[73] Uvidom u encikliku *Humani generis* na engleskom jeziku preuzetoj s http://w2.vatican.va, vidljivo je da prema njoj diskusije mogu ići "in as far as it inquires into the origin of the human body as coming from pre-existent and living matter", uz to "faith obliges us to hold that souls are immediately created by God", pa nakon toga glede diskusija "this must be done in such a way that the reasons for both opinions, that is, those favorable and those unfavorable to evolution, be weighed and judged with the necessary seriousness, moderation and measure", ali se posebna pozornost i ograničenje postavlja na "polygenism" gdje se navodi "the faithful cannot embrace that opinion which maintains that either after Adam there existed on this earth true men who did not take their origin through natural generation from him as from the first parent of all, or that Adam represents a certain number of first parents".

(*promises have non this side of grave*"[74]), koji uči kako je vjera s naslova vjere u Boga (teizam) i pripadni sustav s naslova modela razlikovanja dobra od zla (vrijednosti u religiji) "opijum za narod". Čini se kako time ateistički marksizam izgleda želi srušiti ostale vjerske determinizme i svoj vjerski determinizam staviti u službu svojeg političkog determinizma. Postavlja se pitanje želi li to i scijentizam.

Glede mišljenja i modela o djelovanju gravitacije i povezanih energija u povijesnom pregledu, slijede neke sličnosti znanstvenog s vjerskim determinizmom. Mario Crvenka je pisao kako je zajedničko religiji (op. vjerski determinizam) i prirodnim znanostima (op. znanstveni determinizam) u tome što obje koriste modele, analogije i metafore kod tumačenja složenih stvari (op. SIMBOLIČKO SKLADIŠTE). Tako Crvenka u modeliranju ukazuje na načelo 'komplementarnosti' po kojem dva modela koji se međusobno isključuju mogu zajednički objašnjavati STVARNOST. Tu navodi primjer kako se početkom XIX. stoljeća smatralo kako se svjetlost sastoji od valova, a Einsteinov uvid je bio kako se "elektromagnetsko zračenje u određenim uvjetima može promatrati kao ponašanje čestica" kad je "naišao na snažan otpor" i zbog toga jer se smatralo kako nešto što je čestica ne može biti i val. Navodi i primjer razvoja 'kristologije' od drugog do sredine petog stoljeća, kad se u konačnici došlo do zaključka u kršćanstvu kako se Isus Krist mora promišljati kao "istinsko Božji i istinsko ljudski", što je proizišlo iz pritiska da se objasni fenomen Isusa Krista proizišao iz svijesti da se njegovo biće ne može shvatiti niti jednim pojmom koji je bio na raspolaganju [9]. Prvo se u vjerskom determinizmu (možda i prije?) primijenilo načelo komplementarnosti, pa onda u znanstvenom koji mu se opirao. To ukazuje kako u sustavskom mišljenju nije jednostavno razdvojiti determinizme (ni skladišta) na način da se izbjegnu preklapanja.

Scijentizam i priroda

Slavko Kulić napisao je kako scijentizam ne vidi svrhu otkrivanja zakona prirode kako bi se njima život uređivao što razbija osnovicu mogućeg razvoja

[74] Joseph A. Schumpeter (2003). *Capitalism, Socialism & Democracy*. London i New York, Stockholm University, prvo izdanje 1943. Schumpeter je tu pisao i to kako "ortodoksni marksist" na osobe koje su upoznale marksizam i nisu s marksizmom suglasne, gleda kao na osobe koje su u grijehu te takve osobe uz to osuđuje ne samo intelektualno nego i moralno. Jedan od vodećih ljudi komunističkog pokreta u Hrvatskoj prije rata Pavao Cazi, u jesen 1942. godine izjavljuje "imamo teoriju marksizma i lenjinizma koja je otkrila sve zakonitosti ljudskog društva" i ta teorija "nas unaprijed osigurava od bilo kakvih devijacija da bismo sutra mogli postati nekakvo nedemokratsko, totalitarno, bilo kakvo društvo, osim ovakvo kakvo sad zamišljamo", Dušan Bilandžić (2001). *Propast Jugoslavije i stvaranje moderne hrvatske države*«, str. 143.

[4]. Hrvatski povjesničar i filozof dr. Milan Šufflay[75] napisao je 1926. godine kako je potrebna "ravnoteža između znanstvene spreme ljudi" (op. ZNANSTVENI DETERMINIZAM) i "njihove umne i moralne spreme" (op. VJERSKI DETERMINIZAM) te je bio konstatirao da je "tehnički progres neprispodobivo brži od etičkog progresa" te nije vidio nadu kad je opazio jurnjavu čovječanstva u propast[76].

Romano Guardini[77] došao je do toga da bi se povezanost prirode i kulture mogla prekinuti razvojem strojeva, a sposobnost da se prirodu savlada i kontrolira neizostavno će po nekim kritičarima dovesti do obožavanja tehnike, kad bi kultura tražila autoritet i opravdanje u tehnici. Crvenka tu smatra ispravnim Moltmannovo[78] opažanje kako se za to ne može okriviti kršćanstvo ni druge religije [9].

Takav trend prema odnosu tehnike i prirode mogao bi se objasniti u MODELU s povratnom vezom od IZUMLJIVANJA I PRIMJENJIVANJA prema VJERSKOM DETERMINIZMU (crna crta) koji se s tom djelatnosti može upoznavati. A potom bi vjerski determinizam mogao puniti križićima označenom žutom crtom SIMBOLIČKO SKLADIŠTE sa svojim upozorenjima i načinima mišljenja. Ako bi se neki pozitivan simbolički odnos prema životu prihvatio na SIMBOLIČKOM SKLADIŠTU, onda to skladište (što se tiče smanjenja sukoba sa životom) može dalje povoljno utjecati i na POLITIČKI i na ZNANSTVENI DETERMINIZAM.

Zaključak

Glede vjerskog, znanstvenog i političkog determinizma čini se ispravnim pristup u kojem bi se svaki od njih s naslova umovanja i djelovanja u stvarnosti bavio donekle neovisno svojim područjem. Ipak, u stvarnosti se ti determinizmi nužno susreću i žele ući u predmet bavljenja jedni drugima (interesi, altruizam), jer su dio neraskidive cjeline. Stoga se čini korisnim baviti i njihovim interakcijama. Osim tih triju determinizama, za cjelovito sagledavanje trebalo bi u povijesnom prikazu obuhvatiti i druge tipove determinizama te njihove promjene u vremenu i prostorima koje mogu biti kako napredne (i očuvanje i inovacije), tako i nazadne.

[75] Milan *Šufflay* (1879. – 1931.), hrvatski povjesničar, pravaški političar, prevoditelj i književnik

[76] Citat iz: Dijanović Davor (2017*), Problem tehnike u filozofskoj misli Nikolaja Berdjajeva*, Obnova, Zagreb.

[77] Romano Guardini (1885. − 1968.), talijanski katolički svećenik, akademik, teolog, filozof religije, pisac i liturgičar

[78] Jürgen Moltmann (r. 1926.), njemački teolog

S naslova simboličke, materijalne i fizičke moći u modelu, vjerski determinizam polaže pravo na simboličku moć (u jednom dijelu), a politički determinizam polaže pravo na sva tri tipa moći. Znanstveni determinizam stvara i može utjecati na punjenje znanja i spoznaja na skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA, a ne polaže pravo niti na jedan od tih tipova moći. Izneseno ne znači da si vjerski determinizam ne može priskrbiti materijalnu i fizičku moć, kao što ne znači da si znanstveni determinizam ne može priskrbiti sva tri tipa moći.

Politički determinizam ponekad ima težnju podčiniti vjerski determinizam i upravljati njegovom simboličkom moći. Politički determinizam ponekad može imati težnju podčiniti znanstveni determinizam kroz više ili manje dirigiranje njegovih rezultata. Na taj način iz tih podčinjenja politički determinizam može s naslova sile kao prava, i podčinjenja (nasilja) kao cilja, crpiti sva tri tipa moći bez konkurencije. Umjesto razvoju, tad politički determinizam može biti usmjeren nasilnom prisvajanju od drugih. Politički determinizam tad, čini se, ne radi razliku između Istine i ne-Istine, nego između onoga što mu odgovara i što mu ne-odgovara (interesno sljepilo). Politički determinizam je i u tim uvjetima izložen stvarnosti u nekom trenutku i nekom prostoru koju ne može zamijeniti.

Vjerskom i znanstvenom determinizmu potrebna je materijalna moć ne bi li mogli biti aktivni i samostalni sudionici u stvarnosti, nju im može dati politički determinizam. To ne znači zagarantiranu materijalnu moć neovisnu o njihovoj kvaliteti. Obrana vjerskog determinizma od političkog naziva se sekularizam, a naziv za obranu znanstvenog od političkog naziva se autonomija sveučilišta.

Politički determinizam imao je težnju povećati svoju simboličku moć kroz prikrivanje ili laganje o dosezima iz zajedništva vjerskog i znanstvenog determinizma. To je možebitno radio jer se osjećao suvišno (ugroženo), ili je želio jedan vjerski determinizam zamijeniti onim koji može lakše instrumentalizirati. Odnos prema povijesti glede neporecivih događaja traži od determinizama očitovanje kroz vrijednosni sud pa se taj odnos kroz povijest znao svoditi na guranje pod tepih (ono što ne-odgovara). Narativ u radu pokazuje pojavu namjernog pogrešnog prikaza odnosa između vjerskog i znanstvenog determinizma s naslova političkog determinizma na primjerima.

Kad politički determinizam ovlada vjerskim i znanstvenim determinizmom kroz interakciju mogućnosti ograničenja s pripadnim podčinjenjem slobodne volje, može uz manje troškove reproducirati poznatu materijalnu tehniku (npr. kroz izrabljivačnice[79], kroz štancanje/proizvodnju[80]), a takvo stanje čini se smanjuje pojavnost tehničkih inovacija spremnih za upotrebu

[79] engl. *swetshops*

[80] engl. *manufacturing*, npr. "the business of producing goods in large numbers, especially in factories", https://dictionary.cambridge.org, pristup 24. 4. 2019.

(izumljivanje i primjenjivanje, 'stvaranje'[81]). Izumljivanje i primjenjivanje promatra se kao djelatnost u stvarnosti kroz crpljenje iz dostupnih skladišta kanoniziranih tehnika i spoznaja uz mogućnost ograničenja političkog determinizama, te uz posrednu interakciju kroz stvarnost sa znanstvenim determinizmom.

Vjerski determinizmi nisu jednaki glede njihova simboličkog učinka niti na znanstveni determinizam, a niti na politički. Znanstveni determinizam ne može unaprijed znati svoje rezultate (u nekom trenutku, kao trećem konceptu između epimetejskog i prometejskog koncepta). Znanstveni determinizam u drevnoj kineskoj civilizaciji postigao je rezultate u tehnici, antička Grčka učitala je grčku misao, što se mjestimično učitavalo u skladištu TEHNIKA I SPOZNAJA. U kršćanskom okruženju (kršćanskom vjerskom determinizmu) znanstveni determinizam dosezao je i doseže vrhunce u znanosti glede otkrivanja prirodnih zakona eksperimentalnom metodom. Otkrića iz znanstvenog determinizma s naslova prirodnih zakona daju posljedične rezultate u ratnoj materijalnoj tehnici. U Europi, glede ratnog zločina s naslova upotrijebljene materijalne tehnike od političkog determinizma u ratnom sukobu, u kojem se tehnika i društvo isprepliću (predmet tehnologije), trenutačni prevladavajući odnos prema raznom zločinu u Hrvatskoj se izrodio iz vjerskih determinizama u grčkoj misli i iz kasnijeg kršćanskog okruženja.

Sukob političkih determinizama sa životom i prirodom, čini se kako traži veću harmoniju između svih triju determinizama, umjesto nastojanja političkog determinizma k podčinjavanju ostalih dvaju. Traži tehnologiju koja je, među ostalim, bavljenje tehnikom i društvom. Iz toga bi mogle proizići tehnike, doktrine, strategije i kulture te takvi determinizmi (ne samo predmetna tri), koji bi smanjili sukob čovječanstva sa životom i prirodom.

Literatura

[1] Kulić Slavko (2010). *Suvremene civilizacije i kulture u sukobu sa životom i prirodom*. Profil International, Zagreb.

[2] Gharajedaghi Jamshid (2008). *Sustavsko razmišljanje − Upravljanje kaosom i složenošću: platforma za kreiranje poslovne arhitekture*. Prema drugom američkom izdanju. Stanke d. o. o., Varaždin.

[3] Matica hrvatska (2011). *Hrvatski identitet*. Zagreb.

[4] Kulić Slavko (1996). *Strategija nasilja kao strategija razvoja*. Naklada Naprijed, Zagreb.

[81] engl. *production*, npr. "the process of making or growing goods to besold", https://dictionary.cambridge.org, pristup 24. 4. 2019.

[5] Pilar Ivo (2017). *Južnoslavensko pitanje*. Matica Hrvatska, Zagreb, prvo izdanje 1917. na njemačkom.

[6] The Economist (2015). *Megapromjena. Kako će izgledati svijet 2050*. Zagreb, Ljevak, izvorno izdanje 2012.

[7] Brkić Davorin, Žutobradić Srđan, Poljak Marko (2017). Strategija kao vještina i strateški dokument kao alat. 13. savjetovanje HRO CIGRÉ, Split.

[8] Karavidović Damir (2018). Vrijeme izazova za ustaljene funkcije distribucijskog sustava i njegovog operatora. HRO CIRED, dostupno na: https://www.ho-cired.hr/images/OPATIJA2018/Referati_po_studijskim_odborima/SO6/SO6-07.pdf.

[9] Crvenka Mario (2010). *Prirodne znanosti i religija − pokušaj sažetog pregleda*. Kršćanska sadašnjost, Zagreb, CIP 741107.

[10] Deutscher Isaac (1990). *Heretici i renegati*. August Cesarec, Zagreb.

[11] Letica Slaven (2018). *Božja znanost javna svjedočanstva hrvatskih i svjetskih znanstvenika o osobnoj vjeri*. Zagreb, *Večernji list*.

[12] Paar Vladimir (2012). Što je zapravo otkriveno u CERN-u Higgsov *bozon (Božja čestica) ... iz šire perspektive*. Gradska knjižnica Samobor, 29. listopada 2012., dostupno na https://www.youtube.com/watch?v=I1B4PQI9OEM, pristup 21. 7. 2018.

[13] Car Stjepan (2011). *50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike*. Končar Institut za elektrotehniku.

[14] Yambrusic Edward Slavko (2010). *Peace at the price of justice and human dignity – reflections on the Hague tribunals & judicialization of international conflicts*.

[15] Cvetković Zorko (2009). *Život s elektroprivredom*. Zagreb.

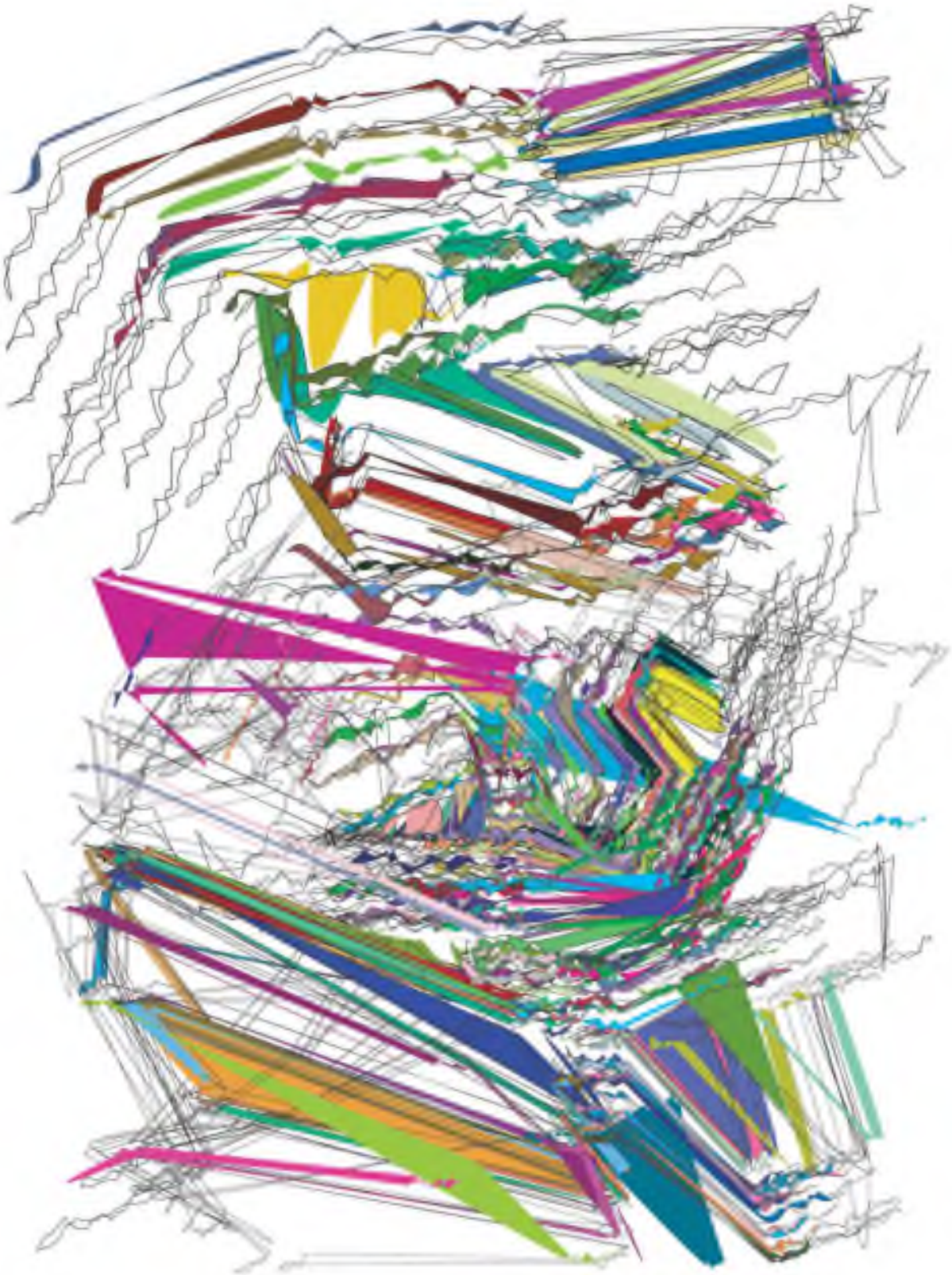
[16] Balabanić Josip (2009). Darvinizam u Hrvatskoj između znanosti i ideologije. *Nova Prisutnost* 7 (2009) 3, 373-406, dostupno na https://hrcak.srce.hr/file/74044, pristup 7. 8. 2018.

Technology with Examples and Model which Contains Three Determinisms

Davorin Brkić

Abstract: The paper presents application of the technology as a discipline, which among other aspects deals with interactions between technic and society. System thinking is used instead analytical thinking. Models such as models mindless, uni-minded and multi-minded system are used, and concepts free will, secularism, symbolic, material and physical power. Along with these models and concepts, one model in the paper is used to observe interactions between belief (religious), scientific and political determinism. These interactions are illustrated within boundaries of the observed part of the system. Quality of the model, which is the key symbol in the paper, is tested trough feelings about its suitability during assessment of examples which are given in the paper. In one separate chapter, through illustrative model, some aspects of scientific and technical civilisation setup are given, having in mind interactions between belief and scientific determinism, with special focus regarding the effect of these interactions on life and nature which are also affected by political determinism. The paper comprises conclusion, which implies that there is the need for harmony between belief, scientific and political determinism. The instruments by which this harmony could be achieved are secularism and university autonomy. It is concluded about the need for cooperation of these determinisms instead of violent interactions that are aiming for subdual. From the historical overview in the paper it could be seen that this kind of interactions where not accepted in the past and are not accepted by all todays determinisms of these kind. In addition, it is concluded about the purpose of history which demands value-based judgment regarding undeniable events, and this represents the challenge for all three concerning determinisms.

Keywords: technology, technic, religion, belief, science, politic, violence, system thinking



Miroslav Křepela

Utjecaj spoznaja o elektricitetu na društvo XIX. stoljeća

Sažetak: Početak značajnijih spoznaja o elektricitetu seže još u XV. stoljeće, kad je William Gilbert objavio svoj znameniti rad *De Magnete*, no sve do izuma prve baterije kao stabilnog izvora električne struje, Voltina stupa, električne pojave bile su samo na razini eksperimenta, služile za razonodu na dvorovima kao nešto čudesno, bez sagledavanja mogućnosti praktične primjene. Znanstvenici se, međutim, nisu predavali te su upornim istraživanjima i eksperimentima tražili "sveti gral" elektriciteta – stabilni izvor za praktičnu upotrebu.

Analizirajući praktički slučajno otkriće Luigija Galvanija krajem XVIII. stoljeća, prvi stabilni izvor, bateriju, izumio je Alessandro Volta 1800. godine. Prva praktična primjena električne struje korištenjem baterija bila je u elektrokemiji, a uskoro je Humphry Davy konstruirao i prvu, rudarsku elektrolučnu svjetiljku. Korištenjem Voltina stupa, Hans Christian Ørsted povezao je elektricitet i magnetizam, a Michael Faraday (1791. − 1867.) došao do epohalnog otkrića elektromagnetske indukcije, koja je dala novi zamah istraživanjima i otkrićima i postala temelj moderne elektrotehnike.

Prva praktična primjena elektromagnetske indukcije bila je u telegrafiji, čime je počela revolucija tehnike komunikacija koja je krajem XIX. stoljeća kulminirala bežičnim prijenosom signala i počecima radiotehnike. Položeni su prvi podmorski komunikacijski kabeli.

Voltin stup bio je praktički jedini izvor električne struje sve do 1870-ih, odnosno do izuma dinamo-stroja (istosmjernog generatora) i električnih motora temeljem spoznaja o elektromagnetizmu. Ubrzo su se, zahvaljujući nastojanjima Thomasa Alve Edisona (1847. − 1931.) počele graditi električ-

ne centrale, a električna struja ušla je u industrijske pogone, javni prijevoz i domove. Intenzivan razvoj najprije elektrolučnih svjetiljki te kasniji Edisonov izum električne žarulje osvijetlili su ulice i domove. Konjske tramvaje počeli su zamjenjivati električni, a vlakove su počele vući električne lokomotive. Na ulicama gradova pojavili su se elektromobili, a u kućanstvima prvi električni uređaji.

Edisonove električne centrale ubrzo su postale "usko grlo" u zadovoljenju rastućih potreba za električnom energijom. Rješenje se pojavilo 1880-ih godina razvojem transformatora te izmjeničnih, višefaznih generatora i motora, što je prije svih promovirao genijalni izumitelj i vizionar Nikola Tesla (1856. – 1943.), čije je patente otkupio George Westinghouse, i time je počeo "rat struja". Završio je puštanjem u pogon prvog trofaznog sustava povodom Međunarodne elektrotehničke izložbe u Frankfurtu 1891., kad je dokazana njegova efikasnost i apsolutna prednost pred tadašnjim istosmjernim mrežama niskog napona.

Uz navedeno, razvoj znanosti o elektricitetu tijekom XIX. stoljeća s nizom genijalnih znanstvenika i izumitelja doveo je do epohalnih promjena u svim aspektima društvenog života, kakve nisu zabilježene u ljudskoj povijesti.

Ključne riječi: elektricitet, baterija, elektromagnetizam, izumi, Voltin stup

Uvod

Godina je 1800. Francuska vojska pod Napoleonom osvaja Milano i područja sjeverne Italije. Nemirno XIX. stoljeće obilježeno je na početku krvavim napoleonskim ratovima i slomom Svetog Rimskog Carstva. Feudalni sustav guši se pod naletom prve industrijske revolucije, koja je počela izumom parnog stroja, da bi revolucija 1848. godine obilježila njegov kraj i početak kapitalističke ere. Do kraja XIX. stoljeća dolazi do sloma Osmanskog Carstva, ujedinjenja Njemačke i ujedinjenja Italije.

Istodobno se na suprotnoj obali Atlantika formirao SAD, gdje je ropstvo ukinuto tek nakon krvavog građanskog rata, a do kraja stoljeća zbog Kube se vodio i rat sa Španjolskom.

U tim i takvim okolnostima politički nemirnog stoljeća, uz relativno stabilno Britansko i Rusko Carstvo, došlo je do epohalnih izuma na području elektrotehnike koji su zauvijek promijenili svijet i pozitivno utjecali na razvoj društva.

Od izuma prvog upotrebljivog izvora električne struje, Voltina stupa, do prvih trofaznih izmjeničnih mreža, elektrifikacije željeznica i tramvaja,

električnih automobila, telefona, prvih električnih kućanskih aparata i bežičnih komunikacija, prošlo je manje od sto godina, vrijeme u kojem je čovječanstvo tehnološki napredovalo više nego u prethodnim tisućljećima, u kojem su postavljeni temelji daljnjem razvoju znanosti o elektricitetu koji traje i danas i još mu se ne vidi kraj.

1. Prvi izvor električne struje

Godina je 1800., svijet ulazi u novo stoljeće. Iste godine talijanski fizičar Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745. – 1827.) konstruira prvu bateriju, Voltin stup, slika 1., sastavljen od niza parova bakrenih i cinkovih pločica odvojenih tkaninom ili kartonom natopljenim zasićenom slanom vodenom otopinom. Volta je do tog otkrića došao proučavanjem zapažanja i pokusa talijanskog liječnika i fizičara Luigija Galvanija (1737. − 1798.) te njegove teze o "životinjskom elektricitetu". Još 1794. godine pokusima je dokazao da su uzrok grčenja žabljih krakova u Galvanijevim pokusima različiti metali koji ih dodiruju i slana voda u žabljim kracima. Temeljem pokusa dokazuje pojavu električnog napona između dvaju različitih metala među kojima je tekućina određenog kemijskog sastava, poslije nazvana elektrolit, te konstruira prvi statički izvor električne struje. Struju iz takvog izvora Volta je u čast Galvanija nazvao galvanska struja.



Sl. 1.: Voltin stup

Voltin stup postao je prvi dugotrajniji stabilni izvor električne struje, čime su širom otvorena vrata daljnjim intenzivnim istraživanjima u elektrotehnici te njezinoj praktičnoj primjeni i korjenitim promjenama u društvu, koje više neće biti isto. Bilo je to praskozorje epohalnih promjena u svim područjima ljudskog života, koje su nepovratno počele i do kraja XIX. stoljeća učinile elektricitet jednim od postulata moderne civilizacije.

Voltin stup, odnosno bateriju, usavršavali su poslije mnogi drugi znanstvenici i izumitelji. Valja spomenuti i talijanskog svećenika i fizičara Giuseppea Zambonija (1776. – 1846.), koji je još 1812. izumio preteču suhe baterije, tzv. Zambonijev stup, zatim engleskog kemičara i meteorologa Johna Friedrica Daniella (1790. – 1845.), koji je 1836. izumio jednu vrstu elektrokemijskog članka te Sir Williama Roberta Grovea (1811. – 1896.), velškog fizičara, jednog od začetnika tehnologije gorivnih članaka i izumitelja jednog tipa galvanskog članka (Groveov članak).

Petar Romanovič Bagration (1818. – 1876.), rusko-gruzijski državnik, general i znanstvenik, otkrio je 1843. prvi primjenjivi suhi galvanski članak i predstavio je njegovo korištenje kao izvora električne struje za elektroplatiranje zlatom.

U idućim se godinama zahvaljujući Voltinu stupu postupkom elektrolize došlo do niza značajnih otkrića.

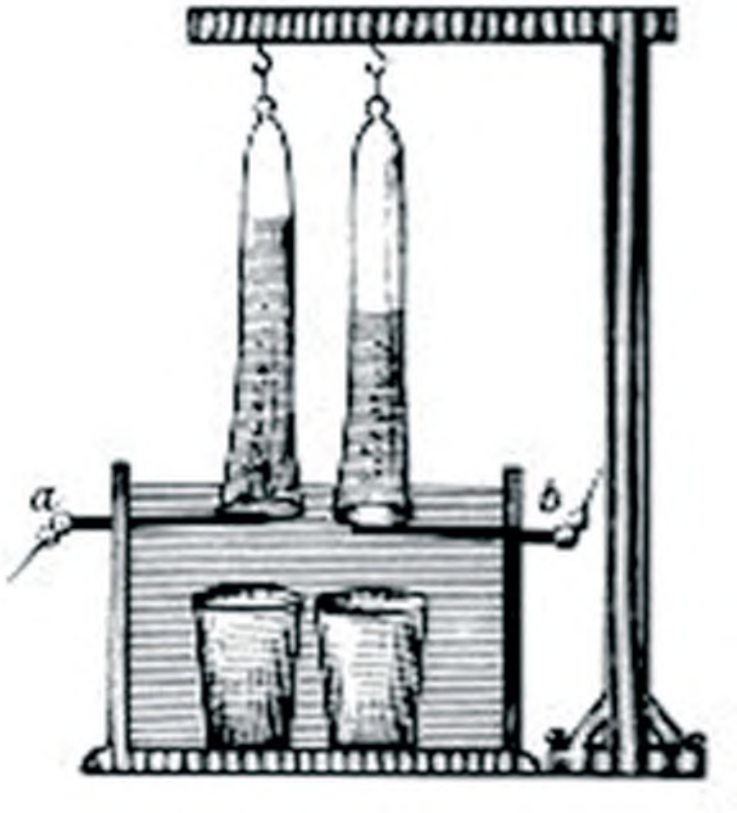
2. Voltin stup i otkrića koja je omogućio

2.1. Elektrokemija

Svoje otkriće Volta je 1800. iznio Londonskom kraljevskom društvu. Korištenjem Voltina stupa kao izvora električne struje, iste su godine engleski kemičar William Nicholson (1753. – 1815.) te engleski kirurg Anthony Carlisle (1768. – 1840.), a ubrzo nakon njih i njemački kemičar, fizičar i filozof Johann Wilhelm Ritter (1776. – 1810.), otkrili elektrolizu, odnosno mogućnost razdvajanja vode na vodik i kisik, slika 2. Bila je to jedna od prvih praktičnih primjena električne struje. Dotad su pokusi s električnim pojavama uglavnom služili za razonodu na dvorovima.

Samu riječ ‘elektroliza’ skovao je poslije Michael Faraday iz grčkih riječi *elektron* (jantar) i *lysis* (otapanje).

Postupkom elektrolize, engleski kemičar i fizičar Sir Humphry Davy (1778. – 1829.) otkrio je 1807./1808. kemijske elemente kalij (K), natrij (Na), magnezij (Mg), kalcij (Ca), stroncij (Sr) i barij (Ba), te se smatra jednim od utemeljitelja elektrokemije. Godine 1807. pokazao je da se Voltin stup temelji na kemijskom procesu. Tvrdio je da su kemijski procesi u osnovi električne prirode.



Sl. 2.: Ritterov crtež aparata za elektrolizu

Elektrolizom je otkriven i niz drugih kemijskih elemenata. Tako je 1821. engleski kemičar William Thomas Brande (1788. – 1866.) otkrio litij (Li), francuski kemičar Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran (1838. – 1912.) otkrio je 1875. galij (Ga), a francuski kemičar nobelovac Ferdinand Frédéric Henri Moissan (1852. – 1907.), otkrio je 1886. godine fluor (F). Nijemac Ritter izmjerio je količine vodika i kisika dobivenih elektrolizom. Otkrio je i postupak elektroplatiniranja te je 1802. konstruirao prvi elektrokemijski članak. Izumiteljem moderne elektrokemije smatra se talijanski kemičar Luigi Valentino Brugnatelli (1761. – 1818.), koji je koristeći Voltin stup 1805. primijenio elektroplatiniranje za pozlaćivanje dviju srebrnih medalja.

Trebalo je, međutim, proći više od 30 godina do šire primjene elektrokemije. Do 1839. ruski i engleski znanstvenici neovisno su otkrili mogućnost korištenja elektroplatiniranja bakrom tiskarskih ploča, odnosno elektrotipiju. Moritz Hermann (Boris Semjonovič) von Jacobi (1801. – 1874.), njemačko-ruski inženjer i fizičar, temeljem postupka elektroplatiniranja otkrio je galvanoplastiku. Tim su postupkom u Rusiji izrađene galvanoplastične skulpture u katedrali sv. Izaka u Sankt-Peterburgu. Elektroplatiniranjem je pozlaćena kupola katedrale Krista Spasitelja u Moskvi. Razvoju elektroplatiniranja pridonio je Jacobijev prijatelj Heinrich Friedrich Emil Lenz (Emil Kristijanovič Lenz) (1804. – 1865.), ruski fizičar njemačkog podrijetla, koji je 1839. metodom elektrotipije izradio

nekoliko medaljona, koji su, uz Jacobijeve radove, tvorili prve galvanoplastične skulpture. Uz navedene, još je jedan Rus, princ Vladimir Fjodorovič Odojevski (1803. –1869.), filozof, pisac, glazbeni kritičar, pedagog i filantrop, zaslužan za razvoj tehnologije elektroplatiniranja. On je 1844. napisao knjigu *Galvanizacija primijenjena u tehnologiji* te razvio elektroplatiniranje kobaltom.

Elektrokemijom se bavio i genijalni britanski izumitelj Michael Faraday, koji je prvi uspio pretvoriti plin (klor) u tekućinu te popularizirao nazive anoda, katoda, elektron, ion. Godine 1833. otkrio je dva temeljna zakona elektrolize i matematički ih dokazao.

Elektroplatiniranje je uskoro postalo vrlo unosno. Tako je George Richards Elkington (1801. – 1865.), tvorničar iz Birminghama, Engleska, patentirao prvi komercijalni proces elektroplatiniranja. Nakon što je engleski kirurg John Wright (1808. – 1844.) izumio proces elektroplatiniranja srebrom i zlatom korištenjem kalijeva cijanida kao elektrolita, Eklington je otkupio proces i patentirao ga 1840. godine (britanski patent br. 8447). Zajedno s rođakom Henryjem Elkingtonom kao partnerom, otvorio je 1841. u Birminghamu prvi pogon za elektroplatiniranje. Osim za industrijske svrhe te u proizvodnji većih predmeta, pogon je koristio elektroplatiniranje u proizvodnji nakita i pribora za jelo koji su imali dobru prođu na tržištu, slika 3., te je kompanija do 1880. u navedenoj tvornici zapošljavala tisuću ljudi, a imala ih je još šest! Daljnji razvoj komercijalnog elektroplatiniranja predstavlja izum prvog električnog generatora korištenog u industrijske svrhe, slika 4. Konstruiran je 1844. prema projektu Johna Stephena Woolricha (1820. – 1850.) i korišten u Eklingtonovoj tvornici.

Komercijalno elektroplatiniranje nikla, kositra, mjedi i cinka razvijeno je do polovine XIX. stoljeća, uz primjenu u pojedinim granama proizvodnje. Razvojem generatora većih snaga do kraja stoljeća, omogućeno je elektroplatiniranje metalnih dijelova strojeva i konstrukcija s ciljem zaštite od korozije, čime je znatno produljen njihov životni vijek. Velik zamah daljnjem razvoju elektrokemije dao je izum istosmjernog generatora (dinamo-stroj) i razvoj električnih



Sl. 3.: Elektroplatinirana tintarnica



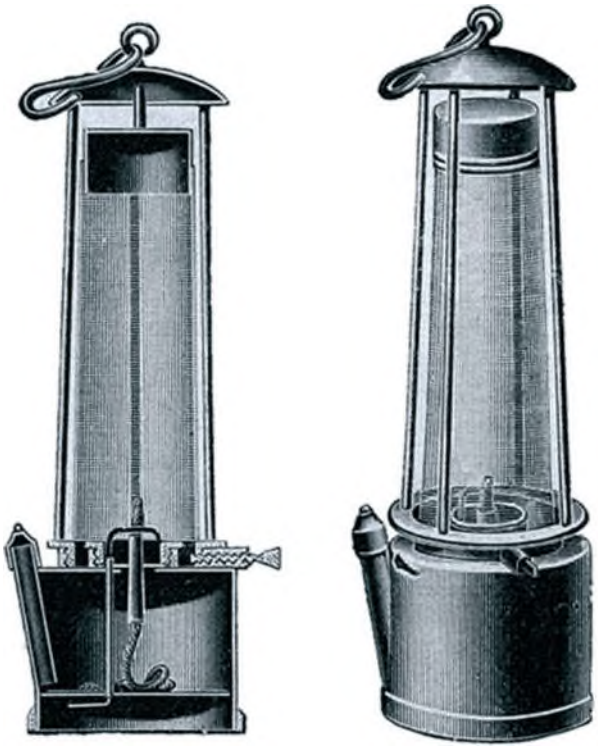
Sl. 4.: Woolrichov generator

mreža. Prvi moderni pogon za elektroplatiniranje bio je Norddeutsche Affinerie u Hamburgu, koji je proizvodnju počeo 1876. godine.

2.2. Davyjeva elektrolučna svjetiljka

Osim korištenja u elektrokemiji, Voltin stup poslužio je i kao inspiracija ostvarenju težnji za stabilnim izvorom električne rasvjete. Ruski fizičar Vasilij Vladimirovič Petrov (1761. – 1834.), otkrio je 1802. godine električni luk, konstruirajući dotad najveći Voltin stup, sastavljen od oko 4200 bakrenih i cinkovih pločica. Opisao ga je 1803. uz navođenje moguće uporabe za rasvjetu, topljenje ili zavarivanje metala te u druge svrhe. Njegovi radovi ubrzo su, međutim, pali u zaborav.

Spomenuti Sir Humphry Davy koristio je Voltin stup od 2000 pari pločica za demonstriranje električnog luka između ugljenih elektroda 1808. godine i izoliranje pet novih elemenata: barija (Ba), kalcija (Ca), bora (B), stroncija (Sr) i magnezija (Mg). Električni luk bila je osnova za izradu sigurnosne rudarske svjetiljke, koju jeDavy konstruirao 1815. godine (Davyjeva svjetiljka), slika 5. Nakon niza nesreća i smrti u rudarskim oknima zbog eksplozija metana prouzročenih plinskim svjetiljkama s otvorenim plamenom, Davyjeva svjetiljka velik je korak naprijed u osiguranju zaštite na radu.



Sl. 5.: Davyjeva svjetiljka

Davyjeva svjetiljka otvorila je vrata primjeni elektrolučnih svjetiljki kao prvog izvora električne rasvjete ulica i objekata, međutim, još je nedostajao pouzdan i dugotrajniji izvor električne struje zato što tadašnje baterije zasnovane na Voltinu stupu nisu mogle osigurati dugotrajno napajanje.

2.3. Eksperimenti u predvečerje velikih otkrića

Unatoč nizu sjajnih otkrića, izuma i saznanja o mogućnostima praktične primjene električne struje, u prvim desetljećima XIX. stoljeća, sve do 1870-ih, Voltin stup i njegove inačice bili su jedini izvor električne struje, bez mogućnosti značajnije komercijalne isplativosti. Sve je još počivalo manje-više na eksperimentima i ograničenoj primjeni u praksi, jer je nedostajao jači, trajniji i pouzdaniji izvor električne struje od baterije. Kola i omnibuse i dalje su vukli konji, parni stroj dominirao je željeznicom i industrijom, a plinske svjetiljke osvjetljavale su ulice i domove bogatijih, dok su niži slojevi i dalje koristili svijeće i petrolejske svjetiljke.

Inspiriran Voltinim otkrićem, mladi danski fizičar i kemičar Hans Christian Ørsted (1777. – 1851.), počeo je proučavati prirodu elektriciteta i izvoditi prve pokuse. Kao profesor fizike u Kopenhagenu, uočio je 21. travnja 1820. za izvođenja pokusa na predavanju pomake magnetske igle prilikom uključivanja i isključivanja Voltina stupa (baterije) i struje kroz vodič spojen na polove

baterije, koji se našao u blizini kompasa. Naknadnim pokusima otkrio je da su otkloni veći što je struja jača, a promjenom smjera struje igla se otklanja na suprotnu stranu. Time je potvrdio direktnu međuovisnost struje i magnetizma i pokazao da električna struja oko vodiča proizvodi kružno magnetsko polje.

Ubrzo nakon što je Ørsted objavio svoja zapažanja, iste 1820. godine, francuski fizičar, kemičar i matematičar Andre-Marie Ampère (1775. – 1836.), matematički je definirao elektromagnetske sile između paralelnih vodiča protjecanih strujom. Pokazao je da je sila između vodiča proporcionalna njihovoj duljini i jakosti struje (Ampèreov zakon). Isti je princip primijenio i na magnetizam. Otkrio je da vodič protjecan strujom stvara oko sebe magnetsko polje slično polju stalnog ravnog magneta.

Voltin stup koristio je u svojim eksperimentima i njemački fizičar profesor Georg Simon Ohm (1787. – 1854.). Otkrio je da je jakost struje kroz vodič direktno proporcionalna narinutom naponu, što je njemu u čast nazvano Ohmov zakon, koji je postao temelj teoriji krugova i mrežnoj analizi, području koje postaje predmet intenzivnijih istraživanja tek krajem XIX. stoljeća.

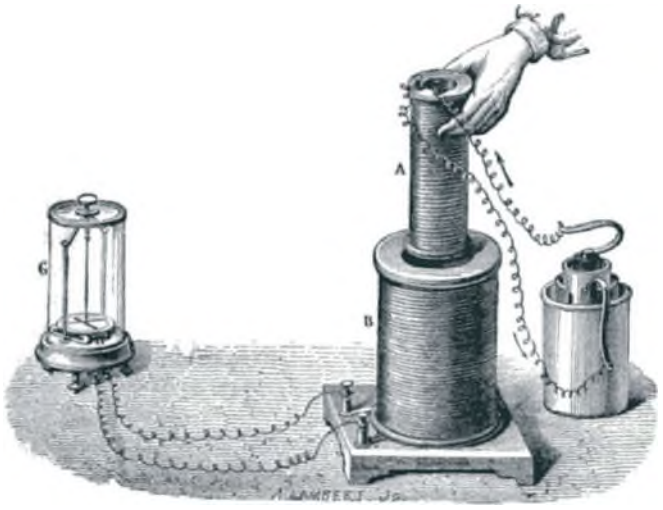
Otkrića Ørsteda, Ampèrea i Ohma potaknula su daljnja istraživanja, učinila velik korak naprijed u poimanju elektromagnetizma i omogućila niz novih otkrića i njihovu praktičnu primjenu u godinama koje su slijedile.

3. Elektromagnetska indukcija i nova industrijska revolucija

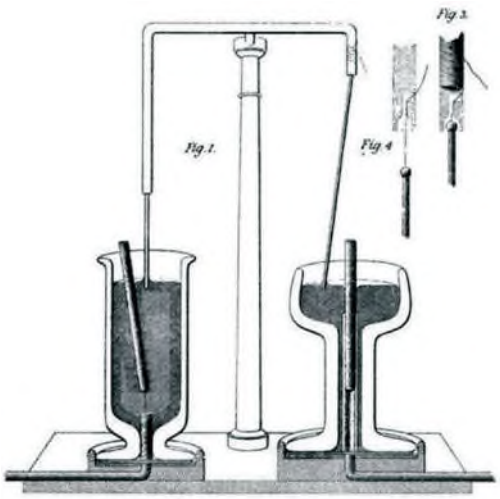
3.1. Otkriće

Inspiriran Ørstedovim otkrićem, britanski kemičar i fizičar Michael Faraday, jedan od najznamenitijih znanstvenika u povijesti, nizom pokusa u provedenih od 28. kolovoza do 28. listopada 1831. eksperimentalno je dokazao suprotno, to jest da promjenjivo magnetsko polje može proizvesti električnu struju i tako došao do epohalnog otkrića elektromagnetske indukcije, slika 6., koje je utrlo put razvoju spoznaja o elektromagnetizmu i na njima temeljenim otkrićima koja su oblikovala elektrotehniku i društvo kakve danas poznajemo.

Eksperimentirajući s međusobnim utjecajem elektriciteta i magnetizma, Faraday je još 1821. izradio napravu kojom je uspio proizvesti ono što je nazvao ‘elektromagnetska rotacija’, slika 7., temeljem čega je konstruirao homopolarni motor, preteču elektromotora. Nakon otkrića elektromagnetske indukcije konstruirao je i prvi električni generator, Faradayev disk, slika 8. Ta su otkrića bila presudna za daljnji razvoj i konstrukciju prvih, toliko potrebnih, u praksi primjenjivih motora i generatora.

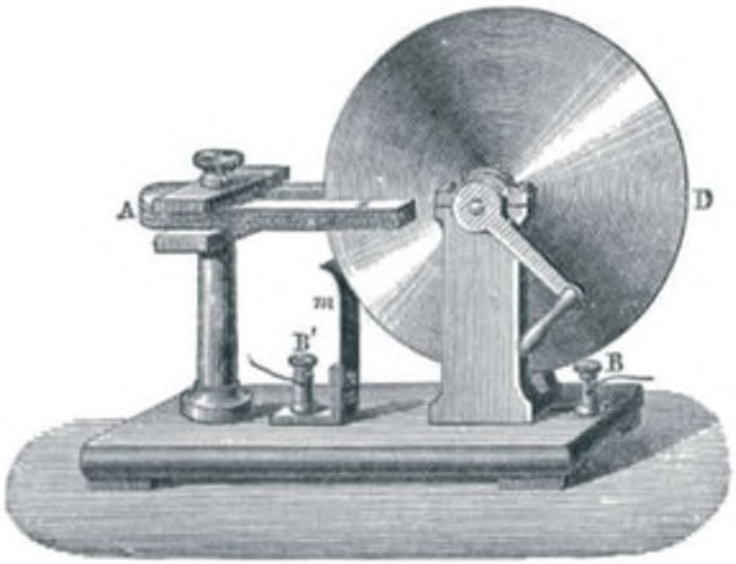


Sl. 6.: Elektromagnetska indukcija



Sl. 7.: Elektromagnetska rotacija

Razvoj znanosti o elektricitetu u teoriji i praksi, u Europi i u SAD-u, poprimio je razmjere koji će uskoro korjenito početi mijenjati život i navike društva XIX. stoljeća, koje je u godinama Faradayevih otkrića još uvijek jednom nogom bilo u feudalizmu.



Sl. 8.: Faradayev disk

3.2. Elektromagnet i transformator

Nedugo nakon Faradayeva otkrića i neovisno o njemu, međuindukciju je otkrio i američki znanstvenik Joseph Henry (1797. – 1878.). Radeći na razvoju i primjeni elektromagneta, 1831. izumio je preteču kućnog zvonca napajanog žicom na daljinu, 1833. opisao je transformator na principu međuindukcije, a 1835. izumio je električni relej.

Tad još nije bio svjestan da je transformator jedan od osnovnih preduvjeta za početak razvoja izmjeničnih električnih mreža, koje će zauvijek promijeniti svijet kakav su ljudi dotad poznavali.

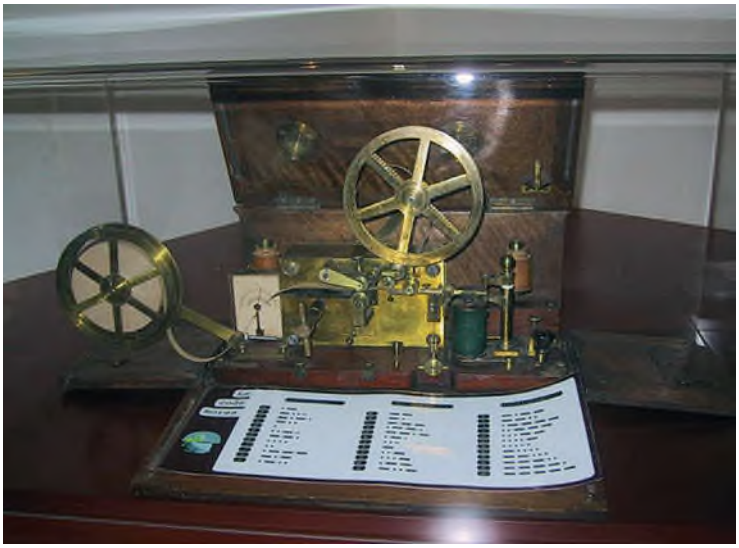
Voltin stup i njegove inačice te istosmjerna struja još su tijekom većeg dijela XIX. stoljeća bili jedini izvor električne energije, sve do izuma prvog generatora (dinamo-stroj) 1870-ih.

3.3. Telegraf – elektricitet je spojio kontinente

Najbrže slanje i razmjena poruka početkom XIX. stoljeća bilo je putem pošte, organizirane kao jedinstvena državna služba. Valja napomenuti da je prva poštanska marka, kao potvrda o plaćenoj poštarini, bila britanska Penny Black, izdana 6. svibnja 1840. Međutim, koliko god su poštanske usluge bile organizirane, poruka poslana u obliku pisma, iako za primatelja nova, često je puta već postala povijest s obzirom na vrijeme potrebno od trenutka predaje u poštanskom uredu do trenutka prispijeća na naslovljenu adresu. Pogotovo je dugotrajno bilo putovanje pošte brodom u prekomorske zemlje. Pismo je iz Europe u Sjevernu Ameriku putovalo u najboljem slučaju deset dana, no zimske oluje često su izazivale višetjedno kašnjenje brodova.

Radovi Josepha Henryja i pokusi s elektromagnetima i električnim relejima postali su osnova epohalnog izuma prvog u praksi primjenjivog telegrafa, što je ujedno bila i prva praktična primjena elektromagnetske indukcije.

Prvi komercijalni telegraf razvili su i u svibnju 1837. patentirali engleski izumitelj William Fothergill Cooke (1806. – 1879.) i engleski znanstvenik Sir Charles Wheatstone (1802. – 1875.), slika 9. Bio je to višežični, tzv. iglični telegraf, koji se u najnaprednijoj, jednoigličnoj inačici zadržao u uporabi do 1930-ih godina. Prva primjena njihova telegrafa bila je na željeznici, u funkciji signalizacije, a ubrzo i u funkciji razmjene informacija. U kratkom roku telegraf je postao vrlo popularno sredstvo komunikacija. Prva komercijalna linija, ujedno prvi komercijalni telegraf u svijetu, instalirana je duž 21 km pruge između Paddingtona i West Draytona 1838. godine. Kabeli su bili položeni podzemno, kroz čelične cijevi. S obzirom na rane početke proizvodnje kabela, posebno izolacije, bilo je dosta kvarova. U kasnijim instalacijama korišteni su nadzemni telegrafski vodovi zavješeni na keramičkim izolatorima na drvenim stupovima, što je postao uobičajen način izvedbe telegrafskih mreža. Uskoro su, osim željeznice, telegrafske usluge postale dostupne i širokoj javnosti. Telegraf je, padom cijene usluga, postao popularno sredstvo komunikacija. Mnogi su dolazili u telegrafske urede poslati brzojav samo da vide to novo čudo tehnike. Do kraja XIX. stoljeća u Britaniji je u uporabi bilo oko 15 000 jednoigličnih telegrafskih aparata.



Sl. 9.: Cooke-Wheatstoneov telegraf



Sl. 10.: Morseov telegraf

Prvu telegrafsku liniju duž prve njemačke željezničke pruge instalirao je 1835. godine njemački fizičar i izumitelj Carl August von Steinheil (1801. – 1870.). Rad na švicarskoj telegrafskoj mreži počeo je 1851. godine.

Učinkovitiju inačicu telegrafa za prijenos signala na dugim linijama, korištenjem jedne žice, konstruirao je 1835. američki slikar i izumitelj Samuel Finley Breese Morse (1791. – 1872.), slika 10. Telegrafske linije izvodile su se kao nadzemne, sa žicama zavješenim na porculanske izolatore na drvenim stupovima, prateći uglavnom trase željezničkih pruga. Prva, eksperimentalna linija između Washingtona DC i Baltimorea, duga 61 km, službeno je puštena u rad 24. svibnja 1844. porukom koja je sadržavala citat iz Biblije: *What hath God wrought* (Što radi Bog, Biblija, Brojevi 23:23, Kršćanska sadašnjost, 1996.). Patent za svoj izum dobio je 1847. godine.

Telegrafske su linije intenzivnom izgradnjom ubrzo premrežile SAD i do 1850. izgrađeno ih je više od 20 000 km. Uskoro se telegrafska mreža počela širiti i kontinentalnom Europom, gdje je Morseov telegraf postao standard 1851. godine. U Velikoj Britaniji zadržao se Cooke-Wheatstoneov telegraf, a kao međunarodni standard prihvaćen je 1865. uz modificirani Morseov kod razvijen u Njemačkoj. Svoj je sustav Morse predstavio 1858. u Portoriku, odakle se počeo širiti Južnom Amerikom. Morseov telegraf ubrzo je, uz Morseov kod, ušao u uporabu i u vojne svrhe.

Prva telegrafska veza između Britanije i kontinentalne Europe, Londona i Pariza, podmorskim kabelom između Dovera i Calaisa, uspostavljena je 1850. godine. Ta je veza omogućila 1855. izgradnju telegrafske linije između Londona i Balaklave na Krimu, putem koje su u Velikoj Britaniji praćena ratna zbivanja u Krimskom ratu.

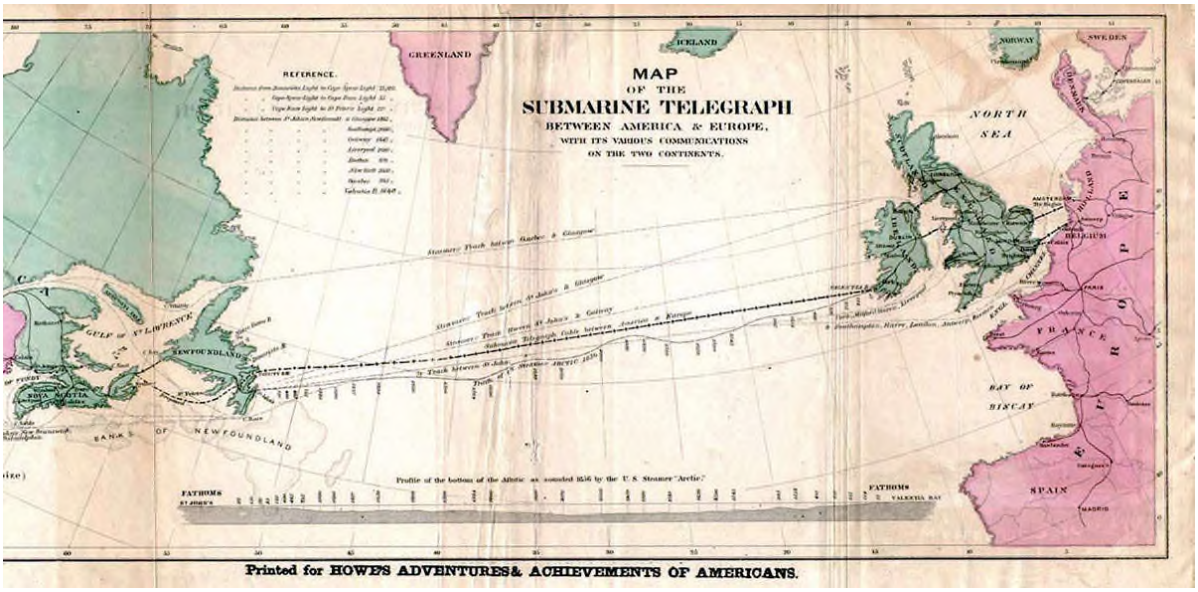
Ubrzo se počelo razmišljati o povezivanju Europe i Sjeverne Amerike podmorskim telegrafskim kabelom. Ideju je 1854. predstavio američki poslovni čovjek i

financijer Cyrus West Field (1819. – 1892.). U realizaciji tog složenog projekta pridružio mu se kanadski izumitelj Frederic Newton Gisborne (1824. – 1892.). Najprije je trebalo odrediti najpovoljniju podmorsku trasu, što je povjereno mornarici SAD-a. Nakon provedenih istraživanja i kartografiranja dna Atlantskog oceana, pristupilo se polaganju podmorskog transatlantskog telegrafskog kabela, na trasi duljine 4650 km, između zaljeva Foilhommerum na otoku Valentiji u zapadnoj Irskoj i Heart's Contenta u zaljevu Trinity kanadskog otoka Newfoundlanda.

Interesantna je bila konstrukcija tog, jednog od prvih podmorskih kabela: imao je sedam žila promjera manjeg od 1 mm. Izolacija se sastojala od triju slojeva gutaperke, gume slične kaučuku (dobiva se iz soka drveta Palaquium-gutta iz roda Sapotaceae), jednog sloja užeta i spiralnog sloja čelične žice koji je zabrtvljen katranom i crnom smolom. Kabel je ispitan Voltinim stupom sastavljenim od 500 elemenata. Zanimljivo je spomenuti da je u ispitivanju kabela sudjelovao i Michael Faraday.

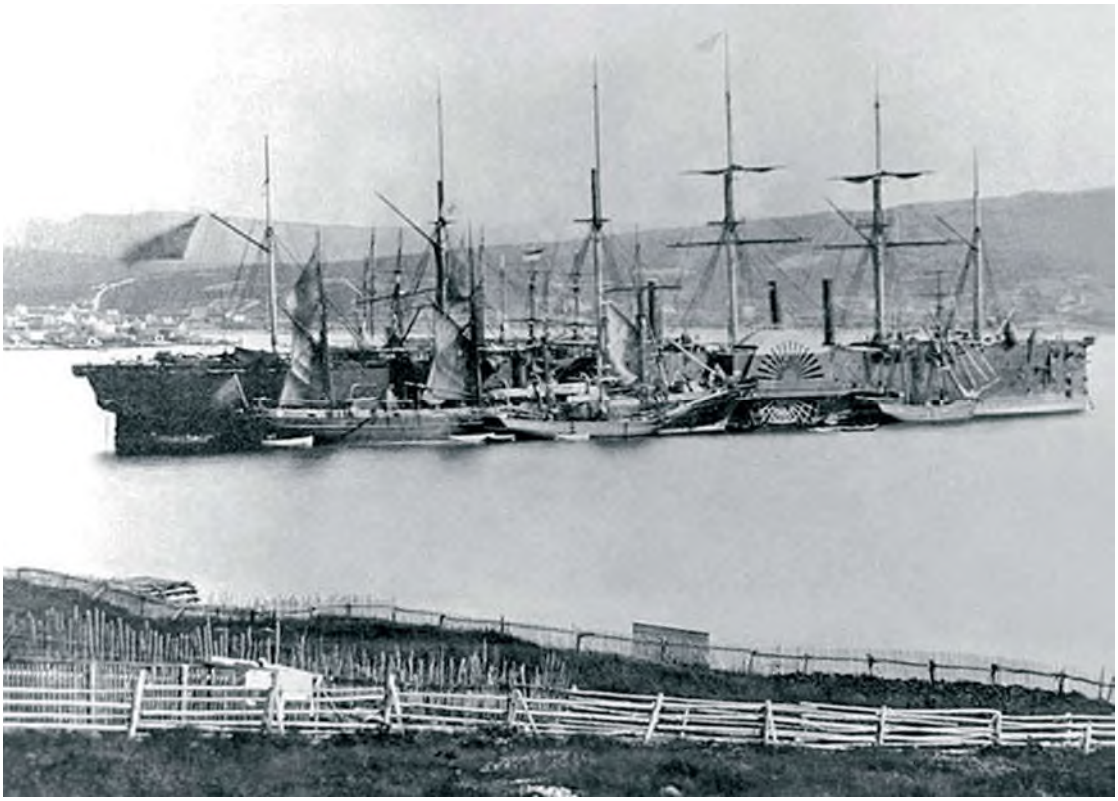
Polaganje kabela počelo je 7. kolovoza 1857. s engleskog ratnog broda Agamemnon, počevši od irskog otoka Valentije. Nažalost, već 17. kolovoza došlo je do prekida kabela i cijeli je projekt odgođen za godinu dana. U drugom pokušaju sudjelovala su dva broda: engleskom Agamemnonu pridružio se američki ratni brod Niagara. Svaki brod nosio je polovinu duljine kabela. Sastali su se negdje na pola puta, kabeli su spojeni i 28. lipnja 1858. svaki je brod krenuo u suprotnom smjeru. Međutim, i taj put se, nakon prijeđenih 230 km, prekinuo kabel na Agamemnonu i brodovi su se vratili u luku Queenstown na Newfoundlandu. Ali, nije se odustajalo. Već 28. srpnja ponovljen je isti scenarij, brodovi su krenuli u suprotnim smjerovima i do 5. kolovoza položeno je 3240 km kabela. Agamemnon se usidrio u Doulusu kod otoka Valentije, a Niagara u Trinityju, Newfoundland. Istog je dana u 14:45 poslana prva transatlantska telegrafska poruka s Agamemnona na Niagaru da je kabel izvučen na kopno! Prvu interkontinentalnu poruku poslala je 16. kolovoza 1858. engleska kraljica Viktorija (1819. – 1901.), predsjedniku SAD-a Jamesu Buchananu Jr. (1791. – 1868.). Slanje poruke od 98 riječi trajalo je oko 17 sati. Odgovor američkog predsjednika imao je 149 riječi i za njegovo je slanje bilo potrebno oko deset sati. Unatoč slabim signalima na granici uporabljivosti, bio je to epohalan uspjeh, elektricitet je spojio kontinente! Na objema su stranama organizirane velike proslave.

Velik korak u komunikacijskom povezivanju svijeta priveden je kraju. Međutim, prvi transatlantski telegrafski kabel, slika 11., bio je u funkciji samo tri tjedna! Pokušavajući poboljšati brzinu i kvalitetu signala, povišen je napon na kabelu te je došlo do njegova uništenja. Jedina veza između Europe i Amerike ponovno su bili samo brodovi. Brzo uništenje kabela uzdrmalo je interes i povjerenje javnosti u novu tehniku te dovelo do odgode ponovne uspostave transatlantske veze. Čak su se pojavile i sumnje da je kabel ikad položen! (Sjetimo se današnjih teorija zavjere, npr. vezano uz spuštanje čovjeka na Mjesec!)



Sl. 11.: Transatlantska trasa kabela položenog 1858. godine

Sljedeći je pokušaj West Field izveo 1865. godine. Za polaganje kabela korišten je tad najveći brod na svijetu Great Eastern, slika 12., dovoljne nosivosti za cijeli kabel. No, nakon položenih 1900 km, kabel se prekinuo i potonuo. Nije bilo predaje i novi kabel položen je 1866., taj put uspješno, i pušten je u uporabu 28. srpnja te godine. Kabel prekinut 1865. pronađen je i položen



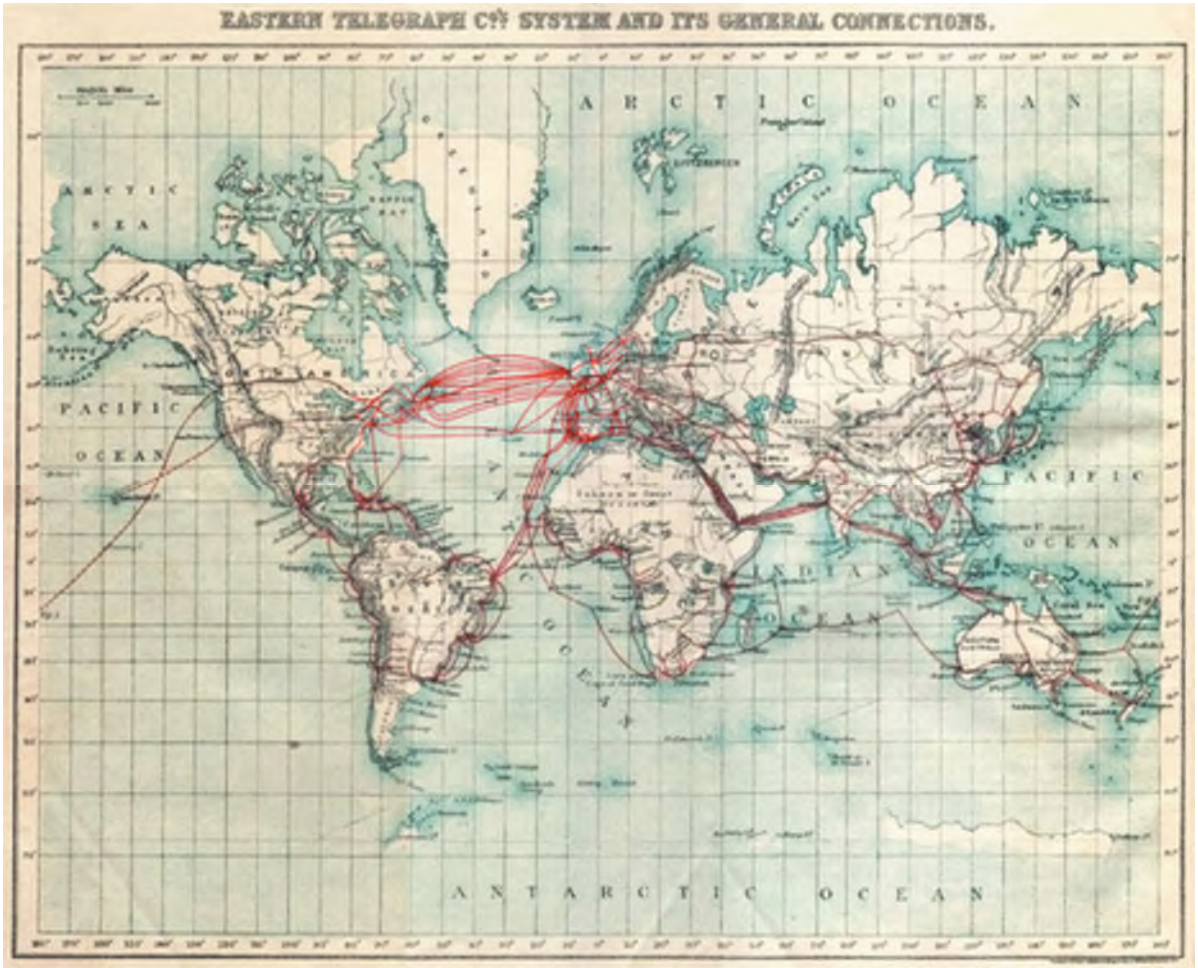
Sl. 12.: Brod Great Eastern u Heart's Contentu

te su na taj način u funkciju stavljena dva kabela. Transatlantska veza konačno je uspješno, kvalitetno i trajno uspostavljena. Počelo je doba komunikacija, nezamislivo samo nekoliko desetljeća prije, kad se najbrži prijenos poruka kopnom odvijao poštanskim kočijama i zatim željeznicom, a prekomorski brodovima. Zemljopisne barijere premoštene su i svijet je postao manji.

Kad govorimo o razvoju telegrafa, ne smijemo zaboraviti hrvatskog izumitelja i stručnog pisca Ferdinanda Kovačevića (1838. – 1913.), koji je 12. veljače 1876. u Beču prijavio prvi hrvatski patent pod brojem 4353, dupleksnu i kvadripleksnu vezu. Tim izumom bilo je moguće istodobno slanje dvaju ili četiriju brzojava jednom žicom, čime je unaprijedio Morseov izum, a dupleksna i kvadrodupleksna komunikacija uspostavljena je 1870. godine.

Do kraja XIX. stoljeća Europu i Sjevernu Ameriku povezivala je telegrafska mreža britanskih, francuskih, njemačkih i američkih kabela, slika 13.

Velik je pothvat bila kopnena telegrafska linija između Velike Britanije i tadašnje kolonije Indije, između Londona i Calcutte, u duljini od 11 000 km, uspostavljena 1866. godine. Zbog male pouzdanosti kopnene veze (politički



Sl. 13.: Mreža podmorskih kabela Eastern Telegrapha 1901. godine

nemiri, krađe, razbojništva i sl.), 1870. godine položen je podmorski kabel. Australija je povezana s ostatkom svijeta podmorskim kabelom 1872. godine.

Podmorski telegrafski kabeli sve su više i brže povezivali kontinente, tehnologija izolacije i konstrukcije kabela bila je sve naprednija, a 1896. u svijetu je na njihovu polaganju bilo angažirano trideset brodova polagača.

Bez obzira na početne teškoće vezane prije svega uz razvoj brzine prijenosa poruka i svladavanje problema gušenja u mreži, tehnologiju izrade kabela i njihovu izolaciju, ali i probleme održavanja te česta oštećenja od strane kradljivaca žice, zbog svoje popularnosti i učinkovitosti u brzini razmjene poruka razvoj telegrafije tekao je munjevito. Tridesetak godina nakon izgradnje prvih linija, oko 1875., u svijetu je telegrafskom mrežom bilo povezano više od 20 000 gradova i naselja. Telegraf je smanjio udaljenosti i povezao svijet na dotad nezamisliv način. Usavršavanjem sustava, za razmjenu informacija trebalo je minimalno vrijeme, povećana je sigurnost željezničkog prometa, novine su donosile svježe vijesti, a informiranost javnosti postala je bolja nego ikad prije. Sve je to utjecalo na razvoj trgovine i industrije, politička zbivanja, vojsku i društvo u cjelini. Telegraf se, s obzirom na navedeno, smatra jednim od najvećih izuma XIX. stoljeća. Međutim, komunikacije još nisu doprle u obiteljske domove (osim iznimno bogatih), nego su se odvijale između telegrafskih postaja.

3.4. Telefon – elektricitet je spojio domove

Razvojem telegrafskih mreža i telegrafskih uređaja za prijenos signala, koji su se uglavnom koristili u poštanskim uredima, na željezničkim postajama, u vladinim uredima, burzama, velikim poduzećima, novinarskim redakcijama te za vojne potrebe, pojavila se i ideja telegrafskog prijenosa zvuka. Na tome su, korištenjem saznanja o elektromagnetskoj indukciji i iskustava s telegrafom, istodobno i neovisno radili mnogi znanstvenici, poduzetnici i izumitelji tog vremena, no zasluga za epohalni izum indukcijskog telefona pripala je američkom izumitelju škotskog podrijetla Alexanderu Grahamu Bellu (1847. – 1922.), koji ga je konstruirao 1875. godine. Ideja telefona rodila se već ranijih godina, ali tek je Bellov stekao široku primjenu i, za razliku od telegrafa, omogućio razgovore iz javnih govornica, poduzeća i ustanova te privatnih domova. Uz Bella, telefon je razvijao i Siemens, a švedski izumitelj i poduzetnik Lars Magnus Ericsson (1846. – 1926.), godine 1878. usavršio ga je i izradio bolju i jeftiniju inačicu, slika 14.

Prvi telefoni, "uređaji za telegrafski prijenos zvuka", koristili su jednu žicu za predaju i prijam zvuka, uz zemlju kao povratni vod, tehnologiju dokazanu u telegrafskim sustavima. Imali su samo jednu slušalicu/mikrofon za slušanje i govor. Intenzivnim razvojem telefon je uskoro dobio zvono te odvojeni



Sl. 14.: Švedski telefon iz 1896.

mikrofon i slušalicu. Velik je napredak u kvaliteti zvuka bio ugljeni mikrofon koji je 1877./1888. izumio Thomas Alva Edison.

Izumom i razvojem telefonskih centrala, prema ideji mađarskog inženjera Tivadara Puskása (1844. – 1893.), od 1876. telefon je postao dostupan za široku primjenu ne samo u službenim postajama i uredima nego i u privatnim domovima. Prva telefonska centrala u svijetu puštena je u promet 21. veljače 1878. u New Havenu, SAD. U Europi je prva telefonska centrala puštena u promet 1881. u Berlinu, Njemačka. Brz razvoj tehnologije omogućio je 1892. puštanje u promet i prve automatske telefonske centrale u La Porteu, SAD.

Od prvobitno jednosmjernih veza i kompliciranih centrala malih kapaciteta, razvoj tehnologije omogućio je do kraja XIX. stoljeća dvosmjernu međusobnu komunikaciju svih pretplatnika priključenih na pojedinu centralu. Telefonske mreže ubrzo su prekrile kontinente.

Prva telefonska linija u Hrvatskoj puštena je u promet u Zagrebu 1881. između Građevinskog ureda Gradskog poglavarstva i vodovodne strojarnice u duljini od 3,5 km, a prva telefonska centrala s ručnim prespajanjem 1887. godine. Na javna mjesta postavljane su telefonske govornice, čime su telefonske usluge postale dostupne svima. Prva telefonska govornica u Hrvatskoj postavljena je u Zagrebu, na zgradi Željezničkog kolodvora 1889. godine.

Izum i razvoj telefonskih mreža omogućili su ulazak komunikacija u privatne domove, zbližavanje ljudi i razmjenu informacija kakvi dotad nisu bili zamislivi, bez potrebe svladavanja udaljenosti.

3.5. Bežični prijenos signala

Paralelno s razvojem telegrafije tekla su istraživanja na području bežičnog širenja elektromagnetskih valova, koja su postavila temelje radiotehnike. Već je Faraday postavio tezu o širenju elektromagnetskih sila praznim prostorom oko vodiča, odnosno rani prikaz električnog i magnetskog polja. Iako odbačena od njegovih suvremenika, ta teorija postala je temelj razvoja elektromehaničkih uređaja do kraja XIX. stoljeća.Više od 30 godina nakon Faradayeva otkrića elektromagnetske indukcije, 1865. godine, škotski matematičar i fizičar James Clark Maxwell (1831. – 1879.), matematički je dokazao teoriju kontinuiteta električnog i magnetskog polja, opisujući ga međusobno ovisnim matematičkim izrazima, poznatim kao Maxwellove jednadžbe. Time je postavio temelje teorije elektromagnetskog polja i njegove valne prirode uz širenje brzinom svjetlosti. Postalo je samo pitanje vremena do njezine praktične primjene. Maxwellove jednadžbe, nakon Newtonovih zakona, smatraju se drugim najznačajnijim zakonom fizike, a Maxwella se, uz Newtona i Einsteina, smatra jednim od trojice najvećih znanstvenika na području fizike.

Unatoč mnogim neovisnim istraživanjima, trebale su proći još 33 godine do eksperimentalnog dokaza Maxwellovih jednadžbi odnosno postojanja elektromagnetskih valova, što je 1888. uspjelo njemačkom fizičaru profesoru Heinrichu Rudolfu Hertzu (1857. – 1894.). Proveo je niz eksperimenata s prijenosom elektromagnetskih valova na daljinu, nazvanim Hertzovi valovi (poslije, oko 1910. nazvani radiovalovi), slika 15. Otkrićem mogućnosti širenja elektromagnetskih valova zrakom te njihove refleksije, loma i polarizacije poput svjetlosti, postavljeni su temelji razvoja bežične telegrafije, telefonije i radiotehnike.



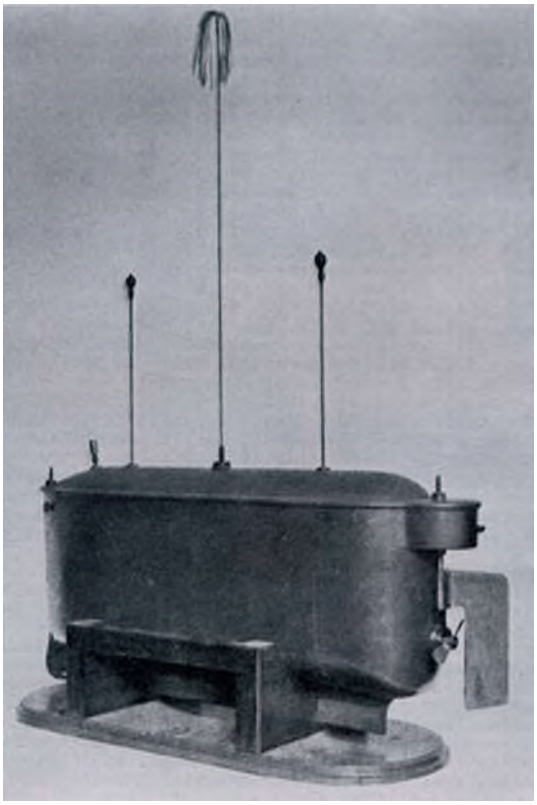
Slika 15. Hertzova antena za prijam radiovalova

Do moguće praktične primjene elektromagnetskih valova u bežičnom prijenosu signala prošlo je još osam godina, točnije do 1896., kad je ruski fizičar Aleksandar Stepanovič Popov (1859. – 1906.), demonstrirao primjenu Hertzovih valova (radiovalova) za prijenos poruka na daljinu. Bežični prijenos signala na velike udaljenosti patentirali su 1897. hrvatsko-američki izumitelj i vizionar Nikola Tesla i talijanski fizičar i inženjer Guglielmo Marconi (1874. – 1937.), slika 16. Širom su otvorena vrata daljnjem razvoju radiotehnike, te je uskoro, praktički na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće, točnije 1901. godine, Marconi uspio uspostaviti prvi prijenos radiosignala preko Atlantika.

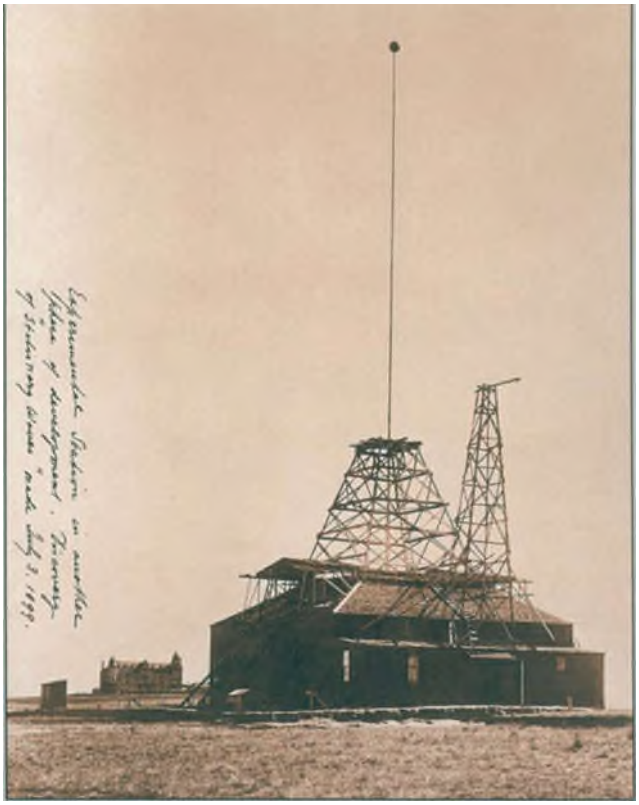


Sl. 16.: Marconi s prijamnikom i predajnikom

Nikola Tesla imao je, uz prijenos signala za potrebe komunikacija, i genijalnu zamisao bežičnog daljinskog upravljanja te bežičnog prijenosa električne energije. Te je teze postavio još 1893. godine, 1897. prijavio, a 1900. dobio patent za bežični prijenos signala i energije. Na izložbi u Madison Square Gardenu 1898. godine demonstrirao je svoj izum bežičnog daljinskog upravljanja modelom broda na jezeru, slika 17., što je bio prvi praktični primjer primjene daljinskog upravljanja u praktične svrhe. Izum je Tesla ponudio mornarici SAD-a za daljinski upravljan torpedo, no nije naišao na interes. Bežični prijenos energije primjenom vrlo visokih napona reda megavolta pokušao je ostvariti izgradnjom velikog primopredajnika u Colorado Springsu, slika 18., te 1904. izgradnjom snažnijeg predajnika Wardenclyffe na Long Islandu, slika 19. Ta ideja do naših dana nije ostvarena.



Sl. 17.: Teslin brod na daljinsko upravljanje



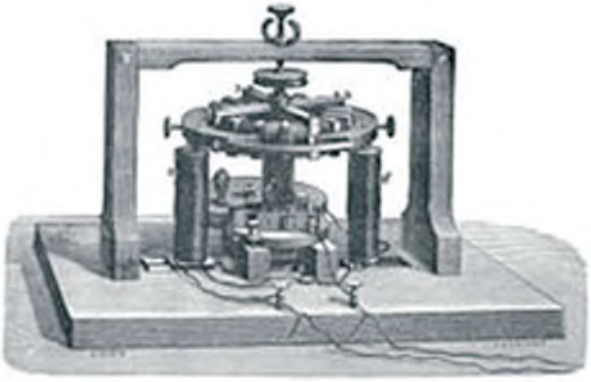
Sl. 18. Teslin predajnik u Colorado Springsu



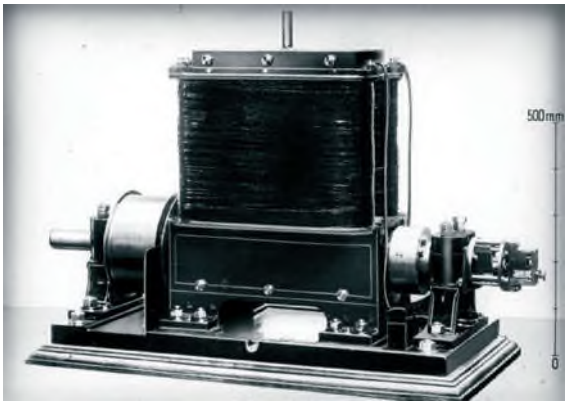
Sl. 19.: Teslin predajnik Wardenclyffe, 1904.

3.5. Generator i električne mreže – prvi trajni izvor električne struje

Revolucionarni, suvremenoj javnosti nezamisliv zamah daljnjem razvoju elektrotehnike i korištenju električne energije, u industriji i u svakodnevnom životu, dao je izum istosmjernog generatora (dinamo-stroj). Njegov razvoj počeo je još 1832., kad je francuski izumitelj Hippolyte Pixii (1808. – 1835.) konstruirao preteču prvog izmjeničnog generatora na principu elektromagnetske indukcije, ali imao je niz nedostataka za komercijalnu uporabu. Gotovo 30 godina poslije, 1860., talijanski fizičar Antonio Pacinotti (1841. – 1912.), izumio je poboljšanu inačicu istosmjernog generatora ili dinamo-stroja, slika 20. Otkrio je i da se taj stroj može koristiti kao motor.



Sl. 20.: Pacinottijev dinamo iz 1860.



Sl. 21.: Siemensov dinamo iz 1868.

Na razvoju istosmjernog motora i dinamo-stroja radio je još od 1827. i mađarski izumitelj Ányos István Jedlik (1800. – 1895.). Samouzbudni dinamo-stroj opisao je 1861., nekoliko godina prije Siemensa. Moderni dinamo-stroj primjenjiv u industriji razvili su i patentirali neovisno jedan o drugom: 1866. engleski elektroinženjer Samuel Alfred Varley (1832. – 1921.); iduće godine njemački izumitelj i industrijalac Ernst Werner von Siemens (1816. – 1892.) (slika 21.), i iste godine engleski znanstvenik i izumitelj Sir Charles Wheatstone (1802. – 1875.).

Dinamo-stroj uskoro je našao široku primjenu u industriji i javnom životu. Siemens je već 1870. koristio dinamo-stroj za napajanje električnih elektrolučnih peći (izuma koji se temelji na radovima Davyja te poslije mnogih drugih). Belgijski elektroinženjer Zénobe Théophile Gramme (1826. – 1901.), temeljem spomenutog Pacinottijeva dinamo-stroja, konstruirao je i 1871. predstavio u Parizu jedan od prvih generatora za komercijalnu proizvodnju električne energije i korištenje u industrijske svrhe, slika 22. Američki inženjer i izumitelj Charles Francis Brush (1849. – 1929.), konstruirao je 1876. poboljšanu inačicu Grammeova dinamo-stroja.



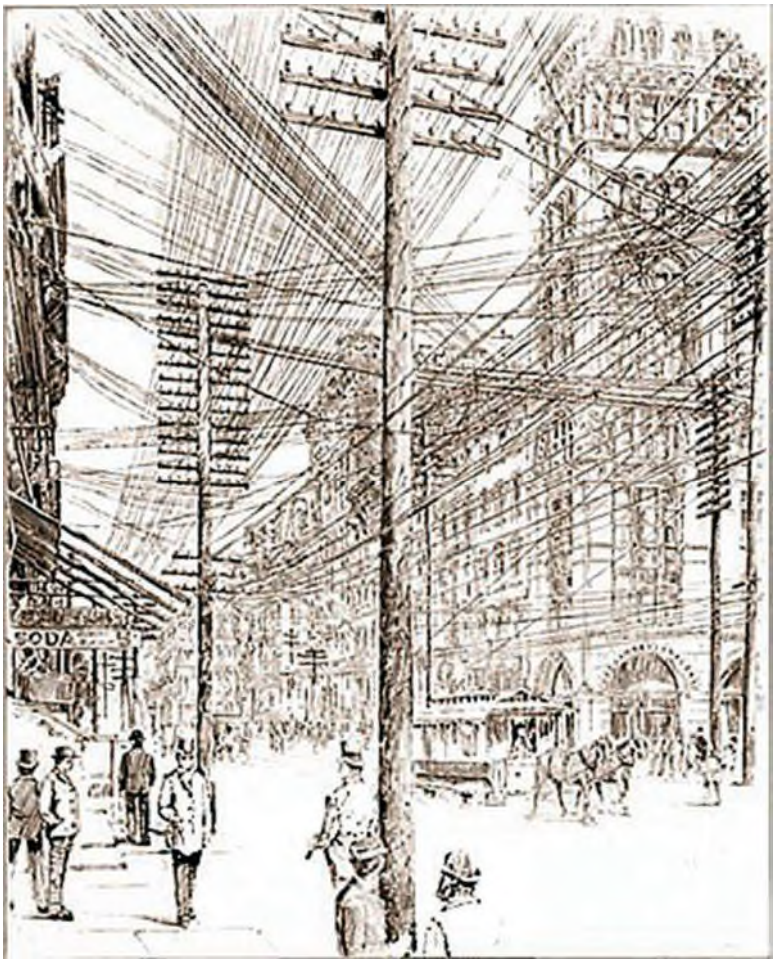
Sl. 22.: Mali Grammeov dinamo-stroj



Sl. 23.: Elektrana u Pearl Streetu, New York

Istosmjerni dinamo-stroj postao je izvor energije za napajanje prvih elektroenergetskih sustava za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, te je zahvaljujući njegovu razvoju, uz pogon parnim strojem, uskoro počela izgradnja prvih električnih mreža. Jedan od najvećih izumitelja s kraja XIX. stoljeća američki poslovni čovjek Thomas Alva Edison (1847. – 1931.), razvio je i 1880. patentirao sustav proizvodnje i distribucije električne energije zasnovan na dinamo-stroju. Električne mreže tog doba služile su u prvom redu za napajanje javne rasvjete i rasvjete zgrada te ranu elektrifikaciju industrijskih pogona. Prvu električnu centralu Edison je izgradio u Pearl Streetu u New Yorku, slika 23., a sastojala se od šest istosmjernih generatora koji su napajali 1200 žarulja od 60 cd, što je odgovaralo ukupnoj snazi od 300 kW. Godine 1882. osnovao je prvu elektrodistribuciju s 59 korisnika na istosmjernom naponu od 110 V, slika 24.

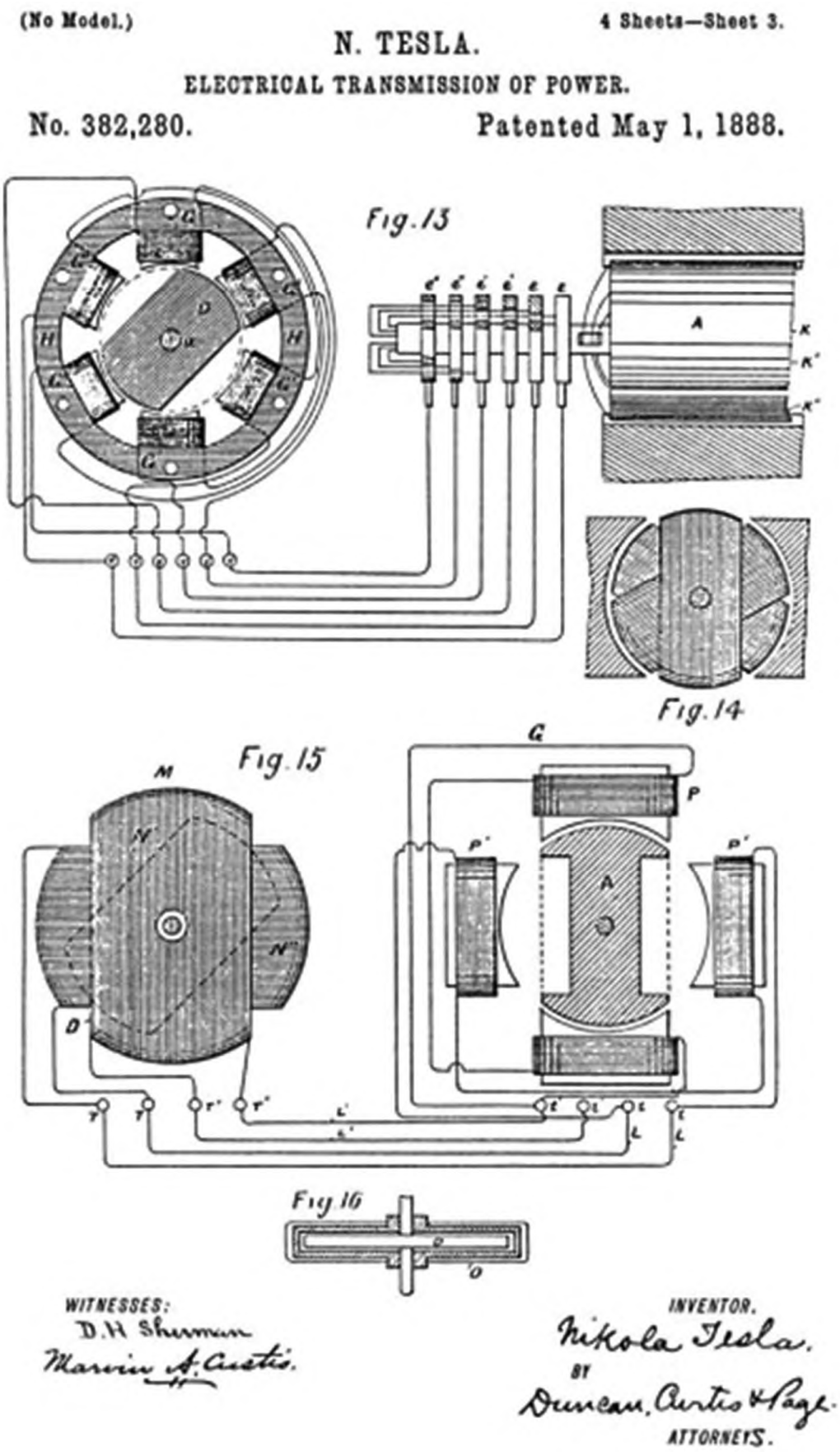
Edisonov istosmjerni sustav niskonaponske mreže, koji je omogućio sve masovnije korištenje električne energije u svakodnevnom životu, pokazao se uskoro neekonomičnim. Jedna elektrana mogla je opskrbljivati potrošače na kratkim udaljenostima, do duljine vodova od dva do tri kilometra, što je bilo ekonomično samo uz veliku gustoću potrošača na malom prostoru u velikim



Sl. 24.: Ulice New Yorka oko 1890. godine

gradovima. Pritom je u jednom velikom gradu bilo potrebno izgraditi niz elektrana s radijusom opskrbe do tri kilometra. Manja mjesta taj si sustav nisu mogla priuštiti.

Istodobno s razvojem istosmjernih mreža pojavile su se kompanije koje su promovirale novi, jednofazni i/ili višefazni izmjenični sustav. Jedan je od najzaslužnijih za razvoj i primjenu izmjenične struje Nikola Tesla. Još 1875., tijekom studija u Grazu, upoznao se s Grammeovim istosmjernim dinamo-strojem te je došao na ideju za njegovo korištenje u izmjeničnom sustavu, no tada je još nije mogao razviti. Mogućnošću primjene višefaznih izmjeničnih struja za proizvodnju okretnog magnetskog polja za pokretanje i vrtnju elektromotora bavio se već tijekom boravka i rada u Budimpešti, a prvi indukcijski motor konstruirao je 1883. kao zaposlenik firme Société Electrique Edison u Strassbourgu. Nakon imigracije u SAD 1884. godine, u svojim patentima eksperimentalno je pokazao nekoliko višefaznih sustava prijenosa električne energije. Indukcijski motor pokretan okretnim magnetskim poljem generiranim višefaznim izmjeničnim strujama razvio je 1887., a patentirao 1888. godine. Iste je godine registrirao patent prijenosa električne energije pod brojem 382.280, slika 25., u


(No Model.) 4 Sheets—Sheet 3.

N. TESLA.

ELECTRICAL TRANSMISSION OF POWER.

No. 382,280. Patented May 1, 1888.

Fig. 13

Fig. 14

Fig. 15

Fig 16

WITNESSES:
D.H Sherman
Marvin A. Curtis.

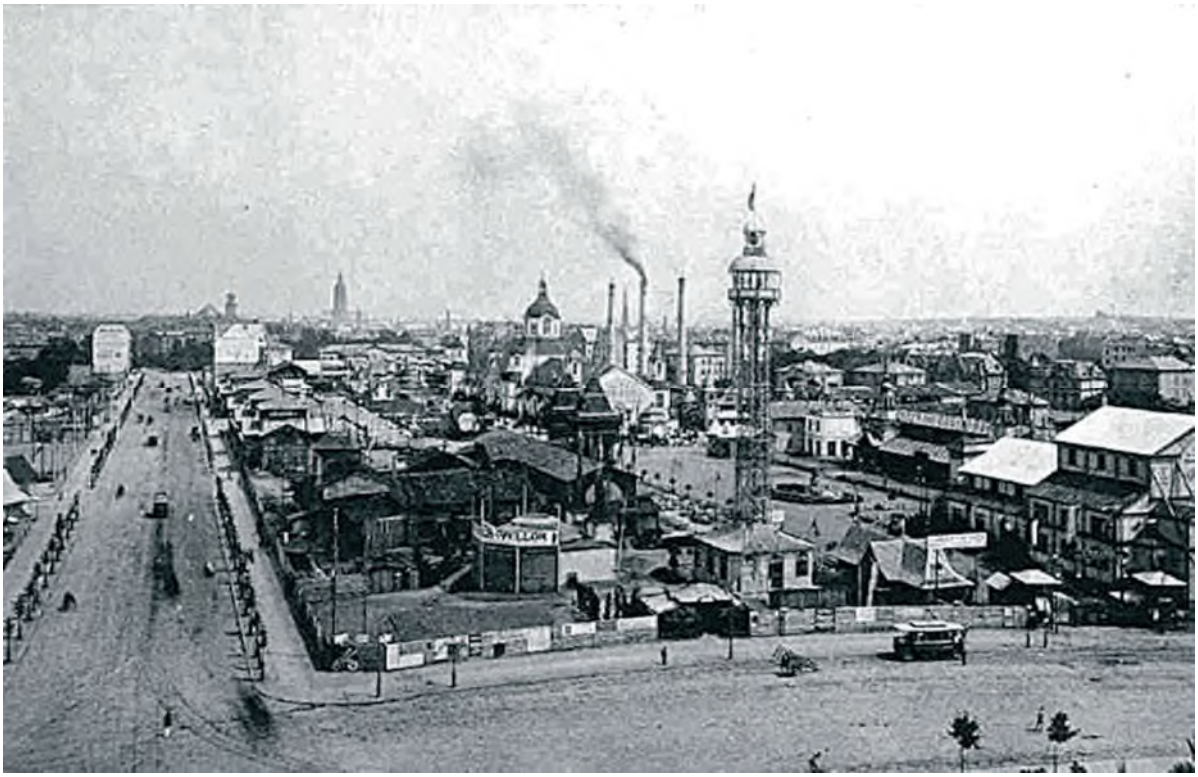
INVENTOR.
Nikola Tesla.
BY
Duncan, Curtis & Page.
ATTORNEYS.

Sl. 25.: Teslin patent br. 382.280

kojem daje prikaz napajanja elektromotora dvofaznom izmjeničnom strujom putem četiriju vodiča iz udaljenog sinkronog generatora. To je ujedno bio prikaz prvog višefaznog prijenosnog sustava.

Tesline je patente 1888. otkupila kompanija George Washington, čime je došao u sukob s Edisonom i njegovim istosmjernim sustavom. Razvoj transformatora u Europi i SAD-u u razdoblju poslije 1885. omogućio je prijenos električne energije i opskrbu potrošača izmjeničnim naponom na velikim udaljenostima. Počeo je intenzivan razvoj uređaja i sustava izmjeničnog prijenosa električne energije, koja je postala svima dostupna.

Presudan događaj u daljnjem razvoju izmjeničnih mreža bila je Međunarodna elektrotehnička izložba u Frankfurtu na Majni, Njemačka, gdje je počela druga industrijska revolucija, slika 26. Revolucija koja će rezultirati korjenitim društvenim promjenama, slično onima sto godina prije, izumom parnog stroja. Kao glavni događaj izložbe, 24. kolovoza 1891. pušten je u rad prvi komercijalni trofazni prijenos električne energije s naponom od 25 kV te nadzemnim vodom duljine 175 km između elektrane u Lauffenu na rijeci Neckaru i Frankfurta, slika 27., kojim je napajana električna instalacija izložbe, a poslije administrativno središte Heilbronn, koji je postao prvi grad u svijetu s opskrbom električnom energijom iz udaljenog izvora. Projekt je razvio njemački inženjer Oscar von Miller (1855. – 1934.), a projektirao jedan od izumitelja trofaznog izmjeničnog sustava poljsko-ruski inženjer i izumitelj Mihail



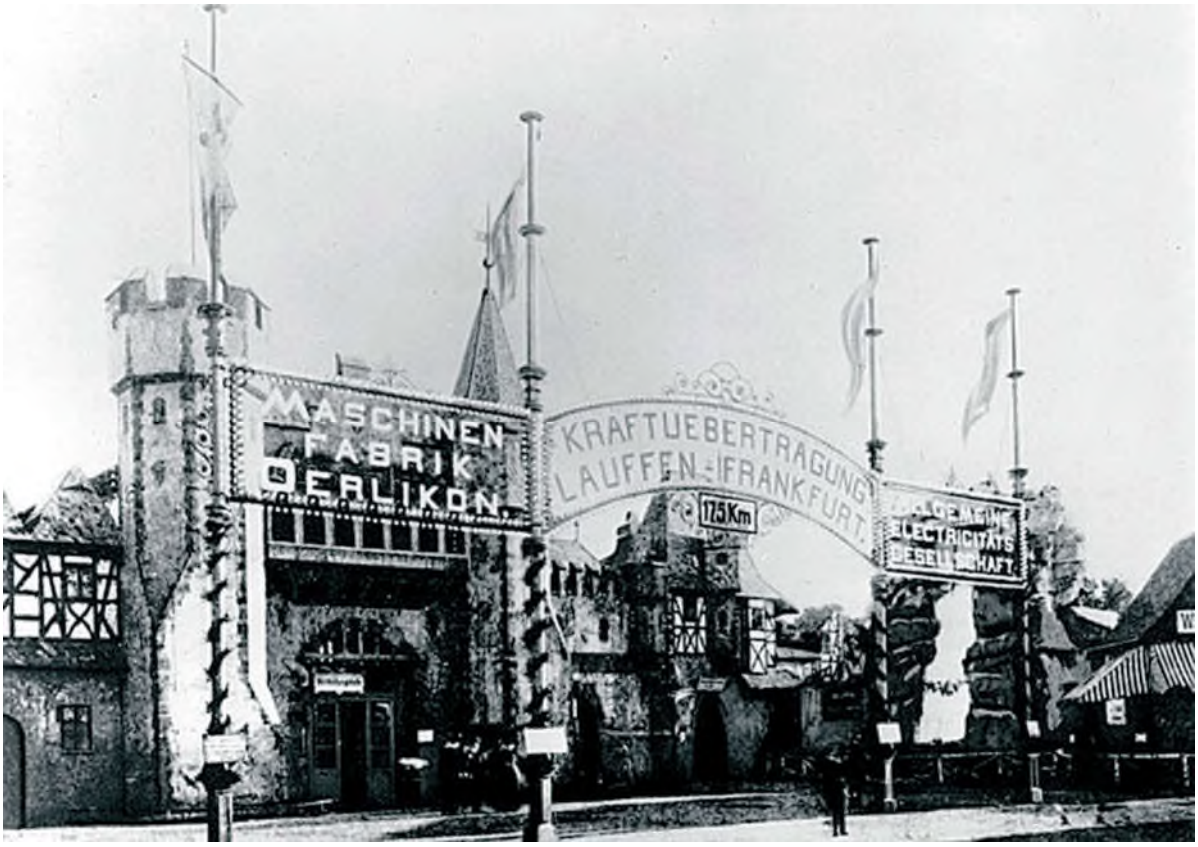
Sl. 26.: Elektrotehnička izložba u Frankfurtu (1891.)



Sl. 27.: Prvi trofazni prijenos Lauffen – Frankfurt (1891.)

Dolivo-Dobrovolsky (1862. – 1919.). Efikasnost demonstriranog trofaznog prijenosa električne energije od 75 % od turbine do potrošača označila je početak kraja "rata struja" i zauvijek otklonila dileme oko najekonomičnijeg sustava. Ulaz na izložbu, slika 28., bio je rasvijetljen s 1000 žarulja uz dodatnu atrakciju umjetnog vodopada pokretanog pumpom s izmjeničnim motorom. Golem interes za novu čudesnu tehnologiju pokazuje i broj od oko 1 200 000 posjetitelja iz cijelog svijeta, uz visoku cijenu ulaznice koja je iznosila tadašnjih 15 njemačkih maraka.

Kompanija Westinghouse EC predstavila je na Svjetskoj izložbi u Chicagu 1893. godine Tesline izume na području višefaznih struja i elektrolučne rasvjete. Osvijetlila je izložbu izmjeničnom strujom, čime je "rat struja" konačno završio, s obzirom na to da je na izložbi prikazana efikasnost, ekonomičnost, pouzdanost i sigurnost izmjeničnog sustava. Počela je ubrzana gradnja izmjeničnih elektrana, pa je tako 1891., uz navedenu elektranu u Lauffenu, Njemačka, kompanija General Electric počela izgradnju trofazne hidroelektrane kod Redlandsa u Kaliforniji. Prema Teslinu prijedlogu, elektrana na slapovima Niagare koju je izgradila kompanija Westinghouse EC, bazirala se na dvofaznom



Sl. 28.: Ulaz na elektrotehničku izložbu u Frankfurtu (1891.)

izmjeničnom sustavu i puštena je u rad 1896. godine, a napajala je grad Buffalo putem 40 km dugog nadzemnog voda. Samo četiri godine nakon puštanja u rad prvog trofaznog sustava u Njemačkoj, 1895. u Hrvatskoj (tad u sastavu Austro-Ugarske Monarhije), na rijeci Krki kod Šibenika puštena je u rad HE Krka. Imala je vodnu turbinu snage 320 KS, koja je pogonila dvofazni generator 3 kV, 42 Hz, a napajala je rasvjetu grada Šibenika s više od 200 žarulja pojedinačne snage 16 "svijeća" te ubrzo i električni mlin u luci putem 11 km dugog nadzemnog voda. Taj mali elektroenergetski sustav bio je možda među prvih deset u svijetu.

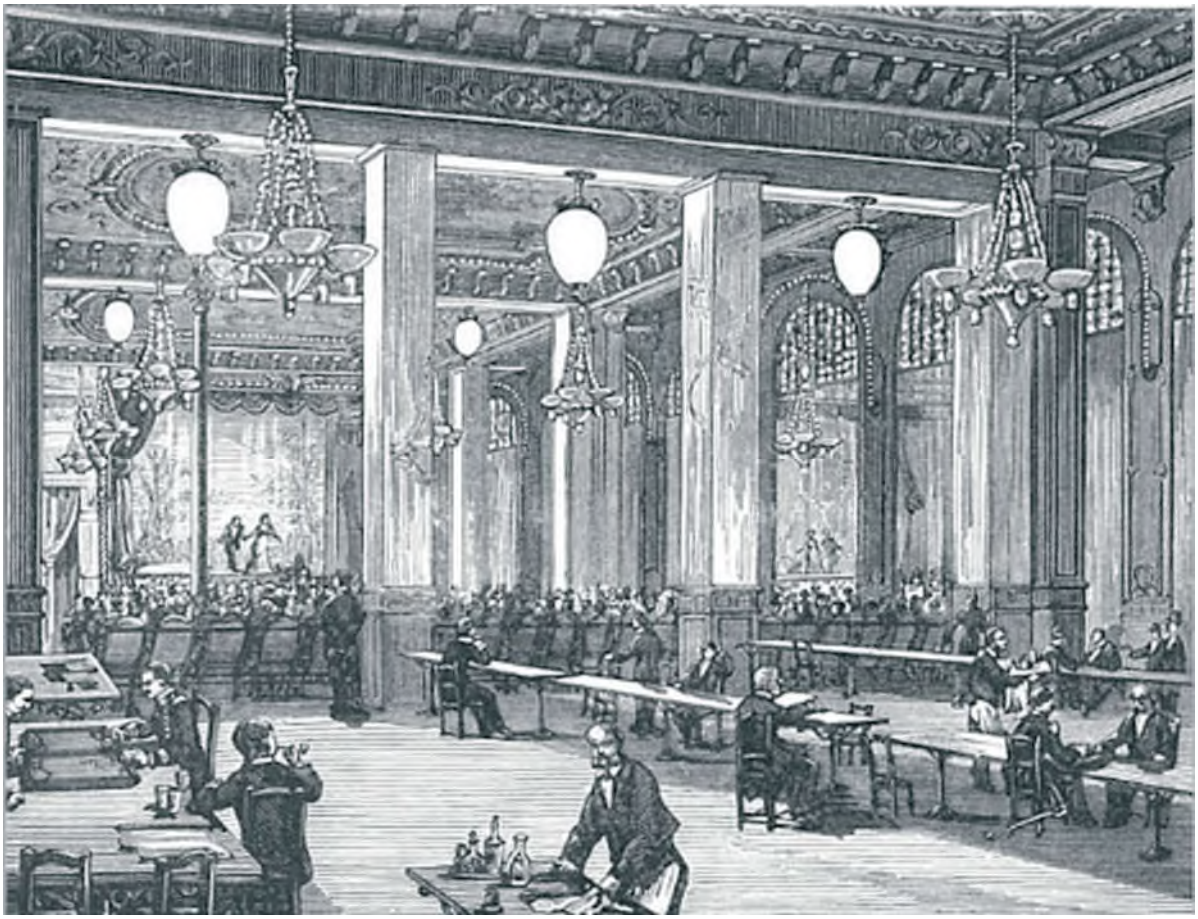
3.6. Električna rasvjeta produljila je dan

Razvojem električnih mreža, najprije istosmjerne, a poslije i izmjenične struje, kao stabilnog i trajnog izvora električne struje, elektrolučne svjetiljke počele su se 1870-ih godina masovno koristiti za osvjetljavanje gradova i zatvorenih prostora, slike 29. i 30. Doba plinske rasvjete bližilo se kraju.

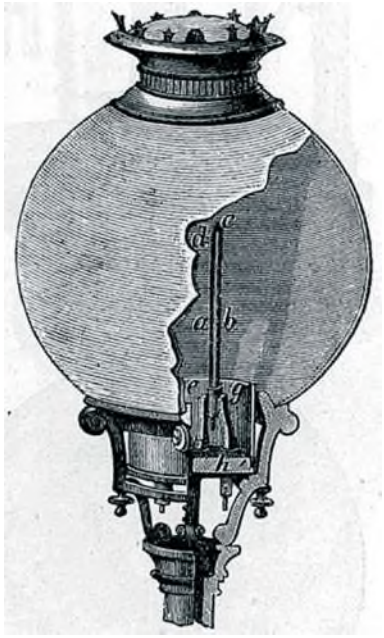
Na razvoju elektrolučnih svjetiljki radili su mnogi inženjeri i izumitelji, počevši od spomenutog Davyja. Tek je elektrolučna svjetiljka ruskog inženjera i izumitelja Pavela Jabločkova (1847. – 1894.), ušla u masovniju uporabu,



Sl. 29.: Ulična rasvjeta u Parizu (1878.)

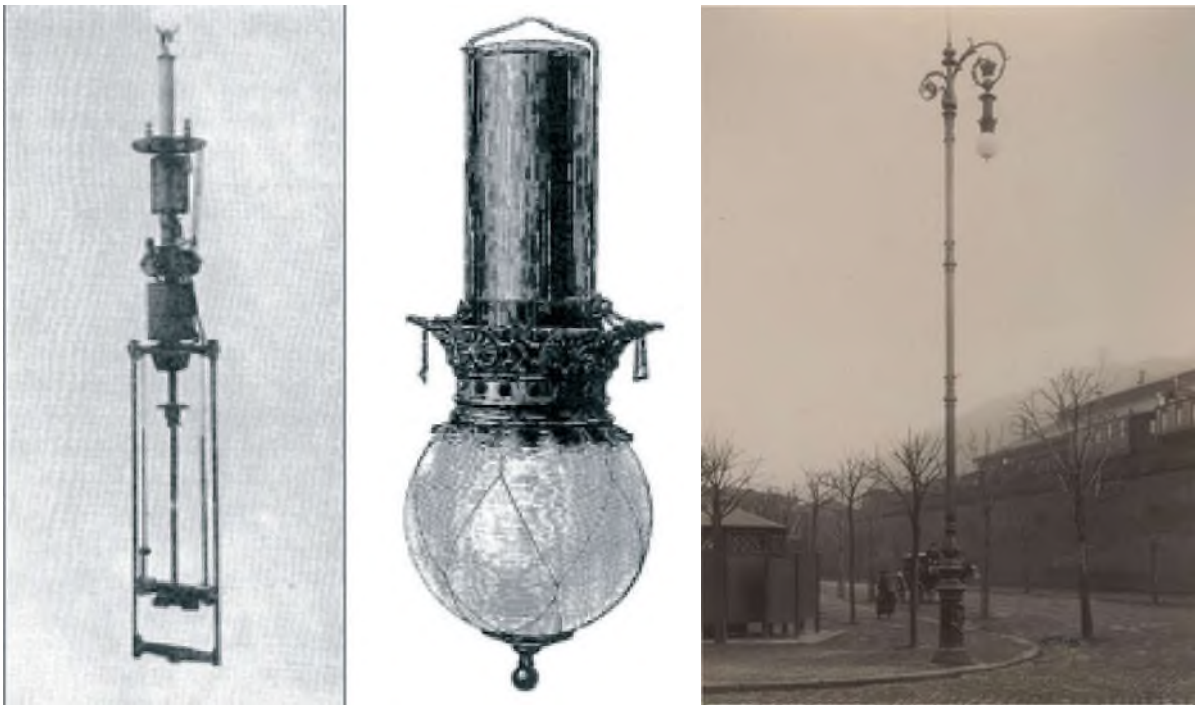


Sl. 30.: Glazbena dvorana u Parizu (oko 1880.)



Sl. 31.: Jabločkovljeva elektrolučna svjetiljka

slika 31. Problem je, međutim, bio kratki vijek trajanja svjetiljki zbog brzog trošenja elektroda. Riješio ga je češki inženjer i izumitelj František Křižik (1847. – 1941.), konstrukcijom svjetiljke s automatskom regulacijom razmaka ugljenih elektroda 1880. godine, slika 32., čime im je produljio trajanje na oko 100 sati. Svjetiljka je bila izložena na Međunarodnoj elektrotehničkoj izložbi u Parizu 1881. godine i dobila zlatnu medalju među 50 sličnih uređaja.



Sl.: 32. Křižikova svjetiljka s automatskom regulacijom razmaka elektroda

Problematikom elektrolučne rasvjete bavio se i Nikola Tesla, koji je 1891. patentirao alternator za napajanje tih svjetiljki strujom frekvencije 10 kHz, čime je uspio suzbiti njihov neugodni pištavi zvuk prilikom rada na naponu frekvencije unutar slušnog opsega.

Elektrolučnu rasvjetu krajem XIX. stoljeća postupno je istisnula iz uporabe žarulja sa žarnom niti, izum Thomasa Alve Edisona iz 1879. godine, slika 33. Žarulja je imala trajnost samo oko 13 sati. Kasnijim se razvojem niti od karboniziranog vlakna bambusa postigla trajnost od oko 1200 sati. Poznata je Edisonova izjava da će električna energija postati tako jeftina da će svijeće koristiti samo bogataši. Valja napomenuti da su se razvojem žarulje sa žarnom niti bavili i drugi izumitelji još od 1841., no kako zbog njihovih nesavršenosti, tako i zbog nedostatka stabilnog izvora napajanja kao što je električna mreža, zaživjela je tek primjena Edisonove, u kasnijim godinama usavršavane žarulje. Prva komercijalna uporaba Edisonove žarulje bila je za rasvjetu novog parobroda Columbia kompanije Oregon Rail road and Navigation. Prvo kazalište u Europi rasvijetljeno žaruljama sa žarnom niti bilo je Mahenovo kazalište u Brnu 1882. godine, prema projektu Edisona i njegova laboratorija u New Jerseyju.

Električna rasvjeta produljila je dan, ulice učinila sigurnijim, a domove ugodnijim, pogotovo za dugih zimskih večeri. Masovna elektrifikacija kućanstava slijedila je razvoj distribucijskih mreža niskog napona 1890-ih godina.



Sl. 33.: Edisonova žarulja

3.7. Električna vozila

Jedan od pokušaja praktične primjene Voltina stupa bila su električna vozila. Još 1828. godine mađarski izumitelj Jedlik konstruirao je model elektromobila. Međutim, značajniji razvoj električnih vozila počeo je tek nakon što je francuski fizičar Gaston Planté (1834. – 1889.), izumio 1859. olovni akumulator, a usavršio ga za široku komercijalnu uporabu 1881. godine drugi francuski znanstvenik, Camille Alphonse Faure (1840. – 1898.). Zamah razvoja električnih vozila dogodio se izumom istosmjernog motora 70-ih godina XIX. stoljeća.

Prvi električni bicikl prikazao je 1867. na Svjetskoj izložbi u Parizu austrijski izumitelj Franz Kravogl. Smatran je tek zanimljivim izloškom, nepouzdanim za vožnju. Električno vozilo s trima kotačima francuskog izumitelja Gustavea Trouvéa (1839. – 1902.) ispitano je na pariškim ulicama 1881. godine.

Prvi praktični električni automobil proizvela je 1884. kompanija Elwell-Parker (osnovana 1882.) za proizvodnju električnih uređaja. Korištena je vlastitim razvojem proizvedena olovna baterija velikog kapaciteta, čiju je inovaciju patentirao jedan od osnivača navedene kompanije engleski elektroinženjer, izumitelj i industrijalac Thomas Parker (1843. – 1915.), slika 35.



Sl. 34.: Parkerov elektromobil (1895.)



Sl. 35.: Automobil *La Jamais Contente* (1899.)

Prvi elektromobil u Njemačkoj konstruirao je 1888. inženjer Andreas Flocken, a jedan od prvih elektromobila u Austro-Ugarskoj Monarhiji konstruirao je 1895. češki inženjer i izumitelj František Křižik.

Rekordnu brzinu od 105,88 km/h postigao je 29. travnja 1899. Belgijac Camille Jenatzy (1868. – 1913.) na stazi kod Pariza. Riječ je bila o specijalno konstruiranom automobilu od slitine aluminija, volframa i magnezija nalik torpedu, nazvanom *La Jamais Contente* (Nikad zadovoljan), slika 35., s dvama istosmjernim motorima od 25 kW, napajanim akumulatorom napona 200 V. Ferdinand Porsche (1875. − 1951.), konstruirao je elektromobil s pogonom na sva četiri kotača. Prvi električni automobil u SAD-u razvio je 1890./1891. William Morrison. Mogao je prevoziti šest osoba brzinom od 23 km/h. Devedesetih godina XIX. st. naglo raste interes i potražnja za električnim automobilima, posebno u SAD-u. Krajem XIX. st., 1897., u Londonu su u prometu električni taksiji, a iste godine ulaze u promet i u New Yorku.

Električni automobili doživjeli su vrhunac uporabe na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće, kad ih je u SAD-u, gdje su bili najpopularniji, bilo registrirano 33 842! Imali su niz prednosti u odnosu na rane benzinske automobile: nije bilo vibracija, nisu imali mjenjač, nije trebalo pokretati motor polugom, nije bilo ispuha itd. Nedostatak je bila relativno mala udaljenost koju su prelazili te su uglavnom korišteni za gradsku vožnju. Otkrićem velikih zaliha jeftine nafte u Teksasu i početkom serijske proizvodnje Fordova modela T, električni

automobil za idućih je sto godina pa sve do naših dana, uz manje pokušaje "oživljavanja", praktički bio zaboravljen.

I dok su električni automobili ipak bili dostupni samo bogatima, elektromotorni pogoni počeli su se, nakon izuma dinama (istosmjernog generatora) i izgradnje električnih mreža, masovno koristiti za pokretanje vozila javnog prijevoza i u industrijskim pogonima.

S razvojem električnih pogona parne lokomotive dobile su ozbiljnu konkurenciju u električnim, najprije istosmjernim, a poslije izmjeničnim. Prvu električnu lokomotivu konstruirao je još 1837. škotski izumitelj Robert Davidson (1804. – 1894.). Ispitao ju je 1842. s jednokratnom baterijom kao izvorom napajanja. Zbog skupog rješenja, za koje se smatralo da još dugo neće istisnuti paru, nije mogao zainteresirati željezničke kompanije. Lokomotiva je imala dva reluktantna motora s fiksnim elektromagnetima i jednostavnim komutatorom. Postigla je brzinu od 6 km/h na trasi dugoj oko 2400 m. Ograničena snaga baterije onemogućila je njezinu komercijalnu primjenu. Zanimljivo je da su lokomotivu uništili željeznički radnici u strahu od gubitka posla!

Prvi električni vlak s elektromotornim pogonom napajanim putem treće tračnice između kolosijeka demonstrirao je Ernst Werner von Siemens 1879. godine na sajmu u Berlinu, slika 36. Lokomotiva je pokretana istosmjernim motorom snage 2,2 kW, 150 V i vukla je tri vagona brzinom od 13 km/h. Prva elektrificirana pruga u Mađarskoj puštena je u promet 1887. godine. Razvoj električne vuče intenziviran je zahvaljujući zahtjevima za ograničenje korištenja parnih lokomotiva unutar gradskih područja s ciljem suzbijanja onečišćenja zraka, što je potaknulo elektrifikaciju željezničkih pruga u Europi i u SAD-u, gdje je prva pruga elektrificirana 1895. godine, slika 37.



Sl. 36.: Siemens & Halske električni vlak na izložbi u Berlinu (1879.)



Sl. 37.: Baltimore Belt linija (1895.)

Električna vuča našla je i široku primjenu u transportu ugljena iz rudnika zato što elektromotori ne troše dragocjeni kisik, a i mogućnost izazivanja požara puno je manja nego kod korištenja parnih lokomotiva.

Prvi električni tramvaj pušten je u promet 1880. godine u Sestrorecku, mjestu kod Sankt-Peterburga, Rusija. Izumio ga je i ispitao ruski inženjer ukrajinskog podrijetla Fjodor Pirocki (1845. – 1898.). Pod njegovim je utjecajem Ernst Werner von Siemens pustio 1881. u promet drugu tramvajsku liniju u svijetu, ali prvu komercijalno isplativu, u Lichterfeldeu kod Berlina, slika 38. Tramvaj se u početku napajao strujom preko tračnica, a od 1883. preko nadzemnog voda (to je prvi put primijenjeno u Austriji). Prvi električni tramvaji u Engleskoj i Austriji u promet su pušteni 1883., a u SAD-u 1888. godine.

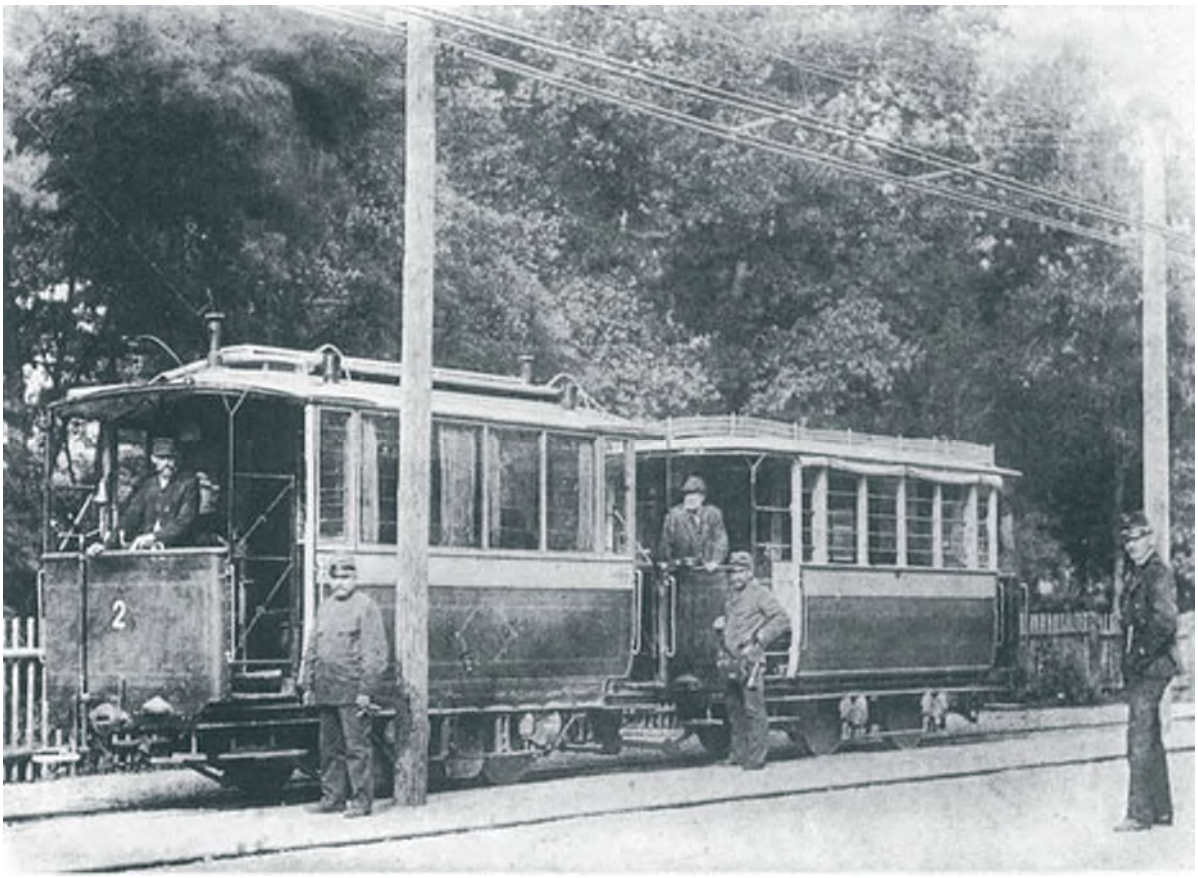
Uskoro su električni tramvaji kao efikasniji, brži i većeg kapaciteta masovno počeli zamjenjivati tramvaje i omnibuse s konjskom vučom, slike 39., 40 i 41.

Ernst Werner von Siemens radio je i na razvoju trolejbusa, koji je demonstrirao 1882. u Berlinu, slika 42. Paralelna ispitivanja odvijala su se i u SAD- u.

Električni pogon pridonio je i ubrzanoj izgradnji podzemnih željeznica. Prva elektrificirana pruga podzemne željeznice (metro) puštena je u promet u Londonu 1890. godine, slika 43., što je dobrim dijelom potaknuto propisom o zabrani korištenja parne vuče u tu svrhu.



Sl. 38. Tramvaj u Lichterfeldeu kod Berlina (1881.)



Sl. 39.: Prvi tramvaj u Austriji (1883.)



Sl. 40.: Prvi tramvaj u Pragu (18. srpnja 1891.)



Sl. 41.: Prvi tramvaj u Plzeňu (1899.)



Sl. 42.: Prvi trolejbus u Berlinu (1882.)



Sl. 43. Londonski metro (1890.)

Od konjske vuče do razvijene mreže električne vuče i električnog automobila na kraju XIX. st., za manje od sto godina, društvo je u kratkom razdoblju doživjelo kvalitativne promjene kakve nisu zabilježene u ranijoj povijesti.

Zaključak

Početak XIX. stoljeća, obilježen u Europi napoleonskim ratovima sve do 1815. godine i Waterlooa, ni po čemu se nije razlikovao od prethodnog. U tijeku je bila industrijska revolucija i počeci masovne industrijalizacije podržani izumom parnog stroja, čime je snažno uzdrman feudalni društveni sustav, koji se počeo urušavati do konačnog sloma u revolucijama 1848. godine.

U takvom društvenom okruženju i političkim okolnostima, potaknut ranijim počecima istraživanja i prvim spoznajama o elektricitetu, Alessandro Volta izumio je prvu bateriju 1800. godine. Voltin stup, tako nazvan njemu u čast, kao prvi izvor dinamičkog elektriciteta, obilježio je početak ere elektriciteta i omogućio intenzivna ispitivanja i razvoj znanosti o elektricitetu, te otkrića koja su iz temelja promijenila i utjecala na društvo i život ljudi do naših dana. Zahvaljujući Voltinu stupu, ubrzo je, 1831. godine, došlo do Faradayeva eksperimentalnog epohalnog otkrića elektromagnetske indukcije kao osnove daljnjeg razvoja elektrotehnike.

Izumima na području komunikacija, počevši od sredine XIX. stoljeća, temeljenim na elektromagnetskoj indukciji, prije svega telegrafa, a zatim i telefona te krajem stoljeća i bežičnog prijenosa signala na velike udaljenosti, svijet je postao manji, a razmjena informacija dostupna širokoj javnosti. Navedeni izumi pridonijeli su sigurnosti željezničkog prometa, boljem planiranju proizvodnje, transporta i trgovine te postali neprocjenjiva pomoć policiji i vojsci.

Eksponencijalna primjena električne energije u svim područjima ljudskog djelovanja i života uslijedila je s izumom generatora i električnih mreža za prijenos i distribuciju električne energije, najvećeg stroja u povijesti. Od prvobitnih sustava temeljenih na Edisonovu dinamo-stroju i istosmjernom naponu pa do početka razvoja izmjeničnih trofaznih sustava, uz jedno vrijeme paralelni dvofazni, poslije napušten sustav, s prijenosom na visokom naponu, prošlo je manje od deset godina. U samo sto godina počela je druga industrijska revolucija. Uslijedila je masovna elektrifikacija industrije, gradskog i željezničkog prometa, ustanova i kućanstava, najprije u velikim gradovima te postupno i najudaljenijih krajeva.

Od prvih primjena u elektrokemiji, preko telegrafa do električnih mreža izmjenične struje i početka sveopće elektrifikacije, električna energija postala je dostupna svima i nepovratno promijenila način života i razmišljanja, na rad, promet, obrazovanje, kulturu, sport, zaštitu zdravlja i općenito sva područja ljudskog djelovanja.

Dok su krajem XIX. st. električni automobili i tramvaji prometovali gradovima, električne lokomotive počele vući vlakove, električna rasvjeta osvjetljavala ulice, industrijske hale, ustanove i domove, u trgovinama se potom pojavio niz kućanskih aparata kao što su električno kuhalo, sušilo za kosu, glačalo, grijalica vode, pećnica, toster, šivaći stroj, ručna svjetiljka... Elektrokemija se primjenjuje u izradi nakita, pribora za jelo i mnogih drugih svakodnevnih predmeta, ali i u zaštiti metala od korozije… Izumljeni su megafon, fonograf, pisaći stroj, kinematograf... U pogonu su prve vjetroelektrane... Elektromotorni pogoni zamjenjuju parne strojeve u industrijskim halama, a metali se tale u elektrolučnim pećima… Zgrade se od atmosferskog pražnjenja štite gromobranima... Na jezerima turiste prevoze električni brodovi... I još mnogo toga što izlazi iz opsega ovog rada. A sjetimo se društva s početka tog istog stoljeća!

Promjene u životu jedne generacije i društva u cjelini bile su veće nego u prethodnim tisućljećima. Više ništa nije bilo kao prije. Plejada niza genijalnih znanstvenika, inženjera, izumitelja i poduzetnika s vizijom budućnosti, uz svjetlo svijeća, petrolejskih i plinskih svjetiljki, u eri obilježenoj parnim strojem i konjskom vučom omnibusa i kola, postavila je temelj daljnjem nezaustavljivom razvoju svih područja znanosti o elektricitetu, koji je oblikovao život kakav danas poznajemo, razvoju koji traje i ne vidi mu se kraj.

Literatura

Sva literatura dostupna je mrežno.

Influence of Knowledge about Electricity on 19th Century Society

Miroslav Křepela

Summary: The beginning of the knowledge of electricity began in the 15th century when William Gilbert published his famous work of De Magnete, however until the invention of the first battery as stable source of electricity, voltaic pile, electric phenomena were only at the level of experiments, served for entertainment of the court as something miracuoluos, without the possibility of practical application. Scientists, however, did not gave-up, persisting in research and experimenting, looking for a “holy grail” of electricity − a stable source for practical use.

Analyzing practically random discovery of Luigi Galvani at the end of the 18th century, Alessandro Volta invented in the 1800. the first stable source of electricity, the battery. The first practical application of the electricity that used the battery was in electrochemistry, and soon Humphry Davy constructed the first mining electric arc lamp. Using the voltaic pile, Hans Christian Ørsted connected electricity and magnetism, and Michael Faraday came to the epic discovery of electromagnetic induction, which gave new impetus to research and discoveries and became the foundation of modern electrical engineering.

The first practical application of electromagnetic induction was in telegraphy, which started the revolution of the communication technique that, at the end of the 19th century, culminated in wireless transmission of signals and initial radio techniques. First submarine communication cables had been installed.

The voltaic pile was practically the only source of electrical power until 1870's years, i.e. until the invention of dynamo machines (DC generators) and electric motors based on the knowledge of electromagnetism. Soon, according to the invention of Thomas Alva Edison, a construction of power plants started, electric power has entered industrial facilities, public transport and homes. The intense development of first electric arc lamps and later Edison's invention of electric light bulbs illuminated streets and homes. Horse-drawn trams began to be replaced by electric trams, and electric locomotives started to drag trains. In the streets of the cities, electromobiles appeared, and in households the first electrical appliances.

Edison's power plants soon became "a tight throat" in meeting the growing need for electricity. The solution appeared in 1880's resulting from the years of development of transformers are alternating, multiphase generators and electric motors, which was first promoted by the genius inventor and visionary Nikola Tesla, whose patents were bought by George Westinghouse, which started the "war of currents". It ended with the energizing of the first three-phase system on the occasion of the International Electrotechnical Exhibition in Frankfurt in 1891., when it's effectiveness and absolute advantage over DC low voltage networks of that time had been proved.

In addition, the development of science of electricity during the 19th century with a series of genial scientists and inventors has led to epochal changes in all aspects of social life that have not been recorded in human history.

Keywords: battery, electricity, electromagnetism, inventions, voltaic pile

2. Znanost i nastava

Lahorija Bistričić, Višnja Henč-Bartolić

Nastava fizike na Kraljevskoj tehničkoj visokoj školi / Tehničkom fakultetu / Elektrotehničkom fakultetu / Fakultetu elektrotehnike i računarstva od 1919. do 2004. godine

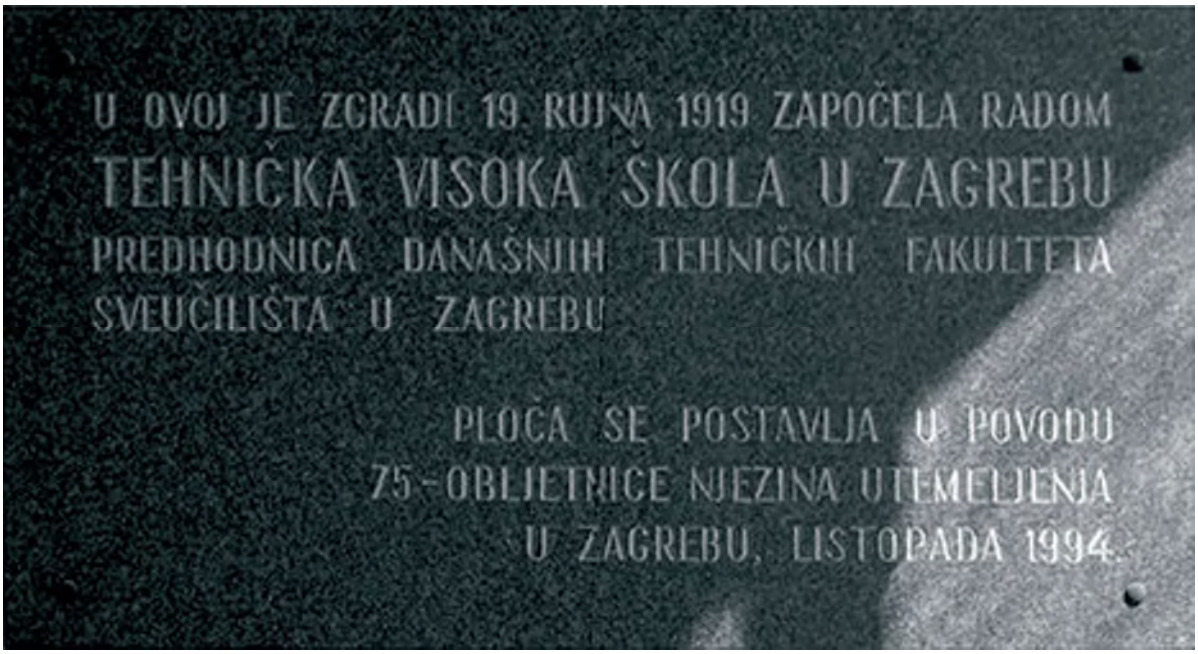
Sažetak: Zavod za fiziku Tehničkog fakulteta, odnosno Elektrotehničkog od 1956. godine, dajući nastavu fizike svim tehničkim fakultetima u Zagrebu, imao je važnu ulogu u obrazovanju inženjera u tehničkom području u Hrvatskoj. U razdoblju do 1965. pod vodstvom Vatroslava Lopašića i njegovih suradnika razvijena je nastava opće fizike popraćena dojmljivim eksperimentima i laboratorijskim mjerenjima primjerena tehničkim fakultetima. Nakon tog razdoblja na Zavodu se razvija nastava moderne fizike te znanstveni rad u području fizike materijala, nuklearne fizike i energetike, fizike lasera, kvantne fizike, fizike elementarnih čestica, kozmologije i gravitacije.

Ključne riječi: nastava fizike, tehnički fakulteti, Zavod za primijenjenu fiziku

Uvod

Počeci razvoja fizike na tehničkim fakultetima povezani su s osnivanjem Kraljevske tehničke visoke škole (TVŠ) u Zagrebu. Inicijativu za osnivanje Tehničke visoke škola dalo je Društvo inžinira i arhitekata u Hrvatskoj i Slavoniji
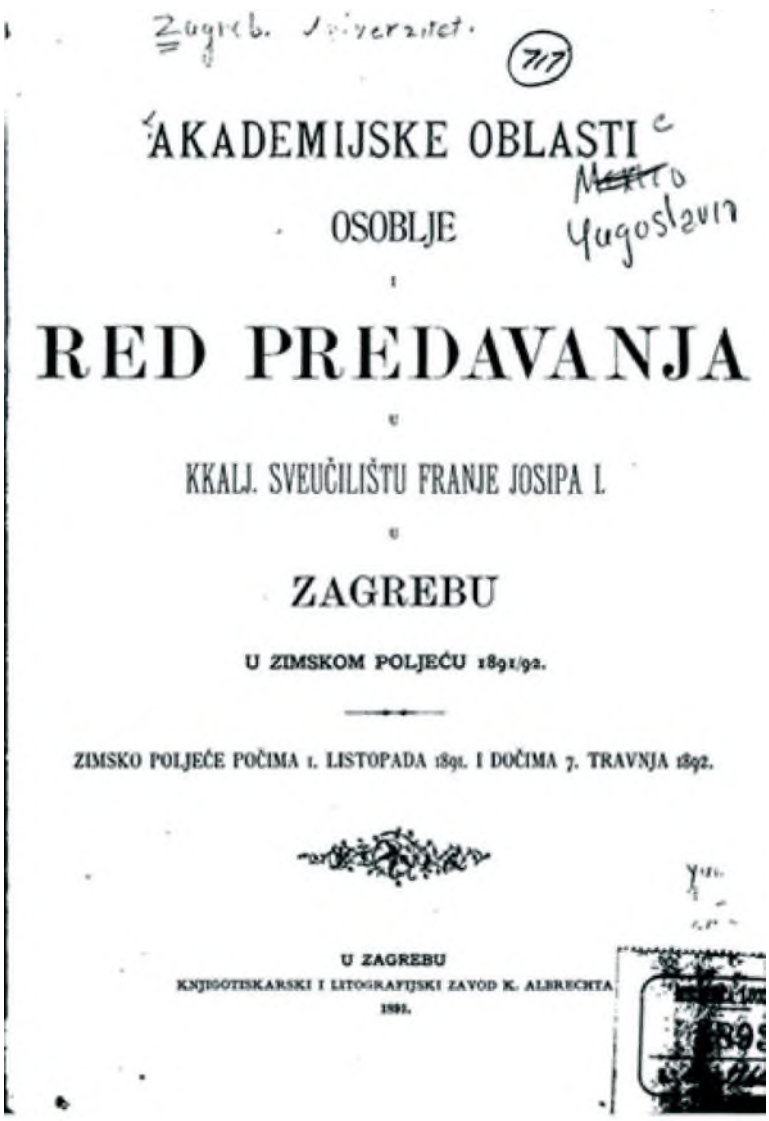
u dva navrata, 1898. i 1903. godine. Odluku o osnivanju Tehničke visoke škole u Zagrebu donijelo je Povjereničko vijeće Kraljevstva Srba, Hrvata i Slovenaca Naredbom od 10. prosinca 1918. godine [1], a ukazom tadašnjeg regenta Aleksandra Karađorđevića 2. travnja 1919. godine imenovani su prvi profesori: inženjer Jaroslav Havliček (1879. − 1950.), inženjer Milan Čalogović (1878. − 1945.) i arhitekt Martin Pilar (1861. − 1942.). Njihov je zadatak bio pronalaženje nastavnika i organizacija nastave. Osnovano je osam odjela: Arhitektonski, Građevno-inženjerski, Kulturno-inženjerski, Strojarsko-inženjerski, Elektro-inženjerski, Brodograđevno-inženjerski, Brodostrojarsko-inženjerski, Kemijsko-inženjerski, te Geodetski i Trgovački tečaj. TVŠ bio je samostalna visokoškolska ustanova neposredno podređena Ministarstvu prosvjete u Beogradu, koja je birala svojeg rektora i dekane pojedinih odjela [1, 2].



Sl. 1.: Tehnička visoka škola raditi je počela na Rooseveltovu trgu 6

Tijekom prve akademske godine izabran je niz profesora, no zbog nedostatka nastavnika tijekom godine mjenjali su se nastavni planovi. Nastava je počela u listopadu 1919. godine, slika 1. U akad. godini 1919./1920. upisano je ukupno 225 studenata (180 redovitih i 45 izvanrednih), 18 na Elektro-inženjerskom odjelu.

U to su se vrijeme matematika i fizika studirale na Sveučilištu u Zagrebu na Mudroslovnom fakultetu (danas Filozofski fakultet). Fizikalni kabinet osnovan je 1875. godine, a fizičar dr. Vinko Dvořák (1848. − 1922.) imenovan je 26. rujna 1875. javnim redovitim profesorom i predstojnikom kabineta, slika 2. Profesor Dvořák bio je češkog podrijetla, diplomirao je (1871.) i doktorirao



Zagreb. Universitet.

(717)

AKADEMIJSKE OBLASTI

OSOBLJE

I

RED PREDAVANJA

U

KKALJ. SVEUČILIŠTU FRANJE JOSIPA I.

U

ZAGREBU

U ZIMSKOM POLJEĆU 1891/92.

ZIMSKO POLJEĆE POČIMA 1. LISTOPADA 1891. I DOČIMA 7. TRAVNJA 1892.

U ZAGREBU

KNJIGOTISKARSKI I LITOGRAFIJSKI ZAVOD K. ALBRECHTA

1891.

Vinko Dvořak, doktor filozofije, kr. javni redoviti profesor fizike, član izpitnoga povjerenstva za kandidate srednjih škola, pravi član jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, kr. českoga učenoga družtva u Pragu te družtva „Société française de physique“ i „Société internationale des Électriciens“ u Parizu, god. 1881/82. i ove dekan mudroslovnoga fakulteta. — Frankopanska ulica br. 20.

III.

Znanstveni zavodi.

Fizikalni kabinet (u sveučilištnoj sgradi).

Predstojnik: Profesor dr. Vinko **Dvořak,** kako na strani 3.

Kr. javni redoviti profesor Dr. Vinko **Dvořak**	Elektricitet i magnetizam (De viribus electricis et magneticis).	5 sati, svaki dan osim subote od 8—9.	VII.
	Teorija elektriciteta i magnetizma (De theoria virium electricarum et magneticarum).	2 sata, ponedjeljkom i četvrtkom od 4—5.	
	Uputa u praktične vježbe glede elektriciteta i magnetizma (Exercitationes in experimentis electricis et magneticis).	1 sat, srieđom od 4—5. Slušaoci mogu se vježbati subotom od 2—5.	

Sl. 2.: Izvadak iz Reda predavanja1891./92. god.

(1873.) u Pragu kod Ernsta Macha. Predavao je od ljetnog semestra akad. god. 1875./1876. do umirovljenja 1911. godine.

Dr. Stanko Hondl radio je od 1902. kao privatni docent, od 1911. kao javni izvanredni profesor i od 1915. kao redoviti profesor fizike na Mudroslovnom fakultetu. Godine 1911. postao je predstojnik Fizikalnog kabineta. Posebna katedra za teorijsku fiziku uspostavljena je 1918., a prvi profesor teorijske fizike bio je Ladislav Stjepanek.

1. Zavod za fiziku i fizičku kemiju

S obzirom na nedostatak nastavnika fizike, Profesorsko vijeće Tehničke visoke škole pozvalo je dr. Ivana Plotnikova (1875. − 1955.) da preuzme nastavu predmeta Fizika i Fizikalna kemija. Plotnikov je radio na moskovskom sveučilištu od 1908. do 1916. U listopadu 1920. osnovan je Zavod za fiziku i fizičku kemiju, a dr. Ivan Plotnikov imenovan je javnim redovitim profesorom i predstojnikom Zavoda, slika 3. Nakon diplome fizike i matematike, Plotnikov se šest godina usavršavao kod Wilhelma Oswalda, tadašnjeg vodećeg svjetskog fizikalnog kemičara. U svojoj karijeri najviše se posvetio fotokemiji, tad nedovoljno istraženoj znanstvenoj grani, o kojoj je napisao više od dvjesto znanstvenih i stručnih radova te desetak knjiga i udžbenika. Za provedbu svojih pokusa sam je konstruirao više aparata i uređaja [3].



Ivan Plotnikov
(1879. – 1955.)



Milivoj Prejac
(1884. – 1972.)



Josip Lončar
(1891. – 1973.)

Sl. 3.: Prvi nastavnici na Tehničkoj visokoj školi koji su diplomirali fiziku i matematiku

Od 1919. naTehničkoj visokoj školi predavao je Milivoj Prejac (1884. − 1972.), slika 3. Diplomirao je 1906. matematiku i fiziku na Mudroslovnom fakultetu Kraljevskog sveučilišta u Zagrebu, gdje je doktorirao 1913. na temu



RED PREDAVANJA

I

AKADEMIČKE OBLASTI

KR. TEHNIČKE VISOKE ŠKOLE U ZAGREBU

ZA LJETNI SEMESTAR GOD. 1922.

ZAGREB
TISKARA OLJEVAC I JANZON
1922.

A) Akademičke oblasti

za naučnu godinu 1921.-1922.

Rektor:
Javni redoviti profesor ing. Gjuro Stipetić.

Prorektor:
Javni redoviti profesor Dr. Marije Kiseljak.

Dekan
građevno-inženjerskoga, kulturno-inženjerskoga, geodetsko-inženjerskoga i arhitektonskog odjela:
Javni redoviti profesor arh. Karlo Gentzkov.

Prodekan:
Javni redoviti profesor Vladimir Filkuka.

Dekan
strojarsko-inženjerskoga, elektro-inženjerskoga, brodograđevno-inženjerskoga i brodostrojarsko-inženjerskoga odjela:
Javni redoviti profesor Dr. Željko Marković.

Prodekan:
Javni redoviti profesor Dr. Josip Belobrk.

Dekan
kemičko-inženjerskoga odjela:
Javni redoviti profesor Ferdo Koch.

Prodekan:
Javni redoviti profesor Dr. Vladimir Njegovan.

B) Nastavnici.

1. Profesorsko vijeće kr. tehničke visoke škole.

a) Javni redoviti profesori.*)

Plotnikov Ivan, doktor filozofije, javni redoviti kontraktualni profesor fizike i fizikalne kemije, predstojnik zavoda za fiziku i fizikalnu kemiju, Gundulićeva ulica 48.

H) Naučni zavodi.

6. Zavod za fiziku i fizičku kemiju.

Predstojnik: Prof. dr. J. Plotnikov.
Pristav: Dr. G. Flumiani.
Pridijeljen kao asistent: Lj. Šplajt.

2. Nastavnici izvan profesorskoga vijeća.

Lončar Josip, doktor filozofije, učitelj teoretske elektrotehnike i optike.

Prejac Milivoj, doktor filozofije, javni izvanredni profesor teoretske mehanike. Prilaz 29.

3. Srednjoškolski nastavnici pridjeljeni za vršenje asistentske službe.

Šplajt Ljudevit, srednjoškolski profesor, za fiziku.

Pregled predavanja.*)

A. Matematički predmeti.

9. Teoretska mehanika, 4 sata predavanja i 2 sata vježba. Prof. dr. M. Prejac.

B. Prirodoslovni predmeti.

14. Tehnička fizika II., 4 sata predavanja i 2 sata vježba. Prof. dr. I. Plotnikov.

17. Teoretska elektrotehnika, 5 sati predavanja i 4 sata vježba. Dr. J. Lončar.

18. Optika, 2 sata predavanja. Dr. J. Lončar.

Sl. 4.: Izvadak iz Reda predavanja u ljetnom semestru 1922. godine [5]

Teorija elektrona. Od 1919. je suplent, 1920. izvanredni, a od 1922. do 1945. redoviti professor. Bio je dekan Odjela strojarstva, elektrotehnike, brodogradnje i brodostrojarstva (1925./1926.). Predavao je Teorijsku mehaniku, Matematiku i Hidrauliku. Na Šumarskom odjelu Gospodarsko-šumarskog, odnosno kasnijeg Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, predavao je Teorijsku mehaniku više od dvadeset godina (1923.− 1945.) [4].

Josip Lončar imenovan je 1921. honorarnim docentom na Tehničkoj visokoj školi iz predmeta Teoretska elektrotehnika, a 1922. iz predmeta Optika, slika 3. Studirao je fiziku i matematiku na Mudroslovnom fakultetu od 1910. do 1915. Nakon treće godine studija, akad. god. 1913./1914., studirao je na Faculté des sciences de l'Université de Paris u Francuskoj. U Zagrebu je predavanja iz Eksperimentalne fizike slušao kod profesora Vinka Dvořáka i Stanka Hondla, a iz Teorijske fizike kod dr. Ladislava Stjepaneka.

Iz reda predavanja u 1922. godini, slika 4. i tablica 1., vidi se da je predmet Teoretska mehanika predavao M. Prejac u grupi A. − Matematički predmeti. U grupi predmeta B. − Prirodoslovni predmeti, predavani su: Tehnička fizika (I. Plotnikov), Teoretska elektrotehnika (J. Lončar) i Optika (J. Lončar). Studenti svih odjela kojima je fizika bila u nastavnom programu predavanja su slušali zajedno [5].

Asistent fizike bio je srednjoškolski profesor Ljudevit Šplajt (1887. – 1950.), koji je 1925. izabran za pristava[1] na Visokoj tehničkoj školi i poslije kao asistent s doktoratom djelovao na Tehničkom fakultetu. U studenom 1924. održao je prva javna popularno-stručna predavanja u vrlo aktivnom Pučkom sveučilištu u Zagrebu, pod naslovom Radiofonija I−II −III [6].

Budući da je Tehničkoj visokoj školi prijetilo ukidanje, mudrom odlukom tadašnjeg ministra prosvjete Stjepana Radića, ona 1926. godine postaje Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

2. Zavod za fiziku na Tehničkom fakultetu

Zavod za fiziku osnovan je 1945. u okviru Tehničkog fakulteta, a sve do 1959. bio je smješten u Kačićevoj ulici 26. Prvi predstojnik Zavoda za fiziku bio je Franjo Ivan Havliček (1906.− 1971.), koji je 1944. imenovan izvanrednim profesorom pri Katedri za fiziku i nadstojnikom Zavoda za fiziku Tehničkog fakulteta. Diplomu elektroinženjera dobio je1928. godine na Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) u Zürichu, zatim je upisao još četiri semestra na ETH-u, na Odsjeku za matematiku i fiziku (1928. – 1930.). Studij s doktoratom

[1]pristav, pomoćni državni službenik

prirodnih znanosti završio je 1932. godine. Na Tehničkom fakultetu radio je do 1. travnja 1950., a zatim odlazi u Ljubljanu na Inštitut *Jožef Štefan*, koji je upravo bio osnovan [7].

Od 1947. do 1950. na Tehničkom fakultetu fiziku su honorarno predavali Vladimir Glumac (1904. − 1960.) i Vladimir Deduš (1892. −1978.). Vatroslav Lopašić (1911. − 2003.) imenovan je 1950. izvanrednim profesorom i predstojnikom Zavoda za fiziku na Tehničkom fakultetu. Diplomirao je 1934. teorijsku matematiku na Filozofskom fakultetu u Zagrebu, a iste godine imenovan je asistentom prof. dr. S. Hondla u Fizikalnom kabinetu na Filozofskom fakultetu. Pomagao je u pripremanju pokusa za predavanja i održavao praktikum. Doktorirao je 1938. eksperimentalnu fiziku na Sveučilištu u Zagrebu. Na Filozofskom fakultetu radio je od 1934. do 1947., a na Višoj pedagoškoj školi od 1947. do 1950. godine. Kao honorarni nastavnik na Tehničkom fakultetu predavao je Teoretsku fiziku (II. i III. dio) i Seminarske vježbe iz teoretske fizike (1943./1944. i 1944./1945) [8].

U času kad je Vatroslav Lopašić došao, na Zavodu za fiziku nije bilo niti jednog namještenika, nego samo tri demonstratora koja su prof. Havličeku pomagala oko predavanja. Oprema Zavoda nije mogla zadovoljiti potrebe eksperimentalne nastave fizike te je s Fizičkim zavodom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta dogovoreno da se posuđuje oprema za potrebe predavanja za fiziku Tehničkog fakulteta. Predavanja su se održavala za sve studente Tehničkog fakulteta zajedno (400 studenata). Počinjala su u šest ili sedam sati ujutro, a studenti su dolazili već oko pet kako bi uhvatili mjesto u predavaonici. Prof. Lopašić držao je i auditorne vježbe. Prof. Milivoj Sedlaček zorno je prikazao kako su demonstratori (I. Sztrilich, T. Lisac, Lj. Čeljuska) i asistenti (M. Sedlaček, D. Gospodnetić) na Zavodu u razdoblju od 1950. do 1953. dva puta tjedno prevozili opremu za pokuse između Marulićeva trga (PMF) i Tehničkog fakulteta u Kačićevoj ulici [8].

Nastava fizike na TVŠ-u i Tehničkom fakultetu sastojala se od predavanja i auditornih vježbi, tablica 1. U izvještaju o radu Tehničkog fakulteta u akad. godini 1952./1953. profesor Lopašić je napisao:

> "Pohađanje predavanja i vježbi bilo je vrlo dobro. Ispitu je pristupilo u jesenskom roku 186 kandidata, prosječna ocjena 2,69. U zimskom roku pristupilo je 69 kandidata (prosječna ocjena 1,69). U ljetnom roku pristupilo je 130 kandidata (prosječna ocjena 2,12)."

Statistika ispita u jesenskom roku 1952./1953. prikazana je na slici 5. [9]. U izvještaju je također navedeno da je Milivoj Sedlaček 1953. postao honorarni asistent [9].

Tablica 1.: Fizika u nastavnim planovima na TVŠ-u i Tehničkom fakultetu (izvadak) [1,2]:

Elektro-inženjerski odjel TVŠ				
			semestar	
ak. god.			zimski	ljetni.
1919./20.	Drugo godište	Tehnička fizika	4+0	4+2
Elektro-strojarskiodjel Tehničkog fakulteta				
1926./27.	Prvo godište	Fizika	2+4	2+4
Elektrotehnički odsjek Tehničkog fakulteta				
1947./48.	Prvo godište	Fizika	4+3	4+3
	Drugo godište	Fizika za naprednije	2+2	2+2
	Drugo godište	Fizikalni praktikum	3+0	3+0
		Specijalna poglavlja fizike	2+0	
		Fizikalni praktikum za naprednije	0+6	
1951./52.	Prvo godište	Fizika	4+2	4+2
	Drugo godište	Teoretska fizika	–	4+2

STATISTIKA ISPITA IZ FIZIKE

održanih na Tehničkom fakultetu u jesenskom isp.roku 1952/53 šk.god.

O D S J E K	O c j e n e							
	Odličan	Vrlo dobar	dobar	dovo-ljan	Nedo-voljan	odus-talo	Ukupno po odsj.	Srednja ocjene
GRAĐEVINSKI	-	2	11	8	4	1	26	2,38
GEODETSKI	-	-	-	2	1	-	3	1,66
STROJARSKI	1	6	19	12	4	1	43	2,67
ELEKTROTEHNIČKI	2	12	20	9	-	-	43	3,16
BRODOGRAĐEVNI	2	1	5	7	4	-	19	2,47
KEMIJSKO-TENOLOŠKI	-	10	16	11	1	-	38	2,65
RUDARSKI	-	-	1	9	4	-	14	1,78
U K U P N O	5	31	72	58	18	2	186	2,69

Zagreb, 25. listopada 1952.

Sl. 5.: Izvadak iz izvješća [9]

Profesor Lopašić imenovan je 1951. članom Prve građevne uprave za izgradnju Instituta za fiziku JAZU u Zagrebu (Institut *Ruđer Bošković*). U svojem izvješću o radu u razdoblju 1950. − 1967. piše:

> "III. odjel Instituta postao je briga Zavoda za fiziku Tehničkog fakulteta. Prvi radovi III. odjela izrađeni su u skromnim prostorijama Zavoda za fiziku. Pri tome se jednako koristila oprema Zavoda i novo nabavljena oprema IRB-a" [10].

U izvještaju o znanstvenom radu Zavoda u 1952./53. profesor Lopašić napisao je:

> "Znanstveni rad Zavoda razvijao se u okviru potreba Instituta za fiziku *Ruđer Bošković* (IRB) i to na razvoju Geigerovih brojača, te elektronskih brojila, visokonaponskih ispravljača i impulznih generatora" [9].

Pod vodstvom profesora Lopašića student Duško Košuta je 1953./1954. izradio i pustio u pogon na IRB-u prvi elektronski mikroskop u Hrvatskoj, koji se čuva u Zavodu za primijenjenu fiziku FER-a, slika 6. [11].



Sl. 6.: Elektronski mikroskop

Oprema Zavoda postupno je rasla jer je Tehnički fakultet pridonosio znatnim iznosima. Prigodom prve dodjele deviznih sredstava 1951. godine Zavodu za fiziku dodijeljeno je 2000 američkih dolara (od ukupno 10 000) za nabavu nastavnih sredstava [10]. Tek je nadogradnjom u zgradi Tehničkog fakulteta 1956. otvoren laboratorij za studentske vježbe s 30 radnih stolova, te su za sve studente Tehničkog fakulteta počele laboratorijske vježbe [10].

3. Zavod za fiziku na Elektrotehničkomfakultetu

Tehnički fakultet podijelio se 1956. na četiri fakulteta: Arhitektonsko-građevinsko-geodetski, Strojarsko-brodograđevni, Elektrotehnički i Kemijsko-prehrambeno-rudarski. Zavod za fiziku pripao je Elektrotehničkom fakultetu (ETF), s obvezom da i dalje izvodi nastavu za nove tehničke fakultete [1].

U arhivi Zavoda postoji preporuka Koordinacionog odbora za fakultete tehničkih i prirodoslovnih nauka Sveučilišnog savjeta u Zagrebu da se nastava fizike za sve tehničke fakultete održava u Zavodu za fiziku ETF-a i da ETF raspisuje natječaje i bira nastavnike fizike na svim predmetnim fakultetima (dopis od 4. lipnja 1963. potpisao rektor prof. dr. sc. Vladimir Serdar). Tako je došlo do diferenciranja nastave fizike za razne fakultete i do povećanja broja nastavnika i asistenata na Zavodu. Izgradnjom nove zgrade ETF-a u Unskoj 3, Zavod se 1962. u potpunosti preselio iz zgrade u Kačićevoj ulici. Nastavne obveze Zavoda su se povećavale. Zavod je držao nastavu na Visokoj tehničkoj školi u Zagrebu, odnosno njezinu Centru u Slavonskom Brodu. Nakon osnivanja Elektrotehničkog fakulteta u Splitu, u početnoj fazi Zavod je držao nastavu fizike. Zavod je također držao nastavu na Šumarskom fakultetu u Zagrebu te na Visokoj tehničkoj školi kopnene vojske u Zagrebu [10].

Prioriteti predstojnika Zavoda profesora Lopašića i njegovih suradnika (Pavao Krivačić, Tomislav Đurić, Vesna Kos, Višnja Henč-Bartolić) od 1950. do 1965. bili su nastava fizike, izrada demostracijskih eksperimenata i opremanje nastavnih laboratorija Zavoda. Razvijena je nastava opće fizike popraćena dojmljivim demonstracijskim eksperimentima i laboratorijskim mjerenjima primjerena tehničkim fakultetima.

Godine 1965. na Zavod dolazi Vladimir Knapp s Instituta *Ruđer Bošković*, s vizijom razvoja Zavoda kao centra fizike usmjerenog na primjene. Vladimir Knapp postaje predstojnik Zavoda 1967. godine, nakon čega na Zavod dolazi još nekoliko suradnika s IRB-a (Nikola Cindro, Petar Colić, Petar Kulišić). U izvješću Vladimira Knappa Fakultetskom vijeću za akad. god. 1968./1969. prikazana je nastavna djelatnost Zavoda na prvoj godini studija za oko 1200 studenata, tablica 2. U nastavi su sudjelovali stalni i honorarni nastavnici i asistenti. Popis nastavnika koji su sudjelovali u izvođenju nastave, a na Zavod su došli u razdoblju od 1950. do 1970., dan je u tablici 3.

Tablica 2.: Nastava opće fizike koju je održavao Zavod na 1. godini studija na tehničkim fakultetima u akad. god. 1968./1969. [12]

	Semestar	
	zimski	ljetni
Elektrotehnički fakultet	4+2+2	3+2+2
Fakultet za strojarstvo i brodogradnju	3+2	3+2
Tehnološki fakultet		
a) Kemijsko-tehnološki odjel	4+2+1	4+4+1
b) Biotehnološki odjel	3+2	3+2
Rudarsko-geološko-naftni	3+2	3+2
Građevinski fakultet	3+0	3+0

Tablica 3.: Nastavnici koji su došli na Zavod od 1950. do 1970. godine [1, 2, 10]

Stalni nastavnici	
prof. dr. Vatroslav Lopašić	izv. prof. od 1950./1951.
prof. dr. Vladimir Knapp	izv. prof. od 1964./1965.
Mile Baće, ing.	asistent od 1967./1968.
prof. dr. Nikola Cindro	izv. prof. od 1969./1970. − 1973./1974.
Melita Coffou, ing.	asistent 1960. − 1985.
Tomislav Gjurić, ing.	asistent od 1963./1964.
Zvjezdana Gregorina, ing.	asistent 1960./1961. − 1961./1962.
Vanda Jurišić, ing.	asistent 1959./1960 – 1961./1962.
mr. sc. Višnja Henč-Bartolić	asistent od 1959./1960., predavač od 1966./1967.
mr. sc. Vesna Kos	asistent od 1959./1960.
Branka Kostelac, ing.	asistent od 1968./1969.
Pavao Krivačić, prof.	asistent od 1957./1958., viši str. sur. od 1965./1966.
Branka Prib, ing.	asistent od 1962./1963.
ĐurđicaVeselić, ing.	asistent od1965./1966.
Honorarni nastavnici	
dr. sc. Miroslav Sedlaček	asistent od 1959./1960., nastavnik od 1964./1965.
Ljudevit Čeljuska, ing.	asistent od 1955./1956., predavač od 1964./1965. − 1966./1967.
dr. sc. Petar Tomaš	docent 1962./1963. − 1966./1967.
mr. sc. Petar Colić	predavač od 1968./1969.
mr. sc. Leo Budin	asistent 1963./1964.
Rajka Budin, ing.	asistent 1965./1966.
Ivo Heidl, ing.	asistent od 1964./1965.
dr. sc. Branimir Hrastnik	asistent od 1964./1965.
Zdravko Kos, ing.	asistent od 1959./1960.
dr. sc. Ante Ljubičić	asistent od 1967./1968.
mr. sc. Željko Pavlović	asistent od 1968./1969.
dr. sc. Aleksandar Šolc	asistent od 1961./1962.
Daslav Petrizio, ing.	asistent od 1961./1962.
dr. sc. Draško Gospodnetić	asistent od 1954./1955. −1960./1961.

Dolaskom novih nastavnika na Zavodu se razvijaju znastvena istraživanja u području nuklearne fizike, fizike lasera, fizike elementarnih čestica, kvantne teorije polja, gravitacije i kozmologije. U novim nastavnim programima uvode se kolegiji vezani uz područja znanstvenih istraživanja nastavnika Zavoda. U nastavnom programu ETF-3 uz nastavu opće fizike, kao temeljnu za sve tehničke fakultete, uvodi se na drugoj godini studija nastava moderne fizike primjerena suvremenom elektrotehničkom fakultetu, tablica 4. U trećem semestru uvodi se Fizika III u kojoj su se obrađivala električna i magnetska svojstva materijala polazeći od kvantno-mehaničkih osnova, a u četvrtom semestru Fizika IV s osnovama nuklearne fizike. Time su stvorene osnove za razumijevanje fizikalnih svojstava novih materijala važnih u elektrotehnici, kao i novih izvora energije, nuklearne fisije i fuzije.

Tablica 4.: Obvezni kolegiji fizike u nastavnim planovima na ETF-u i FER-u [13]

			Semestar	
			zimski	ljetni
ETF-1 (1959./1960.)	1. god.	Fizika	4+2	4+2
	2. god.	Fizika	3+0	-
ETF-2 (1967./1968.)	1. god.	Fizika	4+4	3+4
	2. god.	Fizika	2+1	2+1
ETF-3 (1970./1971.)	1. god.	Fizika I	4+2+1	
	1. god.	Fizika II		3+2+1
	2. god.	Fizika III	2+1	
	2. god.	Fizika IV		2+1+1
ETF-4 (1978./1979.)	1. god.	Fizika I	3+2+1	
	1. god.	Fizika II		3+2+1
	2. god.	Fizika III	3+2	
FER-1 (1994./1995.)	1. god.	Fizika I	3+2+1	
	1. god.	Fizika II		3+2+1
	2. god.	Fizika materijala	3+2	

U području nuklearne fizike i energetike posebno mjesto zauzimaju nastavnici Vladimir Knapp, Petar Kulišić, Mile Baće, Dubravko Pevec i Tomislav Petković.

Znanstveno-stručna aktivnost Vladimira Knappa velikim je dijelom u području nuklearne energetike. Inicirao je uvođenje nastavnog smjera Nuklearna energetika u nastavnom planu i programu ETF-4. Za to je usmjerenje Zavod davao nastavu iz niza specijaliziranih kolegija na dodiplomskoj (Uvod u

nuklearnu fiziku, Gorivni ciklusi te Djelovanje i zaštita od zračenja) i poslijediplomskoj razini (Osnove i primjene supravodljivosti, Nuklearna energetika, Novi izvori energije i Odabrana poglavlja nuklearne fizike).

Petar Kulišić na Zavod je došao 1972. s IRB-a. Magistrirao je 1964., a doktorirao 1965. godine, postavši najmlađi doktor znanosti u nas. Na Zavodu se posvetio nastavi opće fizike i istraživanjima u području Sunčeve energije. Njegov je doprinos u nastavi fizike i znanosti bio golem. Autor je i koautor desetak sveučilišnih udžbenika i oko sedam srednjoškolskih. Posebno treba istaknuti dvije knjige kao prve objavljene kod nas iz područja obnovljivih izvora energije: Knapp-Kulišić: *Novi izvori energije* (Školska knjiga, 1985.), P. Kulišić: *Iskorištavanje Sunčeve energije* (Školska knjiga, 1992.) Petar Kulišić bio je u tri navrata predstojnik Zavoda (1982. − 1984.; 1986. − 1988.; 1992. − 1994.). Njegovom je preranom smrću 1995. godine Zavod puno izgubio. Bio je jedan od najboljih nastavnika fizike, a generacijama studenata ostao je u sjećanju po duhovitim dosjetkama na predavanjima [13].

Mile Baće doktorirao je na mehaničkim spremnicima energije, relevantnim za korištenje Sunčeve energije i energije vjetra. Predavao je kolegije iz područja nuklearne fizike, djelovanja i zaštite od zračenja, fizike materijala, obnovljivih izvora i spremanja energije. Nastavu fizike držao je i na vanjskim fakultetima, a na Akademiji dramskih umjetnosti (ADU) predavao je o osnovama fotografske optike. Bio je predstojnik Zavoda.

Tomislav Petković dolazi u Zavod 1974. godine. Bavio se nuklearnom instrumentacijom i eksperimentalnom nuklearnom fizikom. Nositelj je kolegija iz opće i moderne fizike na svim razinama studija. Osim opsežne nastavne aktivnosti za studente ETF-a, niz godina predavao je fiziku studentima Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta. Ističe se širim filozofskim interesom za temelje i razvoj znanosti. Objavio je niz radova u kojima se fenomenologija suvremene kozmologije reinterpretira u vezi s filozofijom. Bio je predstojnik Zavoda.

Dubravko Pevec (na Zavodu od 1979.), vodeći je stručnjak za fiziku reaktora, nuklearnu sigurnost i posebno za nuklearne procese u gorivu reaktora o kojima ovisi sigurnost i ekonomičnost rada nuklearne elektrane. Intenzivno je surađivao s NE Krško. Vodio je nastavu iz područja nuklearno-energetskih kolegija na diplomskom i poslijediplomskom studiju. Bio je predstojnik Zavoda kroz četiri mandata.

Višnja Henč-Bartolić uvela je u nastavnom programu ETF-4 izborni kolegij Fizika lasera jer se njezin znanstveni rad (u ZPF-u od 1959. do 2004.), odvijao u području fizike ioniziranih plinova i fizike plinskih lasera [14]. Uz kolegije opće fizike za studente elektrotehnike, niz godina predavala je fiziku studentima Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta te Akademije likovnih umjetnosti.

ETF je 1995. promijenio naziv u Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER), dok je Zavod 1994. promijenio ime u Zavod za primijenjenu fiziku.

Nastavni program FER-1 uveden je akad. god. 1994./1995. Kolegij Fizika lasera nastavio se i u programu FER-1, u izvođenju nastave tad se pridružila Lahorija Bistričić. Njezin je znanstveni rad u području laserske spektroskopije te istraživanju strukture i svojstava nanomaterijala koji imaju primjenu u optoelektronici. Znanstvenom radu Zavoda u području fizike plazme pridružuje se 1996. godine Sanda Pleslić.

U nastavi opće fizike na programima ETF-4 i FER-1 velik su doprinos dali Dubravko Horvat i Zoran Narančić. Dubravko Horvat bavi se fizikom elementarnih čestica, kvantnom teorijom polja, gravitacijom i kozmologijom. Uveo je niz kolegija iz klasične i kvantne fizike. Uz predavanja za studente ETF-a (FER), niz godina predavao je kolegije opće fizike za studente Strojarsko-brodograđevnog i Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta te Akademije likovnih umjetnosti.

Područje znanstvenoistraživačke djelatnosti Zorana Narančića je fizika elementarnih čestica. Značajan je njegov doprinos nastavi opće fizike.

Vesna Borjanović bila je od 1993. zaposlena u Zavodu. Svojim znanstvenim radom u području fizike poluvodiča i nanomaterijala dala je značajan doprinos predmetima iz tog područja. Njezina prerana smrt 2016. velik je gubitak za Zavod i studente FER-a.

Pregled predmeta koje su nastavnici Zavoda predavali u okviru nastavnog programa FER-1 na diplomskom studiju nalazi se u tablici 5.

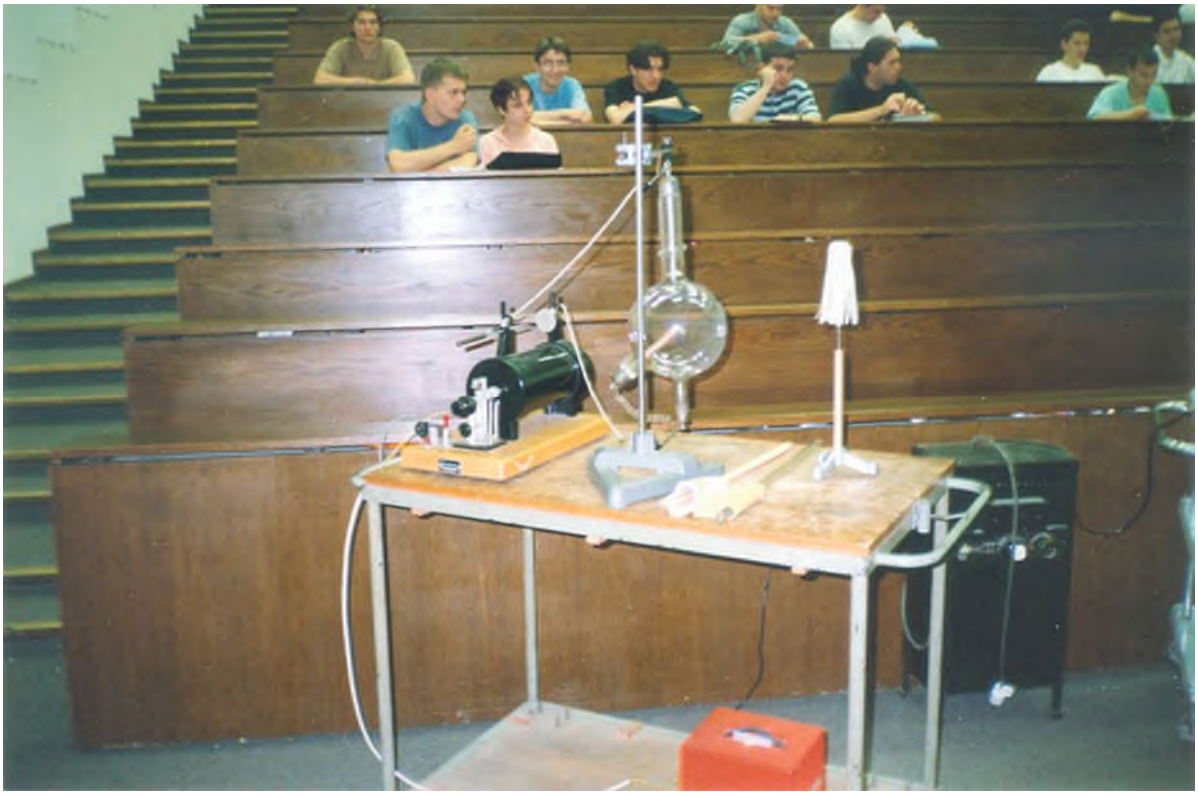
Tablica 5.: Predmeti Zavoda za primijenjenu fiziku nastavnog programa FER-1 [13]

Grupa predmeta Fizika	
Redoviti predmeti	Fizika I, Fizika II, Fizika materijala
Izborni predmeti	Fizika poluvodiča Osnove i primjene supravodljivosti Kvantna fizika Klasična elektrodinamika Fizika lasera Detektori čestica u eksperimentalnoj fizici Eksperimentalne tehnike i metode u fizici
Grupa predmeta fizikalne osnove energetskih tehnologija	
Redoviti kolegiji	Djelovanje i zaštita od zračenja Gorivni ciklusi i reaktorski materijali Dopunski izvori energije
Izborni kolegiji	Konverzija Sunčeve energije Uvod u nuklearnu fiziku i tehniku Fizikalne osnove spremanja energije

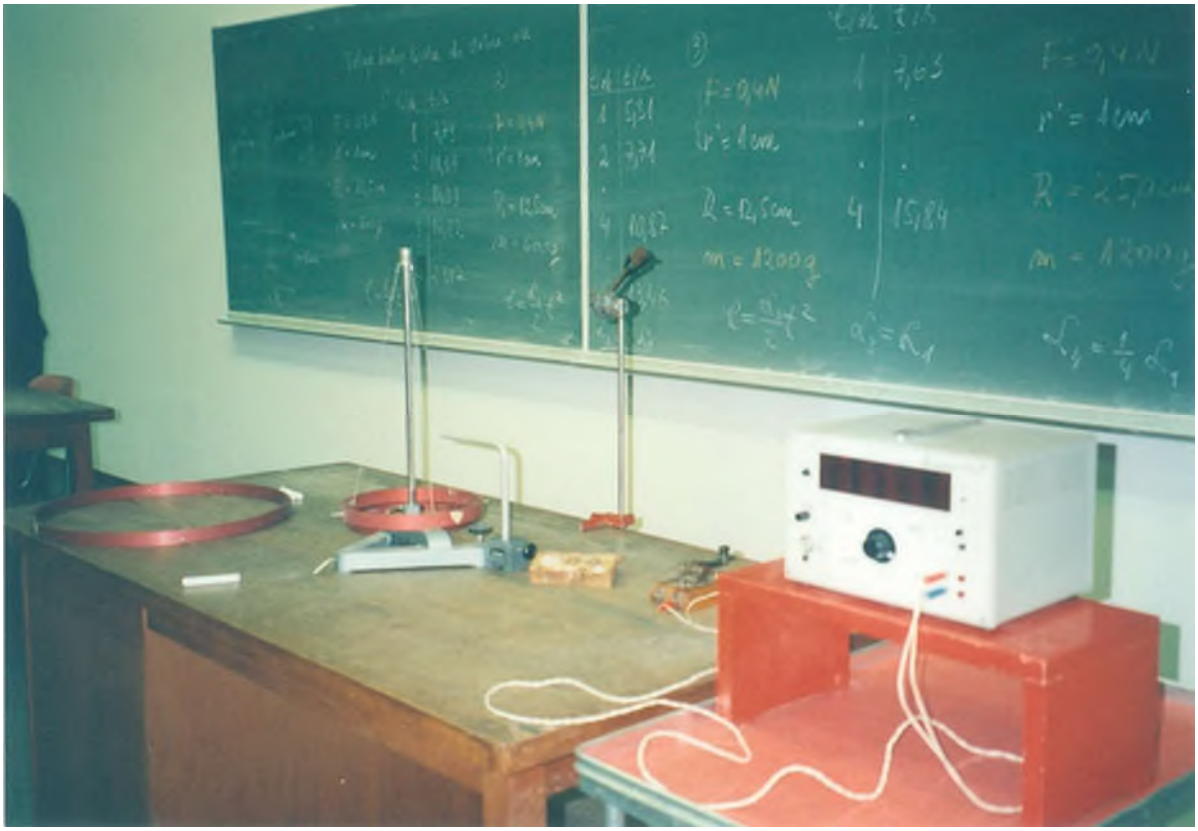
Nastavu opće fizike profesor Lopašić temeljio je na demonstracijskim eksperimentima na predavanjima. Nakon njegova umirovljenja nastavnici Zavoda primjenjivali su, uz suvremena nastavna pomagala, eksperimentalne metode koje je on uveo. Primjeri pokusa s predavanja dani su na slikama 7. – 10. Nastavnici



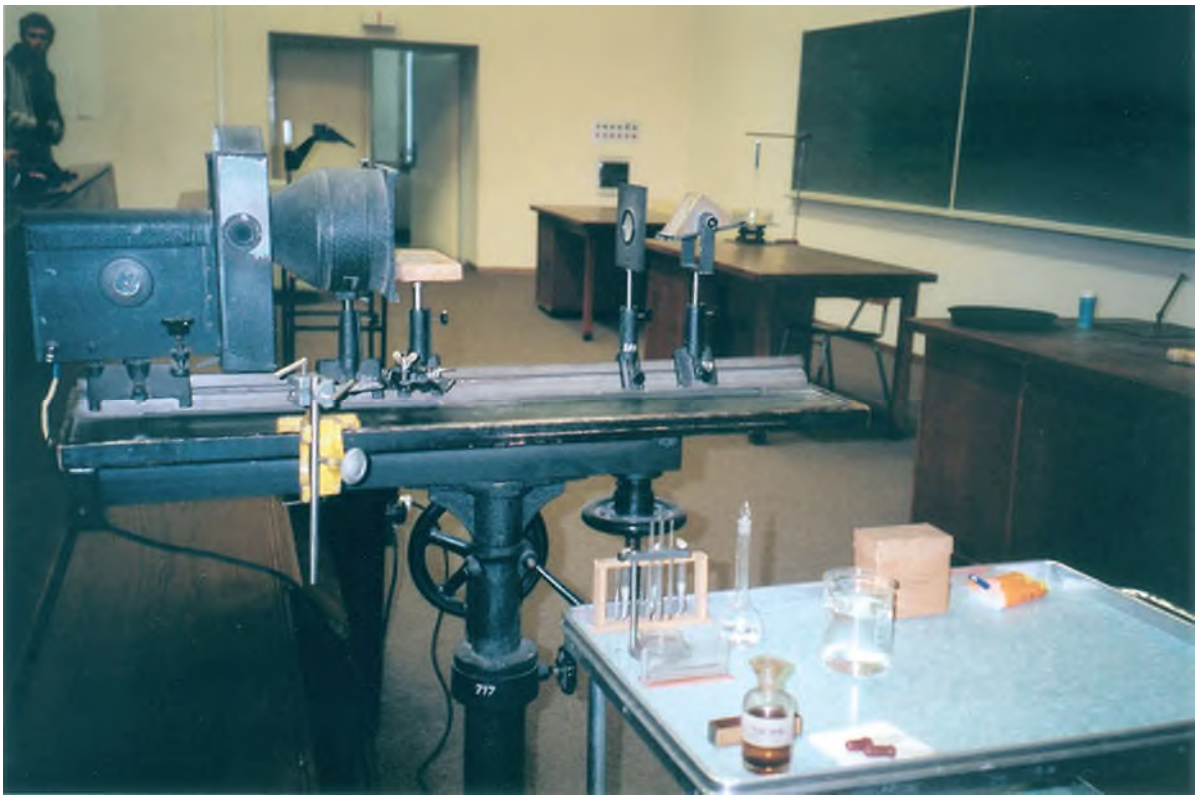
Sl. 7.: Prof. Višnja Henč-Bartolić (okrenuta leđima) studentima pokazuje hologrami



Sl. 8.: Pokus s rendgenskom cijevi



Sl. 9.: Mjerenje kutnog ubrzanja kotača tijekom predavanja



Sl. 10.: Pohlov uređaj, pokazivanje kapilarnih pojava

Zavoda su uz predavanja za studente ETF-a (FER) predavali kolegije opće fizike za studente Fakulteta strojarstva i brodogradnje (FSB), Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta (RGN), Kemijsko-tehnološkog fakulteta (KTS) i Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta (PBF). Eksperimente na predavanjima za studente svih fakulteta dugi niz godina izvodio je Tomislav Gjurić, a nastavio Radomir Ječmenica. Osim nastave na tehničkim fakultetima, nastavnici Zavoda predavali su i studentima Akademije dramskih umjetnosti i Akademije likovnih umjetnosti.

Iako su neki tehnički fakulteti zaposlili svoje nastavnike fizike zbog pokusa na predavanjima, predavanja su se i dalje održavala na ETF-u (FER). Vjera Lopac, profesorica fizike s KTS-a, zajedno s prof. Kulišićem držala je predavanja za studente KTS-a (od 1978. do 2014.). Nakon 1995. predavanja za grupu profesora Kulišića preuzela je Vesna Volovšek s FKIT-a (Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije). Profesor fizike Mladen Pavičić s Građevinskog fakulteta također je predavanja svojim studentima držao u dvorani B1 na FER-u.

Na Zavodu su se održavale laboratorijske vježbe za sve studente tehničkih fakulteta. Mnoge vježbe izradio je profesor Lopašić sa suradnicima, no u novim su nastavnim planovima modernizirane. Za održavanje opsežne nastave za sve tehničke fakultete, na Zavodu se povećavao broj nastavnika i asistenata. Popis nastavnika i asistenata koji su došli na Zavod od 1970. do 2004. donesen je u tablici 6.

Tablica 6.: Nastavnici i asistenti koji su došli na Zavod za primijenjenu fiziku od 1970. do 2004. godine

Stalni nastavnici i asistenti			
prof. dr. sc. Petar Kulišić	1972.	mr. sc. Miro Prpić	1991.
prof. dr. sc. Tomislav Petković	1975.	izv. prof. dr. sc. Vesna Borjanović	1993.
prof. dr. sc. Dubravko Pevec	1979.	dr. sc. Radomir Ječmenica	1993.
dr. sc. Srećko Lončarić	1980.	doc. dr. sc. Sanda Pleslić	1996.
prof. dr. sc. Lahorija Bistričić	1981.	dr. sc. Helena Božić	1996.
prof. dr. sc. Dubravko Horvat	1983.	izv. prof. dr. sc. Dijana Dominis	1996.
doc. dr. sc. Zoran Narančić	1984.	izv. prof. dr. sc. Krešimir Trontl	1997.
Miroslav Dorešić, dipl. ing.	1986.	dr. sc. Vesna Mikšić Trontl	1997.
Marija Pale, dipl. ing.	1986.	doc. dr. sc. Dario Hrupec	1998.
dr. sc. Borislav Bušić	1987.	mr. sc. Kristijan Gergeta	1999.
dr. sc. Tomislav Prokopec	1987.	dr. sc. Danijela Grozdanić	2002.
mr. sc. Ivan Budimir	1989.	izv. prof. dr. sc. Saša Ilijić	2003.

Za nastavu opće fizike na tehničkim fakultetima nastavnici Zavoda napisali su velik broj sveučilišnih udžbenika prilagođenih pojedinim fakultetima, kao i velik broj skripata i zbirki zadataka.

Literatura

[1] − *Tehnički fakulteti 1919. − 1994.*, monografija u povodu 75. obljetnice osnutka Tehničke visoke škole u Zagrebu, T. Premrl (ur.), Sveučilište u Zagrebu, 1994.

[2] H. Požar, B. Zovko-Cihlar, D. Koračin: *Spomenica 1919. − 1969.*, 50 godina studija elektrotehnike u Hrvatskoj, Tehnička knjiga, Zagreb, 1969.

[3] M. Kaštelan-Macan: *Vizionari kemijsko-inženjerskog studija*, Mentor, Zagreb, 2004.

[4] B. Hanžek: *Milivoj Prejac − zaboravljen ili prešućivan*, Gazophylacium, Zagreb, 2008., str. 39.

[5] − *Red predavanja i akademičke oblasti Kr. tehničke visoke* škole u Zagrebu, za ljetni *semestar god. 1922.*, Zagreb, Tiskara Oljevac i Janzon, 1922.

[6] http://www.radiomuseum-croatia.com/new/otonkucera), preuzeto 2. 4. 2019.

[7] Branko Hanžek: Tehničar Franjo Ivan Havliček (1906. – 1971.), *Povijest i filozofija tehnike − radovi EDZ sekcije 2012. – 2016. godine*, Z. Benčić, J. Moser (ur.), Kiklos – krug knjige, 2017.

[8] B. Hanžek, Z. Benčić: *Vatroslav Lopašić −Klasik hrvatske fizike*, Kiklos, Zagreb, 2011.

[9] − Izvještaj o radu Tehničkog fakulteta u 1952./53. šk. god., 14. srpnja 1953. (arhiva Zavoda za primijenjenu fiziku FER-a)

[10] V. Lopašić: Izvještaj predstojnika Zavoda za fiziku ETF u Zagrebu, prof. dr. Vatroslava Lopašića, o radu Zavoda za fiziku ETF za vrijeme od 15. ožujka 1950. pa do 1. listopada 1967.; 6. listopada 1967. (arhiva Zavoda za primijenjenu fiziku FER-a)

[11] D. Bauman, S. Gajović: *Elektronska mikroskopija u Hrvatskoj*, Hrvatsko mikroskopijsko društvo, Zagreb, 2012.

[12] V. Knapp: Izvještaj o radu Zavoda za akad. god. 1968./69. (arhiva Zavoda za primijenjenu fiziku FER-a).

[13] − *Spomenica 40. obljetnica Fakulteta elektrotehnike i računarstva*, T. Petković (gl. ur.), FER i Element, Zagreb, 1996.

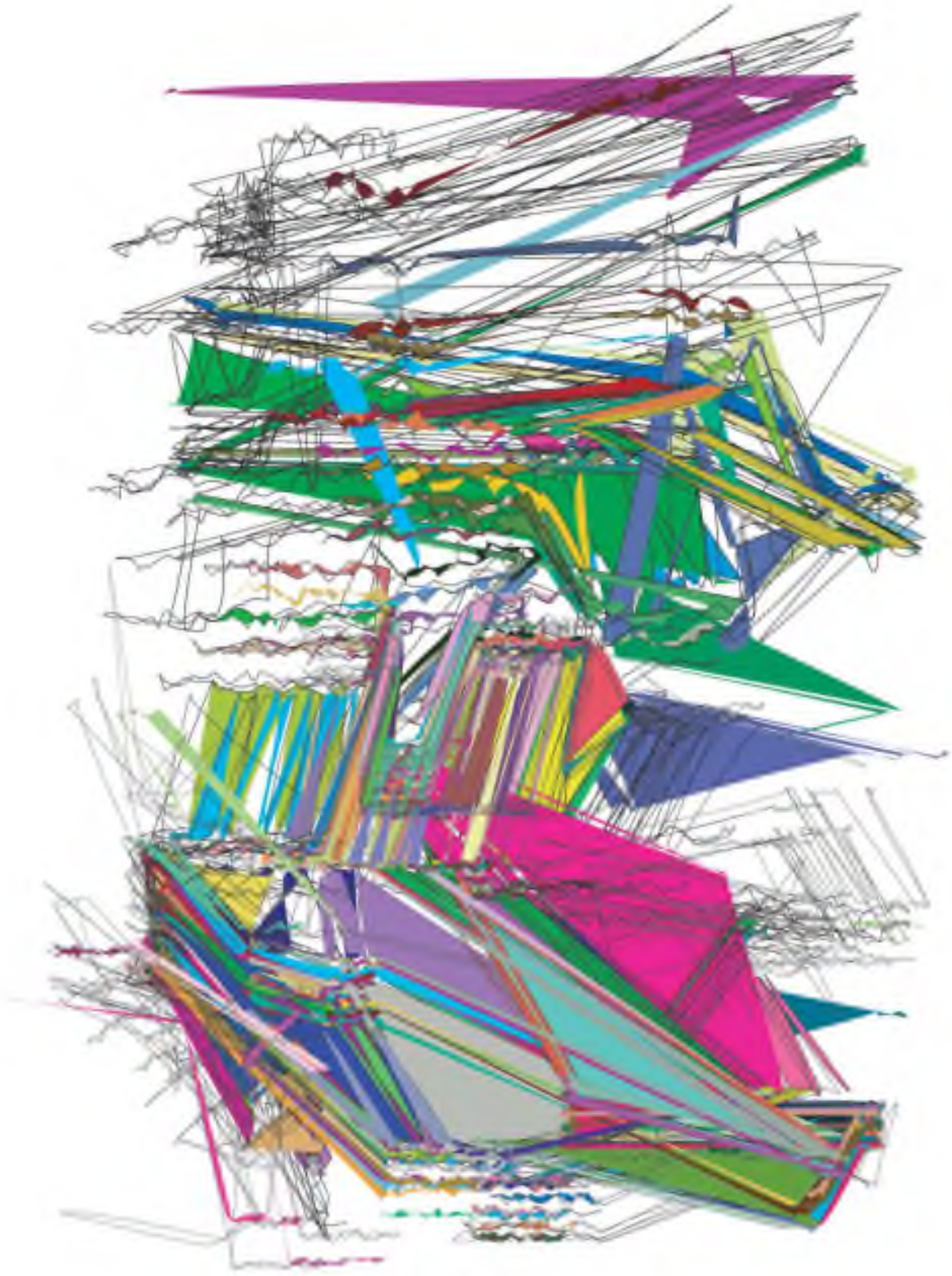
[14] V. Henč-Bartolić, L. Bistričić: Uvođenje lasera u Zavodu za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, *Povijest i filozofija tehnike, 7. simpozij PIFT 2018.*, Z. Benčić (ur.), Kiklos – krug knjige, Zagreb, 2018.

Physics Education at the Royal High School of Engineering / Faculty of Engineering / Faculty of Electrical Engineering / Faculty of Electrical Engineering and Computing from 1919 to 2004

Lahorija Bistričić and *Višnja Henč-Bartolić*

Abstract: The Department of Applied Physics of the Faculty of Engineering, and since 1956 Electrical Engineering, teaching physics at all technical faculties in Zagreb played an important role in the education of engineers in the technical field in Croatia. During the period until 1965, under the guidance of Vatroslav Lopašić and his colaborators, the teaching of general physics was accompanied by impressive demonstration experiments and laboratory measurements suitable for technical faculties. After that period, the Department of Applied Physics is developing modern physics teaching and scientific work in the fields of physics of materials, nuclear physics and energy, physics of lasers, quantum physics, physics of elementary particles, cosmology and gravity.

Keywords: Department of applied physics, physics education, technical faculties



Ivan Flegar

Uloga matematičkih modela u projektiranju električkih uređaja

Sažetak: Matematički modeli osnovno su sredstvo projektanata električkih uređaja u nadvladavanju složenosti objekata koje projektiraju. Korisnost matematičkog modela proizlazi iz činjenice da je formuliran u okviru nekog, za postavljeno pitanje o projektiranom objektu, relevantnog interpretiranog formalnog sustava. Time projektantu postaju dostupni mnogobrojni matematički teoremi, kao i analitičke i numeričke metode proračuna. Opisan je jedan od formalnih sustava elektrotehnike – teorija električkih mreža – koji omogućuje izgradnju električkih matematičkih modela i sustavnu formulaciju jednadžbi mreže električkih uređaja u svim situacijama kad se uređaj može promatrati kao električki malena mreža.

Ključne riječi: električki model, jednadžbe mreže, matematički model, teorija električkih mreža

Uvod

Osnovna zadaća inženjera jest rješavanje problema koji se odnose na projektiranje, proizvodnju te primjenu svrsishodnih i opredmećenih proizvoda koji zadovoljavaju neke specifične potrebe ili očekivanja korisnika.

Polazna točka svih djelatnosti u stvaranju proizvoda svrsishodnog korisniku jest projektiranje proizvoda. U općem slučaju, tijekom projektiranja treba identificirati potrebe ili očekivanja korisnika koje projektirani proizvod treba zadovoljiti, provesti usporedbenu analizu sličnih proizvoda na tržištu, identificirati sva relevantna zakonska, ekonomska, kadrovska i druga ograničenja te utvrditi

kriterije za odabir rješenja. Na osnovi rezultata tih analiza stvara se specifikacija željenih tehničkih karakteristika proizvoda. Na putu prema izradi tehničke dokumentacije proizvoda kojom projekt završava treba još provesti analizu mogućih rješenja, odabrati rješenje u sklopu tzv. idejnog projekta te na kraju i izraditi projekt proizvoda.

U stvarnosti će, ovisno o konkretnom projektu, neke od tih djelatnosti obaviti stručne službe proizvođača, naručitelja ili korisnika proizvoda. Katkad projektanti dobivaju od naručitelja projekta potpune projektne zahtjeve u obliku specifikacije tehničkih karakteristika proizvoda ili čak i prijedlog idejnog rješenja. Jedina faza projektiranja kojom će se projektanti baviti u svakom slučaju jest izrada projekta proizvoda. U toj se fazi projektiranja, primjerice kod projektiranja električkih uređaja, projektanti bave u prvom redu električkim, toplinskim i mehaničkim proračunom komponenata i sklopova uređaja te uređajem u cjelini.

Proračun bilo kojeg objekta (komponente, sklopa, uređaja, sustava, procesa) sastoji se od skupa matematičkih metoda kojima se na osnovi odabranih matematičkih modela objekta – električkog, toplinskog i mehaničkog modela – dobivaju vrijednosti svih varijabli potrebnih za njegovo dimenzioniranje. Ispravnost proračuna pretpostavka je ispravnog dimenzioniranja projektiranog objekta, a ona pak ovisi o ispravno odabranim matematičkim modelima objekta. Zbog toga je za projektanta bitno da zna ne samo što je matematički model, koje su značajke valjanog matematičkog modela te kako odabrati najbolji matematički model projektiranog objekta nego i da zna pretpostavke pod kojima su matematički modeli projektiranog objekta definirani te kako vrednovati rezultate proračuna. U nastavku teksta na ta će se pitanja pokušati odgovoriti razmatrajući samo električke modele električkih uređaja izgrađene unutar jednog od formalnih sustava elektrotehnike – teorije električkih mreža.

Sinteza i analiza električkih mreža

Svaki električki uređaj sadrži barem jednu električku mrežu kojom se trebaju zadovoljiti željena električka svojstva uređaja. Zbog toga je poznavanje metoda određivanja struktura i svojstava električkih mreža preduvjet korektnog proračuna električkih, ali i toplinskih i mehaničkih svojstava projektiranog uređaja.

Uobičajeno se električka mreža promatra kao sustav koji se sastoji od električkih komponenata (naprava) spojenih tako da se za narinuti skup poticaja X, karakteriziran varijablama $x_i (i = 1, 2, ..., m)$, dobije skup odziva Y, karakteriziran varijablama $y_j (j = 1, 2, ..., n)$, slika 1. Pritom se pod sustavom smatra svaki



Sl. 1.: Električka mreža promatrana kao sustav

skup različitih, međusobno djelujućih objekata s pomoću kojih se mogu ostvariti neke funkcije neostvarive s pomoću pojedinačnih objekata od kojih je taj sustav sastavljen. Pod električkom komponentom smatra se svaki objekt svrsishodno izrađen i funkcionalno nerastavljiv na sastavne dijelove. Tipični primjeri komponenata su kondenzator, otpornik i dioda.

Električke mreže grade se da bi se ostvarivši željeni odziv riješio neki elektrotehnički problem. Primjerice, da se električna energija pretvori u koji drugi oblik energije kod korisnika (toplinsku, mehaničku i dr.), da se TV signal kod korisnika preoblikuje u sliku i slično. No, kako ostvariti (električku) mrežu kojom bi se riješio postavljeni problem? Drugim riječima, kako za zadani skup poticaja X i željeni skup odziva Y pronaći mrežu M tako da skup poticaja X djelujući na mrežu M proizvede skup odziva Y. Taj se postupak pronalaženja mreže M naziva sinteza mreže.

Do rješenja postavljenog problema, tj. sinteze tražene mreže, načelno se uvijek može doći iterativnim procesom – metodom pokušaja i pogreške. U prvom se koraku, na osnovi iskustva, uvida u slične uređaje i intuicije, odabere jedna kandidatska mreža M_1, fizički se realizira i za zadani se skup poticaja X narinutih na tu mrežu mjerenjima i opažanjima dobije skup odziva Y_1. Ako se u prvom koraku ne dobije željeni skup odziva, postupak se ponavlja s promijenjenom mrežom M_2, i tako redom dok se nakon N koraka (iteracija) ne dobije tehnički prihvatljivo odstupanje između dobivenog skupa odziva Y_N i željenog skupa odziva Y. Postupak kojim se u k-toj iteraciji za zadani skup poticaja X i odabranu, dakle, poznatu mrežu M_k dobije skup odziva Y_k naziva se analiza mreže.

Sinteza mreže sastoji se, prema tome, u višekratnom ponavljanju analize mreže. Očigledno, tako provedena sinteza mreže troši ljudske i materijalne resurse kao i vrijeme. Neizbježna je samo onda ako se o rješenju postavljenog problema zna vrlo malo. U svim ostalim slučajevima, a to je u praksi najčešći slučaj, sinteza mreže ne provodi se fizičkom izgradnjom i ispitivanjima kandidatskih mreža, nego izgradnjom odgovarajućih matematičkih električkih modela. Višekratnim ponavljanjem analize matematičkih električkih modela kandidatskih mreža, što je neusporedivo brže i jeftinije od prethodnog postupka, dobiva se (matematički) električki model željene mreže. Tek na

osnovi rezultata analize električkog modela pristupa se fizičkoj izgradnji željene mreže.

Zbog toga se u projektantskoj praksi pod analizom i sintezom mreža smatra analiza i sinteza odgovarajućih električkih modela mreže. Pritom je izravna sinteza mreže, tj. sinteza mreže a da se višekratno ne ponove analize kandidatskih mreža, moguća samo za neke vrlo jednostavne mreže te je za projektantsku praksu nevažna.

O modeliranju i matematičkim modelima

Osnovni pojmovi

Modeliranje nekog fizičkog objekta jest postupak kojim projektant (modelar) objekt – original – bilo da je realiziran ili ga tek treba projektirati, svjesno mu pojednostavnjujući svojstva, prevodi u drugi fizički ili apstraktan (simbolički) objekt – model, za koji smatra da će mu pomoći odgovoriti na pitanja koja ga zanimaju o originalu. Svako modeliranje karakterizira trojstvo: original – pitanje – model. Bez originala nema pitanja, bez pitanja ne zna se što raditi s modelom, a bez originala i pitanja model je bez svrhe.

Apstraktni se modeli dijele na logičke, analogijske, simulacijske i matematičke. Za projektantsku su praksu najvažniji matematički modeli. Matematički model je skup matematičkih relacija (jednadžbi, nejednadžbi, graničnih uvjeta i dr.) definiran unutar nekog interpretiranog formalnog sustava [2]. Između varijabli matematičkog modela i varijabli originala moraju postojati pravila korespondencije. U protivnom, matematički model je bez svrhe jer se njegova valjanost ne može eksperimentalno provjeriti na originalu.

Pod formalnim se sustavom razumijeva skup simbola i relacija među simbolima koji praktičnu važnost dobiva tek interpretacijom. Svaki formalni sustav sadrži postulate (sudove nedokazive unutar sustava za koje se, ako su interpretirani, smatra da su istiniti ili da su svrsishodni), primitivne pojmove (eksplicitno nedefinirane pojmove unutar sustava ili implicitno definirane postulatima), izvedene pojmove (pojmove izvedene iz postulata i primitivnih pojmova) i teoreme (deduktivne zaključke) [3]. Interpretira li ga se u pojmovima elektrotehnike, pripadni je matematički model električki model originala. Ako se formalni sustav interpretira u pojmovima termodinamike ili mehanike, pripadni je matematički model toplinski ili mehanički model originala.

U elektrotehnici postoje dva formalna sustava. Jedan od formalnih sustava – teorija elektromagnetskog polja – preuzet je iz klasične fizike, daje najpotpuniji opis elektromagnetskih pojava i može se načelno primijeniti u analizi svih električkih mreža. Drugi formalni sustav – teorija električkih mreža – poseban

je slučaj teorije elektromagnetskog polja i daje pojmovni okvir za izgradnju matematičkih modela te sustavan pristup analizi matematičkih modela svih električkih mreža kod kojih se može zanemariti valni karakter elektromagnetskih pojava.

Osnovno pravilo modeliranja

Suočeni s inherentnom složenošću fizičkih objekata koje projektiraju, projektanti primjenjuju strategiju nadvladavanja složenosti koja vrijedi i u svakodnevnom životu: ono što je složeno treba pojednostavniti. Modeliranjem s pomoću matematičkih modela raščlanjuju projektirani objekt na apstraktne objekte koji "oponašaju" samo neka za projektanta interesantna svojstva fizičkog objekta – originala.

Modeliranje nije egzaktan postupak. Ne postoje algoritmi kojih bi se modelar trebao pridržavati da izgradi valjani model za zadano pitanje o originalu. Osim deklarativnog stručnog znanja, važnu ulogu u modeliranju imaju i iskustvo, intuicija, sklonosti, kao i opće netehničko znanje modelara.

Jednom te istom originalu i pitanju može se uvijek pridružiti više modela različitih stupnjeva složenosti. Dobro strukturiran složeniji model sadrži kao posebne slučajeve jednostavnije modele. Njime je opisano više svojstava originala i točnije nego jednostavnijim modelom. No, model nije kopija originala. Stoga složeniji model nije uvijek ciljno bolji od jednostavnijeg. Tako u projektantskoj praksi previše složen model, koji uzima u obzir i svojstva originala koja projektantu nisu važna, ne samo da otežava kasnije proračune nego može i otežati razumijevanje dobivenih rezultata. S druge strane, prejednostavan model, kojim nisu obuhvaćena sva projektantu važna svojstva originala, vodi do pogrešnih proračuna.

Vještina modelara očituje se u tome da između raspoloživih modela odabere onaj kojim će najlakše, ali još uvijek dovoljno točno odgovoriti na postavljeno pitanje. Zbog toga kao osnovno pravilo modeliranja vrijedi iskaz [13]:

> Najbolji model je najjednostavniji model koji još služi svrsi, tj. dovoljno je složen da daje zadovoljavajuće odgovore na postavljena pitanja o originalu.

Da bi se odredio najjednostavniji model potrebno je znati kriterije jednostavnosti, tj. po čemu je neki model jednostavniji od drugih. Neki od kriterija jednostavnosti su: manji broj i/ili manje vrsta entiteta (varijabli i parametara modela), manji broj i/ili manje vrsta relacija između entiteta, manji broj postulata i/ili primitivnih pojmova te manji broj *ad hoc* pretpostavki [12].

Osnovne značajke matematičkog modela

Osnovne značajke svakog matematičkog modela su subjektivnost, tematska reduciranost i metodička apstrahiranost [6].

Subjektivnost proizlazi iz činjenice da modelar na osnovi svojeg znanja, iskustva i intuicije, između svih poznatih mu varijabli originala, odabire kao varijable matematičkog modela samo one za koje smatra da su bitne za rješenje zadanog problema. Odbacuje one za koje zna da utječu na original, ali po njegovu mišljenju ne bitno, kao i sve one varijable za koje zna da ne utječu na original. Također, svjestan je i da na original sigurno utječu i neke varijable za koje ne zna, ali vjeruje da je njihov utjecaj na original zanemariv.

Modelar gradi matematički model tako da dobije odgovor samo na neka pitanja koja se odnose na svojstva ili pojave karakteristične za original, što znači da je matematički model tematski reduciran. Odabirom samo onih varijabli za koje modelar smatra da bitno utječu na original matematički je model s jedne strane nužno pojednostavnjen, a s druge je strane originalan jer posjeduje neka svojstva koja original ne posjeduje.

Varijable matematičkog modela moraju biti ujedno i varijable nekog formalnog sustava iskazanog jezikom matematike. Time modelaru postaju dostupni mnogobrojni matematički teoremi te analitičke i numeričke metode proračuna. No, to znači da je matematički model metodički apstrahiran jer se modeliranjem zahvaćaju svojstva i pojave karakteristične za original samo onako kako dopuštaju pravila manipuliranja simbolima unutar odgovarajućeg formalnog sustava. Ostali su načini odbačeni (apstrahirani).

Značajke valjanog matematičkog modela

Matematički je model valjan ako je razlika između vrijednosti varijabli izračunatih nakon provedene analize matematičkog modela i izmjerenih na originalu manja od još dopuštenog odstupanja. Podudarnost matematičkog modela s originalom ne može biti dokazana matematičkim metodama jer bi svaki dokaz tražio uvođenje novih matematičkih modela i novih dokaza njihove podudarnosti. Podudarnost se dokazuje samo eksperimentima na originalu.

Podaci potrebni za izgradnju matematičkog modela i određivanje vrijednosti parametara odabranog matematičkog modela projektiranog objekta, primjerice, električkog modela električkog uređaja, amalgam su podataka dobivenih mjerenjima na sličnim uređajima, podataka proračunatih na temelju izmjerenih karakteristika komponenata uređaja, kataloških podataka komponenata, podataka iz tehničke specifikacije uređaja i dr. Vrijednosti većine tih, sa stajališta modeliranja, ulaznih podataka, nalaze se unutar određenih, često zadanih a katkad i pretpostavljenih, granica. To znači da valjanost modeliranja treba

provjeriti za različite vrijednosti parametara odabranog matematičkog modela. Zbog toga je za valjani matematički model bitno da je robustan, tj. da su u matematičkom modelu uzete u obzir sve promjene vrijednosti parametara modela i njihove najnezgodnije kombinacije te da se rezultati analize rada modela mijenjaju na očekivani način zbog promjene vrijednosti pojedinih parametara modela.

Odnosi između matematičkog modela i originala

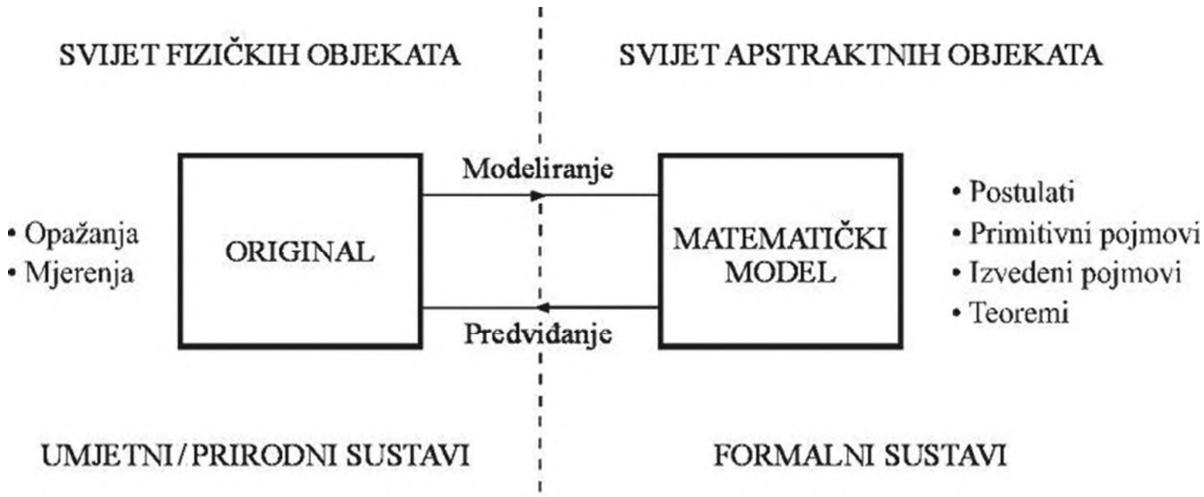
Postojanje odgovarajućeg formalnog sustava, tj. njegovih postulata, primitivnih i izvedenih pojmova te teorema omogućuje modelaru da preoblikuje postavljeno pitanje o originalu u jezik matematike stvorivši za to pitanje prikladan matematički model. Zatim modelar analizira matematički model originala koristeći deduktivne zaključke (teoreme) izvedene iz postulata odabranog formalnog sustava kao i analitičke i numeričke metode proračuna. Rezultat analize jest skup odziva Y iskazan s pomoću primitivnih i izvedenih pojmova (varijabli) odabranog formalnog sustava.

Uzimajući u obzir pravila korespondencije između varijabli matematičkog modela i varijabli originala, rezultat analize – skup odziva Y – ako original još ne postoji nego se tek projektira, postaje skup provjerljivih predviđanja o ponašanju i svojstvima originala. Nakon što se original izvede i eksperimentima utvrdi podudarnost modela s originalom, skup odziva Y postaje skup uređenih iskaza o ponašanju i svojstvima originala. To je i odgovor na temeljno pitanje modeliranja: "Čemu služi model?" Matematički model ne služi samo za generiranje provjerljivih predviđanja o ponašanju i svojstvima originala nego je i sredstvo za uređivanje (strukturiranje) iskustva [6].

U prirodnim znanostima od modela se očekuje ne samo da budu sredstva za generiranje provjerljivih predviđanja i uređivanje iskustva nego i da služe za objašnjenje pojava i događaja iz objektivnog svijeta. U prirodnim znanostima prevladava deduktivno-nomološko objašnjenje, tj. ono što se objašnjava dobiva se kao deduktivni zaključak iz premisa, odnosno kao poseban slučaj važenja teorema nekog interpretiranog formalnog sustava [14]. To znači da bi premise objašnjenja, a njih čine iskazi u kojima se koriste matematički modeli pripadnog formalnog sustava, morale biti istinite. Rasprave o tome je li zahtjev da premise objašnjenja budu istinite prestrog ili nije, a time posljedično i da modeli budu istiniti, traju u filozofiji znanosti još od Aristotelova doba [1, 10].

Za projektantsku djelatnost, kao i općenitije za inženjerstvo, pitanje istinitosti ili lažnosti modela nije važno. Cilj inženjerstva je stvaranje svrsishodnih proizvoda, a ne povećanje deklarativnog znanja o objektivnom svijetu. Za inženjere modeli su korisni instrumenti (sredstva), čija se vrijednost procjenjuje samo s obzirom na uspješnost predviđanja. Model kao i svako sredstvo ne može

biti niti istinit niti lažan nego samo prikladan ili neprikladan. Također, nikad se s potpunom sigurnošću ne može znati je li podudarnost između originala i modela istinska ili slučajna. Uvijek je moguće da će i neki drugi model, zasnovan na drukčijim pretpostavkama, biti podudaran s originalom.



Sl. 2.: Odnosi između matematičkog modela i originala

Slika 2. prikazuje odnose između matematičkog modela i originala. Uočljiva je složenost uloge modelara. Njegova specijalnost ne smije biti niti isključivo svijet originala niti isključivo svijet modela. U njegovim je rukama modeliranje, tj. preoblikovanje postavljenog pitanja o ponašanju i svojstvima originala – objekta fizičkog svijeta – u problem analize matematičkog modela originala – objekta apstraktnog svijeta – ali i obratan postupak, tj. dobivanje odgovora na postavljeno pitanje interpretacijom rezultata analize matematičkog modela iskazanih s pomoću varijabli originala. Svo je umijeće modeliranja u tome da se modeliranjem izgubi što je manje moguće bitnih informacija o originalu i modelu.

Teorija električkih mreža kao interpretirani formalni sustav

Varijable u teoriji elektromagnetskog polja

Električkom, toplinskom i mehaničkom proračunu komponenata uređaja prethodi analiza rada one mreže za koju projektant smatra da će zadovoljiti zadanu specifikaciju tehničkih karakteristika uređaja. Analiza rada provodi se na električkom modelu mreže. Tu se kao osnovno pitanje postavlja: “Koje su

(električke) varijable na raspolaganju projektantu – modelaru da bi izgradio valjani (električki) model?"

Načelno, odgovor je vrlo jednostavan. Treba ih "posuditi" iz fizikalnih osnova elektrotehnike. To su vektorske veličine jakosti električnog polja, električnog pomaka, jakosti magnetskog polja, magnetske indukcije i gustoće provodne struje te skalarna veličina gustoće naboja. Te se varijable, uz parametre koji opisuju sredinu u kojoj se opaža elektromagnetsko djelovanje (parametri vodljivosti χ, permitivnosti ε i permeabilnosti μ)[1], nalaze u eksperimentalnim zakonima elektriciteta i magnetizma (Faradayev zakon, poopćeni Ampèreov zakon, Gaussovi zakoni za električno i magnetsko polje). Te je zakone matematički uobličio u skup jednadžbi (teoriju elektromagnetskog polja) engleski fizičar Oliver Heaviside (1850. – 1925.) i nazvao Maxwellovim jednadžbama, prema škotskom fizičaru Jamesu Clerku Maxwellu (1839. – 1879.), koji je prvi sustavno razradio, matematički formulirao i poopćio Faradayeve ideje o električnom i magnetskom polju.

Iz Maxwellovih jednadžbi proizlazi da svaka stvarna mreža zauzima dio prostora u kojem se elektromagnetske pojave šire konačnom brzinom te da zbog vektorskog karaktera varijable mreže ne ovise samo o vremenu nego i o prostornim koordinatama. Maxwellove jednadžbe zajedno sa zakonom o očuvanju naboja i zakonom o sili koja djeluje na električno nabijene čestice u gibanju daju najpotpuniji opis elektromagnetskih pojava u okvirima klasične fizike [4].

Iz tih činjenica proizlazi na prvi pogled logičan zaključak da bi za ostvarenje električkog modela neke mreže ili komponente trebalo odabrati skup varijabli iz teorije elektromagnetskog polja. Iako točan, taj je zaključak za najveći broj slučajeva u elektrotehničkoj praksi nekoristan, primjerice, pri projektiranju gotovo svih električkih uređaja. Naime, ovisnost tih varijabli o prostornim koordinatama znači da bi za analizu rada neke mreže trebalo kao ulazne podatke ne samo specificirati skup poticaja X i električne parametre komponenata (otpornost, kapacitivnost, induktivnost) nego i razmještaj komponenata, njihove dimenzije i prostornu orijentaciju u stvarnoj mreži (uređaju). To bi usložnilo analizu tako stvorenog električkog modela stvarne mreže u tolikoj mjeri da bi već za mreže s manjim brojem komponenata takva analiza bila praktički neprovediva.

Pretpostavka o električki malenoj mreži

Rješavanje Maxwellovih jednadžbi može se izbjeći i time bitno olakšati projektiranje uređaja ako su komponente mreže kao i mreža u cjelini kojom su ostvarene željene funkcije uređaja električki malene. Električki malena komponenta je svaka komponenta s $2m$ priključaka (m = 1, 2, ...), koji se mogu

[1]U linearnoj, homogenoj i izotropnoj sredini ti su parametri konstante, dok su u općem slučaju nelinearne, nehomogene i anizotropne sredine ti parametri tenzorske veličine.

grupirati u *m* parova priključaka, pri čemu za svaki par priključaka vrijedi da je trenutačna vrijednost struje jednog priključka para po apsolutnoj vrijednosti približno jednaka trenutačnoj vrijednosti struje drugog priključka para [11]. Par priključaka s tim svojstvom naziva se prilaz komponente.[2]

Zamislimo komponentu s dvama priključcima (jednoprilaz) duljine *d* orijentiranu u smjeru osi *x* širenja elektromagnetskog polja na čijim su krajevima priključci A i B i kojoj je u ustaljenom stanju na priključak A narinut strujni val oblika

$$i_A = \hat{I} \sin 2\pi f \left(t - \frac{x}{c} \right)$$

gdje je $\hat{I}$ amplituda, *f* najveća frekvencija bitna za ispravno funkcioniranje komponente u uređaju, a *c* brzina širenja strujnog vala. Zbog toga je strujni val na priključku B oblika

$$i_B = \hat{I} \sin 2\pi f \left(t - \frac{x + d}{c} \right)$$

i razlika između trenutačnih vrijednosti struja priključaka bit će zanemariva ako vrijedi da je

$$2\pi fd \ll c$$

Dakle, komponenta je električki malena ako je

$$d \ll \frac{c}{2\pi f} \tag{1}$$

Isti uvjet vrijedi i za električki malene mreže ako se duljina *d* shvati kao najveća dimenzija uređaja u kojem se nalazi mreža. Primjerice, neka je u projektu audiopojačala važno da audiopojačalo vjerno prenese i pojača ulazni signal do frekvencije od 25 kHz. Budući da je brzina širenja elektromagnetskog polja u zraku praktički jednaka brzini svjetlosti u vakuumu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, dobivamo da najveća dimenzija audiopojačala mora biti

[2]Navedeno vrijedi i za električki malene komponente s neparnim brojem priključaka. Naime, one se mogu prikazati kao komponente s parnim brojem priključaka ako se jedan od priključaka shvati kao zajednički za dva prilaza. Tako se, primjerice, sve komponente s trima priključcima, kao što su upravljive poluvodičke komponente, mogu prikazati kao komponente s dvama prilazima (dvoprilazi).

$$d \ll 1900 \text{ m}$$

što je, očigledno, zadovoljeno u svim primjenama.

Proizlazi da u električki malenoj mreži nije potrebno poznavati razmještaj komponenata u uređaju, njihove dimenzije ni prostornu orijentaciju da bi se odredilo njihovo strujno opterećenje. Dovoljno je poznavanje valnih oblika struje priključka $i(t)$ svake komponente. Neovisnost valnih oblika struje priključka komponente o njezinu fizičkom položaju u odnosu na druge komponente implicira da za opis fizikalnih pojava u komponentama u električki malenim mrežama nije potrebno poznavanje vektorskih varijabli elektromagnetskog polja, tj. da se može zanemariti utjecaj elektromagnetskog polja izvan komponenata na njihova fizikalna svojstva. Dovoljne su skalarne varijable definirane na priključcima komponenata.

Na pojedinačnom priključku svake komponente može se osim struje priključka definirati još samo skalarna varijabla električnog potencijala. Električni potencijal priključka komponente može se točno odrediti samo do neke konstantne vrijednosti, koja ovisi od po volji odabrane točke u uređaju, kojoj se pridjeljuje (električni) potencijal jednak nuli. Očigledno je da fizikalna svojstva komponente ne ovise o tome koja je točka, a to može biti i jedan od priključaka neke komponente, odabrana kao točka nultog potencijala. S druge strane, svaka komponenta ima barem dva priključka, što znači da u opisu fizikalnih svojstava komponente nisu bitni potencijali, nego samo njihova razlika. Zbog toga se, osim struje priključka, kao druga varijabla kojom se opisuju fizikalna svojstva komponente uvodi pojam napona $u(t)$ koji se, u električki malenim mrežama s dovoljnom točnošću, može definirati kao razlika potencijala između dvaju priključaka komponente.

Kirchhoffovi zakoni

U električki malenoj mreži sva su fizikalna svojstva komponenata koncentrirana u samim komponentama, tj. utjecaj elektromagnetskog polja izvan komponenata na njihova fizikalna svojstva je zanemariv. Pretpostavi li se, dodatno, da elektromagnetsko polje izvan komponenata uopće ne postoji, proizlazi da je svaka komponenta električno neutralna, tj. da je rezultantni naboj svake komponente jednak nuli, te da ne postoji magnetska veza između komponenata.

Prihvaćajući te pretpostavke iz Maxwellovih jednadžbi proizlaze Kirchhoffovi zakoni. Tako se, kombinirajući Gaussov zakon za električno polje sa zakonom o očuvanju električnog naboja dobiva za svaku zatvorenu plohu koja obuhvaća neki čvor mreže ili, općenitije, dijeli mrežu točno na dvije podmreže, ali tako da ne presijeca bilo koju od komponenata, da je zbroj trenutačnih vrijednosti struja koje prolaze kroz tu plohu u svakom trenutku jednak brzini

kojom se mijenja rezultantni naboj obuhvaćen tom plohom. No, ako je prema polaznoj pretpostavci rezultantni naboj svake komponente, a time i rezultantni naboj obuhvaćen bilo kojom zatvorenom plohom jednak nuli, dobiva se da je zbroj trenutačnih vrijednosti struja koje prolaze kroz bilo koju zatvorenu plohu u svakom trenutku jednak nuli, što je iskaz Kirchhoffova zakona struje.

Kirchhoffov zakon napona, kojim se izriče da je algebarski zbroj svih trenutačnih vrijednosti napona u svakoj petlji mreže u svakom trenutku jednak nuli, proizlazi izravno iz Faradayeva zakona pretpostavljajući da ne postoji magnetska veza između komponenata, tj. da mreža nije prožeta vanjskim promjenljivim magnetskim poljem.

Postulati i primitivni pojmovi teorije električkih mreža

Kao što je uvodno istaknuto, analiza rada električkih modela kandidatskih mreža ili poslije odabrane mreže, kojom se dobiva skup odziva Y i zatim uspoređuje sa specifikacijom tehničkih karakteristika uređaja, preduvjet je svim električkim proračunima komponenata stvarne mreže koja se projektira.

Zbog toga je bitno prije analize procijeniti hoće li stvarna mreža biti električki malena prema kriteriju danom izrazom (1). U procjeni dimenzija uređaja, a time i pripadne mreže, projektantu pomaže iskustvo kao i uvid u slične uređaje. Jer, ako mreža nije električki malena, kao što je to slučaj, primjerice, kod antena, valovoda i sličnih uređaja, analiza rada svodi se na rješavanje Maxwellovih jednadžbi uz uzimanje u obzir odgovarajućih graničnih uvjeta.

U najvećem broju slučajeva u praksi mreže su električki malene te se za analizu njihova rada mogu primijeniti matematički modeli električkih komponenata i mreža te matematičke metode analize električkih modela mreža koje pripadaju formalnom sustavu koji je poseban slučaj teorije elektromagnetskog polja – teoriji električkih mreža. Taj se formalni sustav temelji na dvama postulatima:

1. Mreža je električki malena, pri čemu se dodatno pretpostavlja:
   – da je brzina širenja elektromagnetskog polja mrežom beskonačna
   – da izvan komponenata mreže ne postoji elektromagnetsko polje, i
   – da se svaka komponenta mreže može zamisliti podijeljena na elektromagnetski odvojene sredine u kojima se, u svakoj zasebno, odvijaju fizikalni procesi pretvorbe i uskladištenja električne energije.
2. U mreži vrijede Kirchhoffovi zakoni.

Zamjenom konačne brzine širenja elektromagnetskog polja beskonačnom brzinom proizlazi: a) da je za svaki prilaz komponente trenutačna vrijednost struje jednog priključka prilaza po apsolutnoj vrijednosti jednaka trenutačnoj vrijednosti struje drugog priključka prilaza, b) da su na svakom prilazu kompo-

nente dobro definirane dvije varijable: napon prilaza i struja prilaza, koje imaju status primitivnih pojmova[3] teorije električkih mreža i c) da na električka svojstva mreže, iskazana skupom odziva Y, utječe, uz zadani skup poticaja X, samo način kako su komponente međusobno spojene u mrežu, a ne i njihov razmještaj, dimenzije i prostorna orijentacija u stvarnoj mreži.

Pretpostavkom da izvan komponenata ne postoji elektromagnetsko polje svaka se komponenta promatra elektromagnetski odvojena od drugih komponenata, dok pretpostavka o "podjeli" komponente na različite elektromagnetske sredine omogućuje uvođenje jednostavnih modela za predodžbu fizikalnih procesa u komponenti.

Drugi postulat iskazuje da u električkom modelu mreže vrijede Kirchhoffovi zakoni, za čiju je primjenu potrebno poznavati kako su komponente spojene u stvarnoj mreži. Tu se kao primitivni pojam pojavljuje u Kirchhoffovu zakonu struje pojam čvora, dok se pojam petlje,[4] bitan za primjenu Kirchhoffova zakona napona, može uvesti s pomoću primitivnog pojma grane. Pojmovi čvora i grane definirani su zajedno. Čvor je točka spoja dviju ili više grana, dok je grana linijski segment (put) koji spaja dva čvora.

Elementi mreže

Pretpostavka da se svaka komponenta može podijeliti na elektromagnetski odvojene sredine, i to tako da se u svakoj od tih sredina manifestira samo jedan od procesa koji karakteriziraju fizikalna svojstva komponente, omogućuje uvođenje četiriju modela, tzv. elemenata mreže, po jedan za svaki od fizikalnih procesa koji se odvijaju u komponenti. To su: a) otpor, kojim je predočena pretvorba električne energije u toplinsku energiju u sredini karakteriziranoj parametrom vodljivosti χ, b) kapacitet, kojim je predočeno uskladištenje elektrostatičke energije u sredini karakteriziranoj parametrom permitivnosti ε, c) induktivitet,[5] kojim je predočeno uskladištenje magnetske energije u sredini

[3] U teoriji elektromagnetskog polja napon i struja prilaza su izvedeni pojmovi.

[4] Petlja je zatvoreni put duž mreže sa svojstvom da su samo po dvije grane tog puta spojene sa svakim čvorom puta.

[5] Razlikovanje naziva komponenata od naziva pripadnih elemenata mreže (modela komponenata) postoji samo za otpornike, kondenzatore i prigušnice (zavojnice). Tako se u teoriji električkih mreža, primjerice, naziv 'prigušnica' upotrebljava za komponentu u kojoj se skladišti magnetska energija, naziv 'induktivitet' za pripadni element mreže, a naziv 'induktivnost' za konstantu L, dimenzije Vs/A, karakterističnu za linearne vremenski nepromjenljive prigušnice. U praksi je češća druga varijanta, umjesto naziva 'induktivitet' upotrebljava se naziv 'idealna prigušnica', a umjesto naziva 'induktivnost' upotrebljava se naziv 'induktivitet'. Za ostale komponente, kao što su transformatori, poluvodičke komponente i dr., razlike u nazivima između komponenata i pripadnih modela nema i tek iz konteksta postaje jasno je li riječ o komponenti ili o pripadnom modelu.

karakteriziranoj parametrom permeabilnosti μ i d) nezavisni naponski ili nezavisni strujni izvor, kojima je predočena pretvorba neelektrične energije u električnu kao i obratan proces[6] (isključujući toplinsku energiju).

Otpor i nezavisni izvori. Za definiciju otpora i nezavisnih izvora dostaju (primitivne) varijable napona prilaza u i struje prilaza i. Tako je konstitutivna relacija[7] jednoprilaznog vremenski nepromjenljivog otpora dana funkcijom $f_R(u, i) = 0$, a vremenski promjenljivog otpora funkcijom $f_R(u, i, t) = 0$. U općem slučaju, konstitutivnu relaciju m-prilaznog vremenski nepromjenljivog otpora čini skup od m funkcija $f_{Rk}(u_k, i_k) = 0$, $k = 1, 2, ..., m$, a m-prilaznog vremenski promjenljivog otpora skup od m funkcija $f_{Rk}(u_k, i_k, t) = 0$, $k = 1, 2, ..., m$.

Konstitutivnu relaciju m-prilaznog nezavisnog naponskog izvora čini skup funkcija $u_k(t)$, $k = 1, 2, ..., m$, dok je struja svakog prilaza $i_k(t)$ po volji. Konstitutivnu relaciju m-prilaznog nezavisnog strujnog izvora čini skup funkcija $i_k(t)$, $k = 1, 2, ..., m$, dok je napon svakog prilaza $u_k(t)$ po volji.

Formalno gledano, svi bi se procesi pretvorbe energije iz jednog oblika u drugi mogli predočiti samo jednim elementom mreže – otporom. No, u svijetu fizičkih objekata jasno se razlikuju izvori električne energije (generatori, akumulatorske baterije, fotonaponske ćelije), tj. komponente koje pretvaraju neelektričnu energiju u električnu, od komponenata koje mogu električnu energiju pretvoriti jedino u toplinsku (otpornici, poluvodičke komponente, sklopke i dr.). Svijet apstraktnih objekata – matematičkih modela – treba biti "slika" svijeta fizičkih objekata, pa je tu razliku važno održati i u svijetu matematičkih modela, tako da svi otpori, tj. modeli otpornika, poluvodičkih komponenata, sklopki i dr., pripadaju među pasivne elemente mreže, dok svi nezavisni izvori, tj. modeli izvora električne energije pripadaju među aktivne elemente mreže. Također, u mnogim primjenama ne treba obratiti pozornost samo na energetske procese pretvorbe u mrežama. Primjerice, u svakoj mreži koja se koristi u pojačalima postoji poseban prilaz, tzv. ulaz pojačala, na koji se unosi informacijski signal u obliku zadanog valnog oblika napona ili struje. To znači da je u analizi sposobnosti takve mreže da procesira informacijski signal na željeni način prikladno informacijski signal modelirati kao nezavisni naponski ili strujni izvor narinut na ulaz pojačala.

[6]Kad se u nezavisnim izvorima električna energija pretvara u neelektričnu energiju primjereno ih je nazvati nezavisnim uvorima.

[7]Konstitutivna relacija elementa mreže skup je algebarskih i/ili transcendentnih jednadžbi kojima su dane funkcijske veze između onih varijabli koje definiraju osnovno svojstvo elementa mreže. Budući da se vrijednosti varijabli u konstitutivnim relacijama odnose na isti trenutak t, skup jednadžbi koji tvori konstitutivnu relaciju nekog elementa mreže mora biti stvoren isključivo s pomoću algebarskih operacija. Nealgebarske operacije, kao što su vremenski pomak, deriviranje ili integriranje su isključene. Osim toga, konstitutivne relacije moraju vrijediti za svaki trenutak t i za sve u praksi ostvarive poticaje.

Kapacitet i induktivitet. Konstitutivne relacije otpora povezuju napone i struje otpora u istom trenutku. Vrijednosti struja ili napona otpora u prošlim trenucima ne utječu na vrijednosti napona i struja u sadašnjem trenutku. Otpori ne "pamte" ono što je prošlo. Za razliku od otpora, kapacitete i induktivitete karakterizira uskladištenje elektrostatičke odnosno magnetske energije. To znači da mogu početi odavati energiju vanjskom svijetu od nekog trenutka zbog energetskih procesa koji su se u tim elementima mreže odvijali prije tog trenutka. Kapaciteti i induktiviteti "pamte" ono što je prošlo. Ta činjenica implicira da se konstitutivne relacije kapaciteta i induktiviteta ne mogu opisati primitivnim varijablama napona i struje prilaza.

Primjerice, napon jednoprilaznog kapaciteta u nekom promatranom trenutku t ne ovisi o struji kapaciteta u tom trenutku, nego o naboju kapaciteta u tom trenutku,

$$q(t)=\int_{-\infty}^{t} i(\tau)\,d\tau=\int_{-\infty}^{t_0} i(\tau)\,d\tau+\int_{t_0}^{t} i(\tau)\,d\tau=q(t_0)+\int_{t_0}^{t} i(\tau)\,d\tau$$

dakle, o svim vrijednostima struja koje su protekle kapacitetom od trenutka $t=-\infty$ kad je kapacitet "stvoren", tj. kad je $q(-\infty)=0$, do promatranog trenutka t. Uočimo da sve te vrijednosti struja kapaciteta ne treba znati ako se zna vrijednost naboja $q(t_0)$ u nekom trenutku t_0. Tada je dovoljno samo poznavanje valnog oblika struje kapaciteta od tog trenutka do promatranog trenutka t. Sve rečeno vrijedi za svaki prilaz kapaciteta posebno, što znači da je u općem slučaju m-prilazni kapacitet definiran konstitutivnim relacijama između napona i naboja na svakom od njegovih prilaza.

Analogno tome, struja jednoprilaznog induktiviteta u nekom promatranom trenutku t ne ovisi o naponu induktiviteta u tom trenutku, nego o toku induktiviteta u tom trenutku,

$$\varphi(t)=\int_{-\infty}^{t} u(\tau)\,d\tau=\int_{-\infty}^{t_0} u(\tau)\,d\tau+\int_{t_0}^{t} u(\tau)\,d\tau=\varphi(t_0)+\int_{t_0}^{t} u(\tau)\,d\tau$$

dakle, o svim vrijednostima napona narinutim na induktivitet od trenutka $t=-\infty$ kad je induktivitet "stvoren", tj. kad je $\varphi(-\infty)=0$, do promatranog trenutka t. Sve te vrijednosti napona induktiviteta ne treba znati ako se zna vrijednost toka $\varphi(t_0)$ u nekom trenutku t_0. Tada je dovoljno samo poznavanje valnog oblika napona induktiviteta od tog trenutka do promatranog trenutka t. Sve rečeno vrijedi za svaki prilaz induktiviteta posebno, što znači da je u općem slučaju m-prilazni induktivitet definiran konstitutivnim relacijama između struje i toka na svakom od njegovih prilaza.

Varijable q i φ izvedene su varijable iz primitivnih varijabli napona prilaza u i struje prilaza i i prikladno ih je nazvati nabojem prilaza i tokom prilaza. Njihovo značenje ne treba tražiti izvan okvira formalnog sustava. Stoga naboj prilaza ne treba interpretirati kao uzrok postojanja električnog polja ni tok prilaza kao magnetski tok čija promjena prouzročuje pojavu napona, nego samo kao integralne veličine napona i struje na prilazima modela komponente.[8]

Električki model mreže

Odabir najboljeg električkog modela mreže

S projektantskog stajališta analiza neke stvarne mreže obuhvaća nekoliko odvojenih aktivnosti. To su odabir sheme spoja mreže, modeliranje mreže, dobivanje sustava jednadžbi, tzv. jednadžbi mreže, rješenjem kojih se dobivaju naponi i struje svih elemenata mreže, rješavanje jednadžbi mreže te vrednovanje rješenja. Za odabir sheme spoja mreže kojom projektant smatra da će postići željeno električko ponašanje uređaja ne postoji sustavan (jednoznačan) postupak kao ni neko opće pravilo. Odabir ovisi samo o iskustvu, uvidu u slične uređaje drugih proizvođača i intuiciji projektanta.

Kao što je istaknuto, modeliranje mreže odnosno komponenata mreže također, nije egzaktan postupak. No, za razliku od pitanja: "Kako odabrati shemu spoja mreže?", na koje nema čak ni načelnog odgovora, na ekvivalentno pitanje u pojmovima modeliranja: "Kako odabrati električki model stvarne mreže?", načelni je odgovor očigledan: "Pridržavati se osnovnog pravila modeliranja, tj. odabrati najbolji model."

U izgradnji najboljeg električkog modela mreže nema one višeznačnosti koja, u općem slučaju, prati značenje riječi 'jednostavnost', odnosno njoj suprotne riječi 'složenost'. Tu se jednostavnost modela komponenata uspoređuje unutar istog formalnog sustava – teorije električkih mreža – pa se kriteriji jednostavnosti ne odnose na broj i vrstu postulata, primitivnih pojmova, *ad hoc* pretpostavki i dr. Zbog toga se u izgradnji modela komponenata smatra da je jednostavniji model onaj model koji sadrži manji broj i manje vrsta entiteta (varijabli i elemenata mreže) te manji broj i manje vrsta relacija između entiteta. Također, bitno je da su modeli dobro strukturirani, tj. da složeniji model kao posebne slučajeve obuhvaća jednostavnije modele.

[8] Tako shvaćeni pojmovi naboja prilaza i toka prilaza omogućuju u praksi fizičko modeliranje neke komponente s pomoću drugih komponenata. Karakterističan je primjer, čest u elektroničkim sklopovima, da se s pomoću kondenzatora, otpornika i operacijskih pojačala modelira prigušnica željene konstitutivne relacije $f_L(i, \varphi) = 0$. O tome više u [7].

Put prema odabiru najboljeg modela ovisi o tome postoji li original s rezultatima mjerenja na originalu ili original još ne postoji. Ako original postoji, modeliranje treba početi s najjednostavnijim mogućim modelom, provjeriti daje li zadovoljavajuće odgovore, ako ne, postupak ponoviti sa složenijim modelom i tako postupno usložnjavati model dok se ne dobiju zadovoljavajući odgovori na postavljena pitanja o originalu.

U projektantskoj je praksi drukčije. Original još ne postoji tako da provjera valjanosti modela nije moguća. No, za većinu modela komponenata postoje bilo kataloški podaci bilo podaci u stručnoj literaturi iz kojih se mogu izgraditi dobro strukturirani modeli komponenata. Zbog toga se za modeliranu komponentu može uzeti i najsloženiji model te zatim utvrditi pretpostavke pod kojima se model može pojednostavniti. Mnoge od tih pretpostavki ovise o međusobnom spoju komponenata ili njihovu spoju s vanjskim svijetom (izvorima i trošilima) i mogu se obično lako provjeriti ili se čak nalaze u specifikaciji tehničkih karakteristika uređaja.

Također treba uzeti u obzir i činjenicu da projektanti rijetko projektiraju posve nove uređaje. Uglavnom su to uređaji koji su barem po nekim karakteristikama slični prethodno projektiranim. Zbog toga u potrazi za sve boljim modelom, odnosno pri donošenju odluke kad treba stati s promjenama modela, bitnu ulogu osim znanja igraju iskustvo kao i intuicija projektanata.

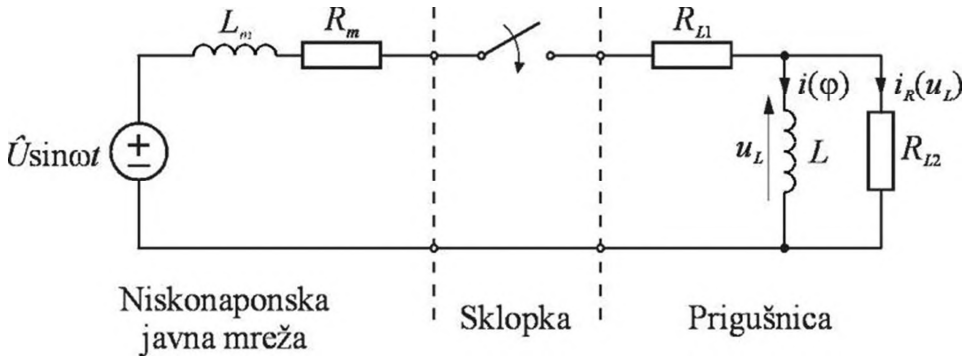
Primjer

Odabrati najbolji model nije lako, a često bez većeg iskustva u modeliranju nije ni moguće. Pokažimo to na jednostavnom primjeru. Pretpostavimo da treba odrediti najveću vrijednost struje prigušnice s feromagnetskom jezgrom nakon uklopa na niskonaponsku javnu mrežu. Radna indukcija prigušnice induktivnosti L u ustaljenom stanju odabrana je tako da se nalazi na linearnom dijelu krivulje magnetiziranja jezgre, "nešto ispod" koljena krivulje.

Problem se svodi na stvaranje električkog modela mreže koju čine niskonaponska javna mreža, sklopka i prigušnica, određivanje parametara odgovarajućih elemenata mreže te rješavanje pripadne jednadžbe mreže. Budući da sklopka može uklopiti u bilo kojem trenutku poluperiode napona javne mreže, potrebno je dobiti rješenja za više odabranih trenutaka uklopa sklopke unutar poluperiode izmjeničnog napona niskonaponske javne mreže.

Odaberu li se uobičajeni modeli niskonaponske javne mreže i prigušnice dobiva se nadomjesna shema spoja mreže prikazana na slici 3. Pritom je sklopka modelirana idealnom sklopkom jer je u promatranom slučaju vrijeme uklapanja sklopke neusporedivo kraće od trajanja prijelazne pojave uklopa. Niskonaponska javna mreža modelirana je serijskim spojem naponskog izvora $u = \hat{U} \sin \omega t,$ induktiviteta L_m i otpora R_m. Prigušnica je modelirana nelinearnim

induktivitetom karakteristike $i(\varphi)$, linearnim otporom R_{L1} koji predočuje gubitke snage u namotu te nelinearnim otporom R_{L2} karakteristike $i_R(u_L)$, koji predočuje gubitke snage u jezgri (gubici vrtložnih struja i gubici histereze). Zbog niske frekvencije javne mreže zanemarene su kapacitivnosti između zavoja i između slojeva namota prigušnice [15].



Sl. 3.: Električki model mreže

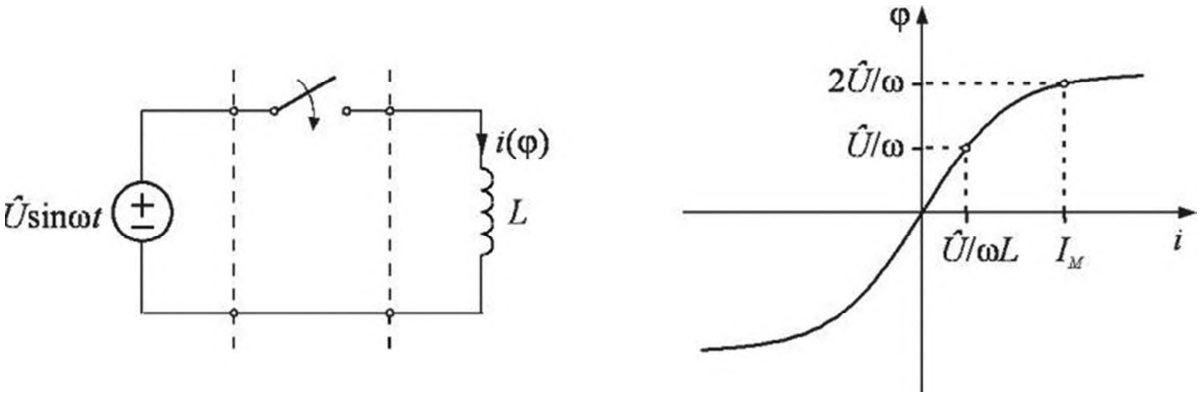
Iz tog električkog modela mreže lako se dobiva jednadžba mreže koja je oblika nelinearne diferencijalne jednadžbe drugog reda i može se riješiti samo numeričkim metodama. Varirajući trenutke uklopa sklopke dobio bi se skup rješenja odakle bi slijedio i odgovor na postavljeno pitanje.

U tom je postupku kritično određivanje parametara električkog modela prigušnice. U praksi se obično izmjere $I(U)$ i $P(U)$ karakteristike prigušnice, gdje su U i I efektivne vrijednosti napona i struje prigušnice, a P ukupni gubici snage prigušnice. Prijelaz na odabrani model s nelinearnim karakteristikama $i(\varphi)$ i $i_R(u_L)$ nije nimalo jednostavan i podliježe dodatnim pretpostavkama, koje nije lako provjeriti [9].

Zbog te inherentne nesigurnosti u točnost proračunatih parametara modela prigušnice razumno je iskušati i drugi put: maksimalno pojednostavniti model, na jednostavniji način dobiti traženu najveću vrijednost struje uklopa i usporediti je s rezultatom dobivenim složenijim modelom. Najjednostavniji mogući matematički model mreže dobiva se ako se u električkom modelu mreže zanemare svi otpori i pretpostavi da je $L \ll L_m$, što se lako provjeri jer se zna prosječna vrijednost induktivnosti javne mreže.[9] Ako je ta pretpostavka zadovoljena, električki se model mreže svodi na spoj naponskog izvora i nelinearnog induktiviteta karakteristike $i(\varphi)$, slika 4. Sad je očigledno da će se najveća struja uklopa postići ako se u poluperiodi izmjeničnog napona u kojoj se

[9]Za većinu europskih zemalja vrijedi da je na 90 % mjesta priključka trošila impedancija niskonaponske javne mreže manja od tzv. referentne vrijednosti $Z_m = R_m + \mathrm{j}\, L_m = 0{,}4 + \mathrm{j}\, 0{,}25\ \Omega$, što znači da je $L_m < 0{,}8$ mH [8].

dogodio uklop na induktivitet narine najveća moguća vrijednost voltsekundi (toka). To se događa ako sklopka uklopi u trenutku prolaza izmjeničnog napona kroz nulu. Na induktivitet su tada narinute dvostruke voltsekunde u odnosu na ustaljeno stanje te se iz karakteristike $i(\varphi)$ očita najveća vrijednost struje uklopa I_M.



Sl. 4.: Najjednostavniji mogući električki model mreže

Očigledno je drugi način rješavanja bitno jednostavniji i treba ga preferirati u budućim modeliranjima za slična pitanja ako je razlika između rezultata dobivenih tim modelom i složenijim modelom još tehnički prihvatljiva. Ako je razlika između dobivenih rezultata tehnički neprihvatljiva, odgovor na pitanje koji je model bolji može dati samo eksperiment.

Jednadžbe mreže

Sustavni zapis jednadžbi mreže

Teorija električkih mreža daje projektantu točan odgovor samo na jedno pitanje: "Kako na temelju sheme spoja stvarne mreže i modela komponenata te mreže stvoriti skup jednadžbi, tzv. jednadžbi mreže, rješenjem kojih se dobivaju naponi i struje svih modela komponenata?"

U prvom se koraku stvara električki model stvarne mreže, tzv. nadomjesna shema spoja originala, tako da se modeli komponenata spoje idealnim vodičima onako kako su komponente spojene u stvarnoj mreži.

U drugom se koraku na temelju nadomjesne sheme spoja (originala) stvaraju dva skupa jednadžbi. Prvi skup tvori skup linearnih algebarskih jednadžbi koji proizlazi iz primjene Kirchhoffovih zakona na nadomjesnu shemu spoja. Vrste elemenata mreže nisu bitne, bitno je samo kako su ti elementi mreže spojeni u nadomjesnoj shemi spoja. Zapis tog skupa jednadžbi je trivijalan ako je

riječ o nadomjesnim shemama spojeva (mrežama) s manjim brojem grana i čvorova. Za mreže s većim brojem grana i čvorova, primjerice mreže sa stotinjak grana i čvorova, bitno je znati sustavan postupak zapisa tih jednadžbi. To je osigurano primijeni li se temeljni teorem teorije grafova [5]. Broj linearnih algebarskih jednadžbi jednak je broju grana nadomjesne sheme spoja.

Drugi skup jednadžbi tvori skup konstitutivnih relacija grana mreže. Kako su te grane spojene u mrežu nije bitno, bitne su samo konstitutivne relacije elemenata mreže koji tvore svaku od grana. Konstitutivne relacije grana mogu biti linearne ili nelinearne funkcije u kojima može biti iskazana i vremenska nepromjenljivost ili vremenska promjenljivost elemenata mreže. Očigledno, i broj jednadžbi drugog skupa jednak je broju grana nadomjesne sheme spoja.

U trećem se koraku dobiva skup jednadžbi mreže. Tu su moguća dva načina iskaza. Jedan je da se iz konstitutivnih relacija grana svi naponi grana izraze s pomoću struja grana i uvrste u jednadžbe Kirchhoffova zakona napona te one zajedno s jednadžbama Kirchhoffova zakona struje čine jednadžbe mreže iskazane s pomoću struja grana. Analognim se postupkom dolazi i do drugog mogućeg skupa jednadžbi mreže iskazanog s pomoću napona grana. U svakom slučaju broj jednadžbi mreže jednak je broju grana nadomjesne sheme spoja.

Odabir metode rješavanja jednadžbi mreže

U osnovi postoje dvije metode rješavanja jednadžbi mreže. To su analitičke metode i numeričke metode. Odabir metode ovisi o postavljenom pitanju, vrsti analizirane mreže i broju elemenata mreže kojima je projektirana mreža modelirana.

Ako je projektirana mreža modelirana linearnom vremenski nepromjenljivom mrežom, jednadžbe mreže svode se na sustav linearnih algebarskih jednadžbi s konstantnim koeficijentima traži li se ustaljeno stanje, odnosno na sustav diferencijalnih jednadžbi s konstantnim koeficijentima traži li se vremenski odziv. No, da bi se dobio vremenski odziv imalo složenije mreže petog ili višeg reda, dakle, mreže s pet ili više kapaciteta i induktiviteta, potrebno je riješiti tzv. karakterističnu jednadžbu, tj. algebarsku jednadžbu petog ili višeg reda. Analitičko rješenje te jednadžbe nije moguće, nego samo približno numeričko rješenje.

Ako je projektirana mreža nelinearna i/ili vremenski promjenjiva, samo se neki vrlo jednostavni slučajevi mogu riješiti analitički. To vrijedi za mreže čije se električko ponašanje može opisati analitički rješivim nelinearnim diferencijalnim jednadžbama, kao i za posve jednostavne mreže linearne na odsječku. Za, u elektrotehničkoj praksi, najvažnije nelinearne diferencijalne jednadžbe, kao što su Duffingova ili van der Polova diferencijalna jednadžba, ne postoje točna nego samo približna analitička rješenja.

S druge strane, stalno povećavanje računalne snage elektroničkih računala promijenilo je značenje riječi ‘rješenje’. Jer, ako se rješenje sustava od nekoliko

nelinearnih diferencijalnih jednadžbi može dobiti za nekoliko sekundi, onda eventualno prilagođavanje matematičkog modela mreže tipu diferencijalne jednadžbe, čije je rješenje poznato, ili primjena posebnih grafičkih metoda i slični "trikovi", nekoć česti u projektantskoj praksi, danas nemaju nikakva smisla.

Zbog toga u svim slučajevima, osim u vrlo jednostavnim mrežama koji se mogu lako riješiti analitički, treba primjenjivati numeričke metode rješavanja jednadžbi mreže. Traži li se vremenski odziv, bitno je da zapis jednadžbi mreže bude takav da omogući jednostavan numerički proračun odgovarajućih diferencijalnih jednadžbi. Taj je zahtjev zadovoljen ako se jednadžbe mreže prikažu kao sustav diferencijalnih jednadžbi prvog reda, pri čemu su kao varijable mreže odabrane varijable stanja, tj. varijable čiji je valni oblik neprekinuta funkcija. U općem slučaju varijable stanja su naboj kapaciteta i tok induktiviteta, a u linearnim vremenski nepromjenjivim mrežama varijable stanja su napon kapaciteta i struja induktiviteta. Jednadžbe mreže iskazane s pomoću varijabli stanja nazivaju se jednadžbe stanja mreže i mogu se na sustavan način dobiti primjenom temeljnog teorema teorije grafova [5].

Vrednovanje rješenja jednadžbi mreže

Rješenjem jednadžbi mreže za odabranu nadomjesnu shemu spoja stvarne mreže (originala), kojom projektant smatra da će zadovoljiti željene funkcije uređaja, projektant dobiva skup podataka s pomoću kojih može početi dimenzioniranje komponenata uređaja, tj. odrediti najveća strujna i naponska opterećenja komponenata te njihove gubitke snage koji će mu poslije poslužiti kao osnova za toplinski proračun uređaja.

Jednadžbe mreže ovise o shemi spoja komponenata i njihovim (matematičkim) modelima. No, sam postupak modeliranja, kao što je spomenuto, nije egzaktan. Zbog toga je bitno prije početka dimenzioniranja komponenata kritički vrednovati ne samo izlazne podatke proračuna, tj. rezultate dobivene rješavanjem jednadžbi mreže nego i ulazne podatke te matematičku metodu proračuna [6].

Prethodna procjena rezultata. Prije rješavanja jednadžbi mreže projektant mora približno znati što treba dobiti kao rezultat. Jer, ako ne zna što treba dobiti, svaki mu rezultat može izgledati jednako dobar ili jednako loš. U tom slučaju nema načina da projektant prije fizičke izvedbe uređaja spozna, a tada je to već kasno, jesu li rezultati točni ili nisu.[10]

[10] Prije pedesetak i više godina nije trebalo posebno isticati važnost prethodne procjene rezultata proračuna. Tada je, naime, osnovni alat projektanata u proračunima bilo logaritamsko računalo, a ono se nije moglo uspješno koristiti ako projektant nije točno znao red vrijednosti rezultata koji je trebao dobiti proračunom.

U prethodnoj procjeni rezultata bitno je iskustvo, ispravno logičko zaključivanje i dokazivanje te znanje i sposobnost primjene osnovnih fizikalnih načela elektrotehnike na konkretne probleme, tj. fizikalno razumijevanje rada uređaja. Znanje matematičkih metoda proračuna u toj fazi procjene nije dovoljno. Trivijalno je reći, ali se to katkad zaboravlja, da su matematičke metode proračuna samo sredstvo za opisivanje kvantitativnih učinaka fizikalnih pojava u uređaju i nisu zamjena za njihovo objašnjenje.

Točnost ulaznih podataka. Neovisno o odabranoj metodi proračuna uvijek valja imati na umu da je točnost rezultata proračuna (izlaznih podataka) manja od točnosti ulaznih podataka. U većini slučajeva projektant ne zna točno vrijednosti ulaznih podataka nego samo opsege promjene njihovih vrijednosti, a katkad neke ulazne podatke mora tijekom modeliranja sam pretpostaviti. Usprkos tomu, složeniji modeli kao i složenije metode proračuna mogu projektantu stvoriti iluziju o točnosti dobivenih rezultata proračuna pogotovo ako se slažu s rezultatima mjerenja na projektiranom objektu. No, projektant ni u jednom trenutku ne smije zaboraviti da se proračuni odnose na matematičke modele tako da je postojanje razlika između rezultata mjerenja i rezultata proračuna normalno. Eventualno točno slaganje tih rezultata stvar je slučajnosti i ne treba mu pridavati neko drugo značenje.

Vrednovanje rezultata dobivenih numeričkim metodama. Projektant nije ekspert za numeričke metode proračuna. On uglavnom koristi gotove programske pakete, njemu, u pravilu, nepoznate ili nerazumljive strukture. Tu činjenicu treba projektant pri vrednovanju rezultata dobivenih numeričkim metodama stalno imati na umu.

Primjerice, odabere li, prema svojem mišljenju, najbolji matematički model analizirane sheme spoja mreže, projektant može nakon numeričkog proračuna (digitalne simulacije) dobiti očekivano ponašanje mreže, tj. ono što je predvidio. No, isto se tako može dogoditi da dobije ponašanje mreže drukčije od očekivanog, pogotovo ako je mreža nelinearna. Može dobiti subharmonički odziv, kaotično ponašanje ili neočekivane prijelazne pojave. Sa stajališta projektiranja uređaja u kojem se nalazi analizirana mreža nije uopće svejedno odražava li rezultat numeričkog proračuna buduće stvarno ponašanje uređaja ili je to tek posljedica pogrešnog odabira ulaznih podataka bitnih za numerički proračun. Tako se može dogoditi da je projektant odabrao prevelik korak integracije pri numeričkom rješavanju diferencijalnih jednadžbi ili prekratak vremenski interval unutar kojeg se brzom Fourierovom transformacijom određuje harmonijski sadržaj napona i struja komponenata uređaja. Da bi i u takvim slučajevima projektant znao ispravno vrednovati dobivene rezultate, bilo bi dobro da, osim fizikalnog razumijevanja rada uređaja, zna barem osnove numeričke matematike. Ostaje također i sumnja je li odabrani matematički model uistinu najbolji za postavljena pitanja analize.

Programski paket koji projektant koristi može biti koncipiran tako da se ne mogu mijenjati matematički modeli pojedinih komponenata, nego samo njihovi parametri. Tada nema načina kako bi projektant procijenio odražavaju li neočekivani rezultati numeričkog proračuna stvarno buduće ponašanje uređaja ili su posljedica pogrešnog odabira ulaznih podataka bitnih za numerički proračun ili čak posljedica neprimjerenog, projektantu nepoznatog, modela komponenata.

Zaključak

Električko, toplinsko i mehaničko dimenzioniranje komponenata uređaja te uređaja kao cjeline temelji se na projektantskim proračunima, a oni se u najvećem broju slučajeva u praksi temelje na odgovarajućim matematičkim modelima. S pomoću matematičkih modela projektantska se pitanja prevode u svijet apstraktnih objekata – svijet matematike – te se na njih može odgovoriti egzaktno, primjenjujući poznate analitičke i numeričke metode proračuna. Odabir matematičkih modela nije egzaktan postupak, nego ovisi o znanju, sklonostima i iskustvu projektanta. Ispravnost odgovora na postavljena pitanja o uređaju ne ovisi samo o točnosti ulaznih podataka, odabiru matematičkih modela i metoda proračuna nego i o tome jesu li zadovoljene sve pretpostavke pod kojima su matematički modeli definirani.

Primjerice, za većinu električkih uređaja i za većinu projektantskih pitanja u izgradnji električkih modela uređaja dostaju matematički modeli teorije električkih mreža. No, pri vrednovanju svih rezultata proračuna dobivenih s pomoću matematičkih modela temeljenih na teoriji električkih mreža, projektant mora stalno voditi računa o tome da je teorija električkih mreža samo poseban slučaj teorije elektromagnetskog polja. Drugim riječima, mora u svakom konkretnom primjeru provjeriti jesu li s dovoljnom točnošću zadovoljeni uvjeti pod kojima vrijede postulati i primitivni pojmovi teorije električkih mreža.

Literatura

[1] Berčić, B., *Znanost i istina*: *realizam i instrumentalizam u filozofiji znanosti*, Hrvatski kulturni dom, Rijeka, 1995.

[2] Casti, J. L., *Alternate realities*, John Wiley & Sons, New York, 1988.

[3] Feigl, H., "Ortodoksno" gledanje na teorije: Primedbe u odbranu i kritika, *Filozofija nauke*, str. 222–235, Nolit, Beograd, 1985.

[4] Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M., *The Feynman lectures on physics*, Addison – Wesley, Reading, Massachusetts, 1966.

[5] Flegar, I., *Teorija mreža – Bilješke s predavanja*, Elektrotehnički fakultet, Osijek, 2001.

[6] Flegar, I., *Osnove projektiranja električkih uređaja*, 2. izdanje, Element, Zagreb, 2016.

[7] Hasler, M., Neirynck, J., *Nonlinear Circuits*, Artech House Inc., Norwood, 1986.

[8] IEC 725:1981, *Considerations on reference impedances for use in determining disturbance characteristics of household appliances and similar electrical equipments*, International Electrotechnical Commission, Geneva, 1981.

[9] Miličević, K., Lukačević, I., Flegar, I., Modeling of nonlinear coil in a ferroresonant circuit, *Electrical engineering*, Vol. 91, No. 2, 2009, pp. 51–59, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.

[10] Nagel, E., *Struktura nauke*, Nolit, Beograd, 1974.

[11] Rohrer, R. A., *Circuit theory*, McGraw–Hill Kogakusha Ltd., Tokyo, 1970.

[12] Schulz, D. B., *Simplicity in science*, PhD thesis, University of Iowa, 2012.

[13] Velten, K., *Mathematical modeling and simulation. Introduction for scientists and engineers,* John Wiley & Sons, New York, 2009.

[14] Woodward, J., *Scientific explanation*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy, September 2017 Edition.

[15] –, *Magnetic circuits and transformers*, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1965.

The Role of Mathematical Models in Electrical Equipment Design

Ivan Flegar

Abstract: Mathematical models are basic tools of electrical equipment designers to break up the complexity of objects they design. The usefulness of a mathematical model results from the fact that it is formulated in the frame of some, for a specific question about the designed object, relevant interpreted formal system. In this way a large number of mathematical theorems as well as analytical methods and numerical methods are available to the designer. One of the formal systems of electrical engineering – circuit theory – is described, which enables the building of electrical mathematical models and systematic formulation of network equations of electrical equipment in situations when lumped approximation is valid.

Keywords: circuit theory, electrical model, mathematical model, network equations

Franjo Jović[1]

Entropija, proces i informacija[2]

Sažetak: Energetsko-entropijski procesi proizvodnog stroja. Entropija jednostavnih kinematičkih mehanizama: oscilatora na bazi kugle s oprugom i krutog satnog njihala. Različiti ustroji, objekti i procesi te njihova energetska i entelehijska djelotvornost. Procesna cjelovitost informacije i entropije. Boltzmannova i Carnapova definicija entropije. Suprotstavljenost djelovanja informacije i entropije. Poluzatvoreni i poluotvoreni proizvodni procesi. Održavanje entropije informacijom. Granica izračuna entropije Maxwellova demona.

Ključne riječi: kinematika mehanizama, Maxwellov demon, proizvodna hijerarhija, procesna stanja, trenutačna entropija

Uvod

Racionalni razlozi koji su konstruktore, istraživače i inženjere naveli prije više od 200 godina na put poboljšavanja strojeva s unutarnjim izgaranjem nisu doveli do značajnijeg poboljšanja djelotvornosti tih strojeva, nego su prije svega razvili interes za nepovratne gubitke energije. Ljudi su prije 200 godina bili upravo fascinirani parnim strojevima. Već prema tome iz kojih su područja dolazili, oni su, počevši od oca i sina Carnota [1], u prvo vrijeme pridavali pozornost raznim motrištima i polaznim pretpostavkama pri razmatranju gubitaka u strojevima s unutarnjim izgaranjem. Clausius[3] je u tim razmatranjima uveo

[1]Uz obilnu kritiku TVZ kruga – Ivana Flegara, Željka Stojanovića i Želimira Kozline.

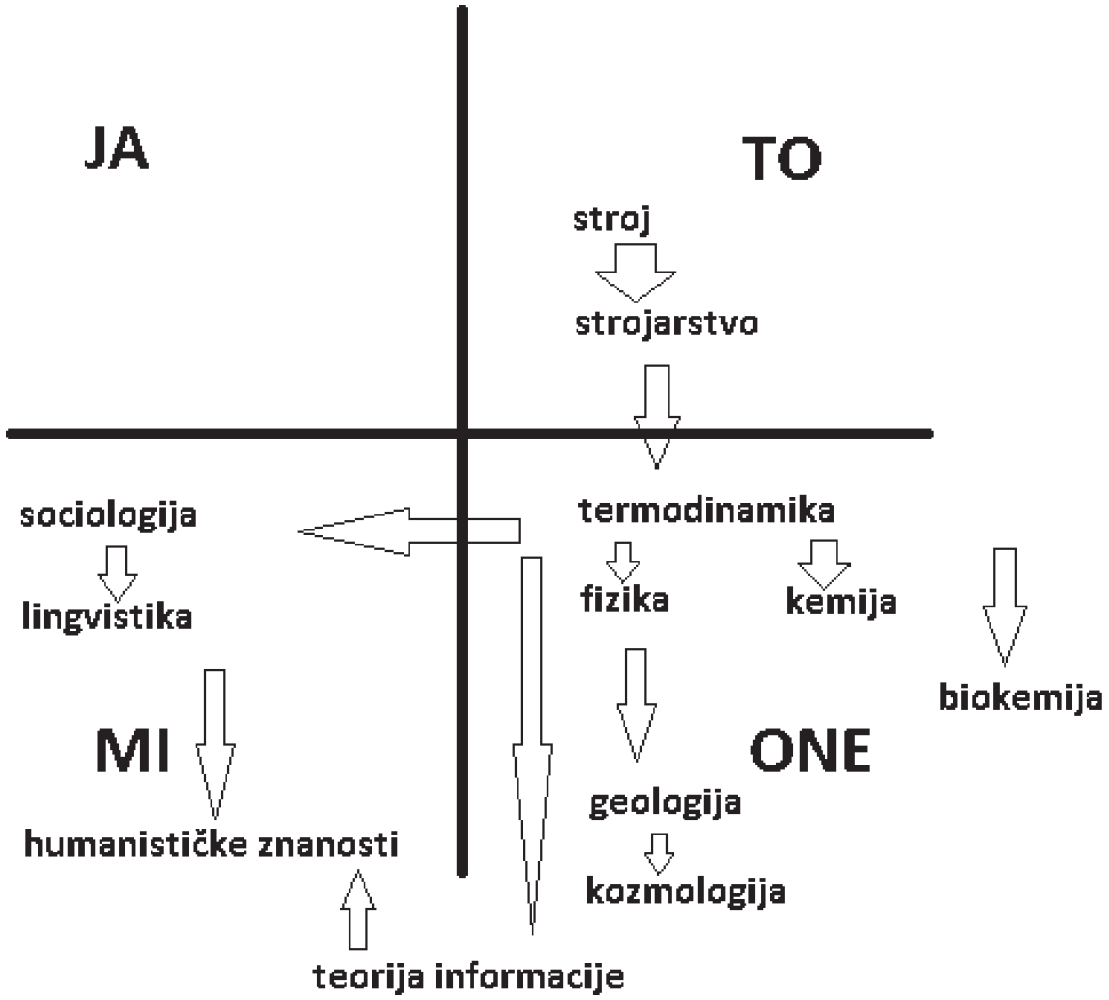
[2]Da bi neka rasprava bila inženjerski prihvatljiva, mora biti primjenjiva; ovo je uvodna rasprava o mjeri jednostavnosti različitih proizvodnih procesa i mehanizama.

[3]Clausius, R. (1850): On the motive power of heat, and on the laws which can be deduced from it for the theory of heat, *Poggendorff's Annalen der Physick*, LXXIX (Dover Reprint).

termin entropija prije 160 godina ne bi li ga odvojio od pojma energije, ali i ujedno nazivom dovoljno malo udaljio od nje da bi zadržao konotaciju [2].

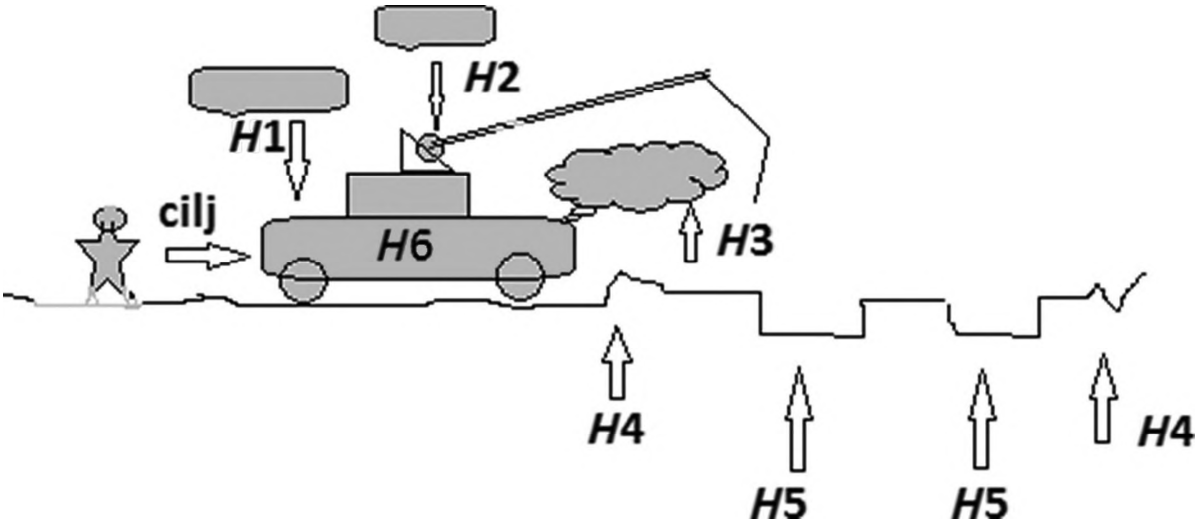
Područje istraživanja djelotvornosti strojeva i entropije razvijalo se, udaljilo se i razgranalo prema velikom broju divergentnih znanstvenih područja poput fizike, termodinamike, statističke mehanike, kozmologije, humanističkih znanosti, kemije i biokemije, geologije, lingvistike, sociologije i teorije informacije [2]. Toliko gotovo pomodno razgranavanje uporabe pojma entropije možda je potaknula upravo nejasnoća pojma, a možda i provokativnost intelektualno-apstraktnog značenja, koja je onda mogla dati dodatnu privlačnost mnogim od navedenih znanstvenih disciplina [2]. Možda je tu bilo i općedruštvene fascinacije mehanicizmom, strojevima [3]. Migracija pojma entropije prikazana je slikom 1. na 4-kvadrantnom modelu stvarnosti Kena Wilbera [9]. Pojam entropija iz prvog se kvadranta pojedinačne stvari (to-stvar) stroja, 'pokrenuo' ponajviše u četvrti kvadrant 'one stvari' te odatle u treći kvadrant 'mi-društvo'.

Istraživanje entropije počevši od Boltzmanna [4] pa sve do Shannona [5], Kolmogorova, Schroedingera [6], von Neumanna [7] i Prigogina [8] imalo je uz



Sl. 1.: Migracija pojma entropija na 4-kvadrantnom AQAL modelu Kena Wilbera [10]

neke manje divergencije u metodologiji jednosmjerno kretanje poimanja entropije od prostornog prema vjerojatnosnom modelu i prostorima σ-algebre[4]. Čak ni Carnap sa svojim čuvenim esejima o prostornoj entropiji nije se mogao posve odmaknuti od tog akademizma, no ipak se zaustavio na entropiji potpuno vezanoj uz pojam prostora stanja realnih varijabli procesa[5]. Ono što je i Carnap ostavio netaknutim bila je sama funkcionalnost i ciljnost rada stroja. Carnap nije ulazio u konkretnu kinematiku i dinamiku promatranog stroja. On je u konačnici bio filozof prirode, a ne pragmi sklon inženjer. Ono što se ovdje želi razmotriti jest mjera složenosti mehanizama i procesa.



*H*1 sirovine	*H*4 nered u okolišu
*H*2 energija	*H*5 proizvod
*H*3 otpadna energija	*H*6 stroj

Sl. 2.: Osnovni energetsko-entropijski procesi radnog stroja. Uočimo da su mjerne jedinice procesa *H* različite; jedne poput *H*2 i *H*3 izražene su u vatsekundama, a druge poput *H*1, *H*4, *H*5 i *H*6 u drugim jedinicama[6], primjerice *H*4 i *H*5 su u bit × kg/m^3.

U osnovi se kod proizvodnog stroja može uočiti šest energetsko-entropijskih procesa, slika 2. U skladu sa shvaćanjem prikaza na slici, i mjerne jedinice odnosno procesi i pripadne im energije ili entropije postavljaju se, mijenjaju ili potpuno 'nestaju'. Tako, na primjer, geološku entropiju dovoljno opisuje samo entropija *H*4 sa slike 2. "Geološki stroj" i popratna energija koji su izazvali tu entropiju nisu na toj lokaciji odavno više aktivni. Ostala je samo od "geološkog stroja" prerađena 'sirovina'. Pregled glavnih pristupa entropiji dan je u tablici 1.

[4]σ-algebra na skupu *X* je neka zbirka podskupova od *X* uključivo i sam skup *X* koja je zatvorena pod komplementom i pod svojim prebrojivim unijama – pojam iz teorije vjerojatnosti i matematičke analize.

[5]Carnap, R. & Shimony, A. (1977): *Two Essays on Entropy*, Univ. of California Press

[6]ukoliko su pripadni ustroji statički i opisuju 'razbacanost mase po prostoru'

Tablica 1.: Različite definicije entropije, njihova prostora, stanja i primjene

Autor	Prostor definicije	Primjena	Primjedba
Boltzmann	prostor stanja	opća	makro-mikrostanja?
Carnap	dinamički prostor	opća	različitost jedinica
Gibbs	vjerojatnosni prostor	stohastički opis stvarnosti	izbacivanje determinizma?
Shannon	vjerojatnosno-sintaksni	opća informacijska sintaksa	zanemarenje semantike, pragmatike i ciljnosti

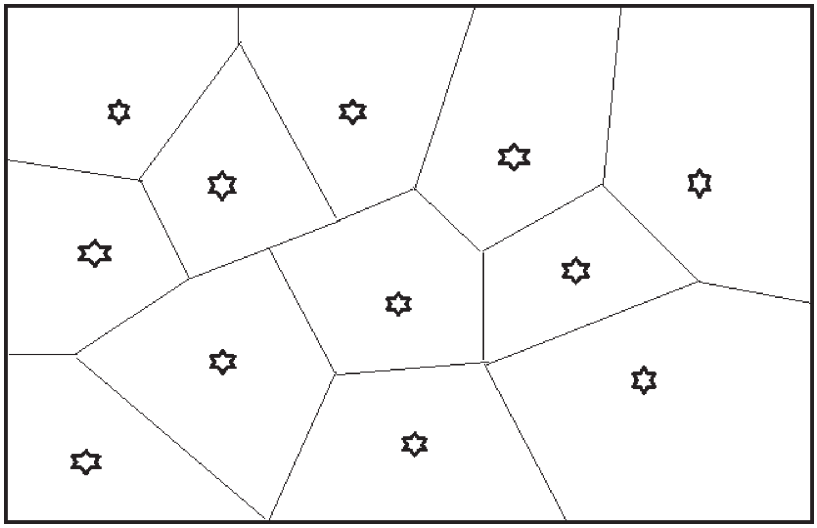
U nastavku razmatranja probat će se odvojiti energetske od entropijsko-informacijskih pojmova tako da se koristi alat Carnapove entropije[7] na jednostavnim mehaničkim strukturama (dio 1), dati pojam resursa i njegovih ciljnih i energetskih sastavnica (dio 2), naglasiti Boltzmannovu entropiju i cjelovitosti informacije i entropije te definirati entropije poluzatvorene i poluotvorene proizvodne strukture (dio 3), odrediti entropiju proizvodne hijerarhije (dio 4), odrediti informaciju kao entitet koji podržava entropiju (dio 5) te dati primjer izračuna entropije Maxwellova demona (dio 6). Rasprava bi trebala naglasiti Boltzmannovu entropiju i Carnapov pristup njezina izračuna kao cjelovitu mjeru složenosti neke konkretne strukture.

1. Entropija jednostavnih kinematičko-dinamičkih modela

Kod svih mehanizama koje su proučavali istraživači energetskih gubitaka i entropije, već od oca i sina Carnota, najveću enigmu predstavljalo je slabo usklađeno gibanje pokretnih dijelova, dakle njihova kinematika. Izdvojeni kinematički mehanizmi, međutim, posjeduju izvanredno svojstvo za proučavanje gubitaka, a to je reverzibilost procesa gibanja. Reverzibilnost se najbolje uočava u vrlo jednostavnim mehanizmima pri zanemarivim gubitcima energije.

Jednostavan ilustrativan primjer dan je slikom 3. Ukupan trenutačni dvodimenzijski prostor podijeljen je između 12 lebdećih čestica pokrenutih vjetrom. Kako je njihova brzina približno jednaka i u istom smjeru, ona se može zanemariti u prikazu njihova faznog prostora. Tako prikazana entropija čestica je

[7]poznate i kao Voronojeva teselacijska entropija



Sl. 3.: Trenutačni fazni prostor 12-čestičnog jata pokrenutog vjetrom u podjednakoj brzini kretanja; brzine nisu naznačene

prema Voronoju jednaka zbroju logaritama baze 2 parcijalnih udjela faznog prostora $p_{\mathrm{ps}i}$ svake čestice[8], slika 3., odnosno općenito [8a]:

$$H_{\mathrm{vor}} = -\sum_{\mathrm{ps}} p_{\mathrm{ps}i} \mathrm{ld} p_{\mathrm{ps}i} \; \frac{\mathrm{bit}}{\mathrm{m}^2 \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = \frac{\mathrm{bit} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{m}^3} \tag{1}$$

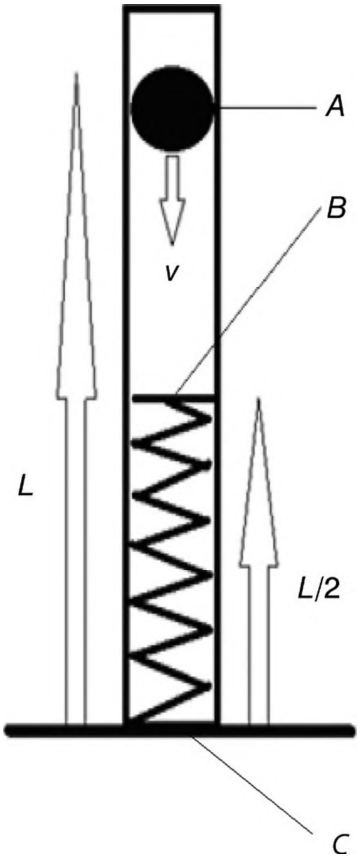
Slika 4. predstavlja jednostavan reverzibilni mehanizam s dvije slobode gibanja, koji se sastoji od linearnog gibanja kugle u zrakopraznom cilindru s oprugom uz zanemarenje svih gubitaka u cilindru i opruzi. Zanemarimo li i rotacijsku energiju kugle, taj postav ima jedan stupanj slobode gibanja. Presudno za određivanje entropije takvog postava jest određivanje kinematskih točaka. Na slici 4. obilježene su oznakama *A*, *B* i *C*. Pojam entropija usko je vezan uz neku konfiguraciju koja je ustroj svojih sastavnih dijelova. Slika prikazuje konfiguraciju pogodnu za izračun trenutačne entropije tog ustroja.

Odredimo entropiju postava za slučaj kad je kugla u maksimumu, opruga potpuno istegnuta. Tad je entropija prema zauzimanju fazne linije *L* po točkama *A*, *B* i *C* i prema izrazu (1) i [22] jednaka:

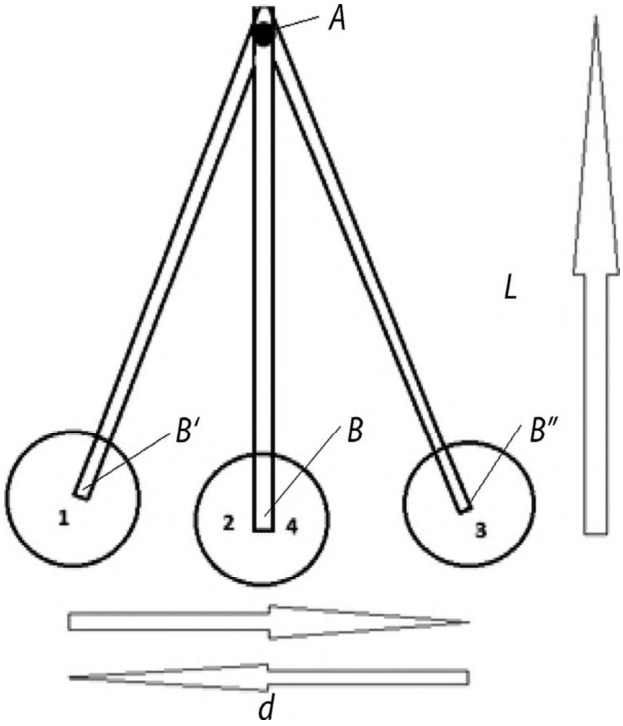
$$H = \frac{1}{L} \cdot \frac{L}{4} \mathrm{ld}\left(\frac{1}{L} \cdot \frac{L}{4}\right) + \frac{1}{L} \cdot \frac{L}{2} \mathrm{ld}\left(\frac{1}{L} \cdot \frac{L}{2}\right) + \frac{1}{L} \cdot \frac{L}{4} \mathrm{ld}\left(\frac{1}{L} \cdot \frac{L}{4}\right) =$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \mathrm{ld} \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \mathrm{ld} \frac{1}{2} = 1{,}5 \frac{\mathrm{bit}}{\mathrm{m}} \tag{2}$$

[8] ps*i* (engl. *partial space i*)



Sl. 4.: Idealna opruga i vakumirani cilindar kao jednostavan entropijski ustroj s dvije slobode gibanja; kinematske točke označene su s *A*, *B* i *C*; neka je *L*/2 duljina puta opruge; pretpostavlja se potpuni prijenos energije s kugle na oprugu i obratno; početno stanje



Sl. 5.: Kinematske točke klatna: A, B, B' i B''; vrijede pretpostavke reverzibilnosti kad se zanemare otpori u zglobu *A* i otpor zraka; fazna ravnina za točke B' i B'' ima dimenziju $\Phi = d \cdot L$

Za kinematski postav sa slike 5. možemo slično tome izračunati entropiju za položaj *B″* klatna. Entropija za podjednako zauzimanje prostora od točaka *A* i *B″* iznosi:

$$H = \frac{L \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{L \cdot d} \mathrm{ld} \frac{L \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{L \cdot d} + \frac{L \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{L \cdot d} \mathrm{ld} \frac{L \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{L \cdot d} = 1 \frac{\mathrm{bit}}{\mathrm{m}^2} \tag{3}$$

U točki *B* fazni prostor sastojao bi se od umnoška površine fazne ravnine i maksimalne brzine [22], dakle:

$$\Phi = d \cdot L \cdot v_{\mathrm{maks}} \tag{4}$$

te bi u skladu s prethodnim i jedinica entropije u svim postavima između *B′* i *B″* bila dana u $\frac{\mathrm{bit} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{m}^3}$.

2. Proces i entropija

Procesi poput otkucaja zidnog sata, koji su u podlozi svakog razmatranja gubitaka, odigravaju se postojano u ‘resursima’ u okolnostima određenih ‘ustroja’ dane ‘konfiguracije’, slike 3, 4 i 5.

Resurse obilježavaju dva pojma: resursni kapacitet i rizik njegove uporabe [10]. Opća jednadžba uporabe resursa bez rizika dana je kao:

$$I = k \cdot R \tag{5}$$

gdje je *I* kapacitet uporabe[9], *k* uporabna konstanta, a *R* sam resurs.Tako višegodišnji nerizični prosječni izlov od 200 grla/godinu matičnog stada jelenske divljači prosječnog broja od 2000 grla u Kopačkom ritu daje vrijednosti *I* = 200 grla, *R* = 2000 grla te je odatle izračunat *k* = 0,1 [11][10].

Znatnija uporaba svojeg okoliša stvara resursu mogućnost povećanja kapaciteta *I′* uz određeno stvaranje rizika:

$$I' = k \cdot R + b \cdot R \cdot r\left(E\right) \tag{5}$$

gdje je *b* koeficijent osjetljivosti resursa na rizik, a rizik *r*(*E*) sklonost gubitku kapaciteta resursa kod forsiranog povećanja kapaciteta resursa nekim akcijama na resursu. *r*(*E*) je funkcija okoliša resursa[11]. Ako bismo u nekoj situaciji mora-

[9]Kapacitet ovisi o vrsti resursa, za komunikacijski kanal to je propusna moć u bit/s, za memoriju to su bitovi.

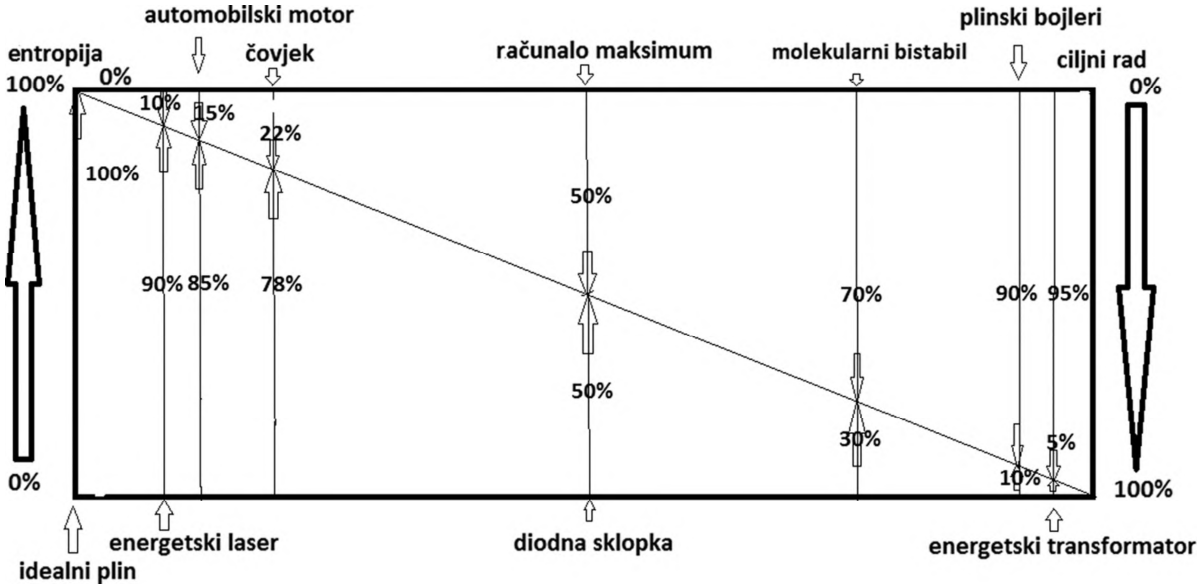
[10]Izračun je zapravo samo ilustrativan jer se resursna jednadžba odnosi na ‘nežive resurse’ kontrolirane agentom. Informacijski agent u pravilu vodi i upravlja ‘neživom supstancijom’ koja se ne reproducira.

[11]Rizikom se stvara i situacija smanjenja propusne moći.

li naglo povećati brzinu svojeg vozila da se izbjegne incidentna situacija, onda bi to povećanje brzine išlo na račun povećanja rizika ispravnog rada stroja. S tim rizikom moramo računati!

Pojam ustroja[12] vezan je za entropiju "na dva mjesta": prvo iz same definicije entropije kao mjere broja specifičnih realizacija[13] ili mikrostanja (stroja) [12], a drugo iz tzv. rezidualne ili Shannonove entropije, koja se javlja kad je stroj (virtualno ili stvarno) stavljen na temperaturu od 0 K. Ovdje može doći do prve zabune glede pojma entropije, jer dok "entropija predstavlja jedan dio energije koji se ne može izvući iz sustava/stroja/ustroja i pretvoriti u mehanički rad" [13][14] pitanje je o kojoj je energiji riječ u geološkom sloju ili komunikacijskoj poruci na kanalu. Ili koja i kakva je to samodisipirajuća energija društva?

Procesi se u realnom stroju odvijaju tako da stroj izvršava ciljni rad, funkciju zbog koje je izrađen i pritom pretvaraju energiju čiji dio je nepovratno izgubljen za sam proces. Na slici 6. prikazan je niz pojedinačnih primjera procesa s naznakom udjela energije koja se koristi za ispunjavanje njihove osnovne ciljne funkcije i dijela koji se nepovratno gubi[15].



Sl. 6.: Omjeri ciljne učinkovitosti i entropije za niz pojava, naprava i čovjeka[16]; podatak za molekularni bistabil dan je u DOI: 10.1093/nar/gkq389; nije uračunato koliko se ciljnog rada odnosi na 'oporavak' entropije.

[12]engl. *arrangement*; aranžman, konfiguracija

[13]U kemiji, to su mogućnosti različitih zauzimanja slobodnih stanja elektrona u atomu.

[14]Gibbs je očito entropiju poistovjetio s energijom!

[15]Ukoliko se ciljni rad sastoji u 'prikupljanju buduće energije' kao kad čovjek radi u polju, onda se navedena slika iz temelja mijenja.

[16]Uzima se da je protok krvi u mozak čovjeka mjera njegove ciljnosti; ta je mjera kod čimpanze oko 7 %.

3. Entropija u zatvorenom sustavu i otvorenom sustavu s kontroliranim ili nasumičnim okolišem

Prvi pogled na dinamičku mehaničku strukturu poput idealnog plina definirao je Boltzmann kao entropiju H za S različitih makroskopskih, odnosno mikroskopskih stanja strukture kao [14]:

$$H = k \ln S \tag{6}$$

gdje je k Boltzmannova konstanta. Stanja S moguće je opisati u različitim faznim prostorima, ovisno o pokusu koji izvodimo. Zbog različitih mogućnosti definiranja tih stanja u odnosu na fazni prostor[17] koji koriste, entropija uvelike ovisi o pokusu koji pojedinac izvodi. Vrlo grubo rečeno, promatramo li entropiju neke prostorije na skali jednog prostornog milimetra ili jednog prostornog metra, imat ćemo posve različite iznose entropija jer ćemo razmatrati vrlo različite makro-mikroskopske pojave i njima pridružena vrlo različita stanja. Entropija iz tih razloga i nije čisto fizikalna veličina nego po Wigneru 'antropomorfna' fizikalna veličina [14]. Upravo definicija pokusu pripadnog faznog prostora čini temelj te antropomorfnosti.

Svođenje pak višedimenzijskog faznog prostora, kako se može razumjeti Boltzmannov koncept entropije, na Gibbsov fazni prostor kao vjerojatnosni prostor[18] dovelo je do gotovo tragičnog pojednostavnjenja proračuna entropije [2]. To se očituje, na primjer, u informacijskoj teoriji prijenosa kodova po Shannonu, jer je to i prije svake daljnje primjene 'ubilo' vezu entropije i informacije. Ustvari relativiziralo je pojam informacije jer ju je identificirao kao negativnu entropiju 'faznog prostora vjerojatnosti' pri analizi pojave kodnih poruka[19]. Mi ćemo se stoga u ovom razmatranju radije držati Boltzmanova koncepta entropije u faznom prostoru uzevši u obzir antropomorfni karakter njegove prirode, dakle ovisnosti o pokusu koji se izvodi. Proširenje na Carnapovu entropiju faznog prostora[20] samo dopunjuje taj koncept izračuna entropije na strukture potpuno različite od idealnog plina[21].

---

[17]Fazni prostor neke jednostavne trodimenzijske strukture poput stroja u mirovanju ili radne sobe jest pripadni 3D prostor.

[18]U teoriji dinamičkih sustava fazni prostor je prostor u kojem su sva moguća stanja sustava prikazana tako da svakom stanju odgovara jedna jedinstvena točka tog prostora.

[19]Dobitak propusnosti prijenosnog kanala uvođenjem redundantnih kodova po Shannonu opet je na račun povećane entropije energije.

[20]Stvarna stanja kod Carnapa nemaju stohastički karakter.

[21]Mjera entropije idealnog plina dana je u fizikalnim jedinicama J/K, pa se time 'sterilnost' Shannonova pristupa ističe i po tome što entropiju mjeri u bitovima dok entropijske mjere poput Carnapove mjere entropiju u bitovima po mjernoj jedinici pokusa koji razmatraju, dakle u osnovici su 'informativnije'; Kolmogorovljeva entropija je slično Shannonu definirana na σ-prostoru.

Drugi pogled na prirodu idealnog plina u Boltzmannovu modelu entropije trebao bi upućivati na idealni plin u zatvorenom sustavu, premda nije eksplicitno navedeno. U XIX. stoljeću jasne zamisli o razlikama fizike i kemije otvorenog od zatvorenog prostora vrlo vjerojatno nisu ni postojale. Znanstvenici su u vrijeme Boltzmanna vjerojatno zamišljali svoje modele u uvjetima implicitne zatvorenosti.

Budući da prema Borelovim indicijama[22] ne postoji nešto takvo kao 'zatvoreni sustav', dovoljno je pretpostaviti da znamo utjecajnost "prirode otvorenosti" nekog 'zatvorenog sustava' na njegov entropijski model[23], ne bismo li ga mogli koristili kao 'zatvoreni sustav' [15]. Tako pojave na barijeri PN prijelaza izdvojene diode možemo smatrati 'dovoljno zatvorenim' otvorenim ustrojem, dok transformator možemo teže ubaciti u takvu shemu jer je njegova otvorenost ovisna o kontekstu primjene – pokusa. Učinski transformator u transformatorskoj stanici i u električnom vozilu nisu jednako zatvoreni / otvoreni prema okolišu. Raspodjele potencijala PN barijera u gusto 'nakrcanom' i toplinski napregnutom integriranom sklopu teško da su pojave u zatvorenom sustavu.

Praktički se 'antropomorfnost' faznog prostora otvorenog sustava, poput ponašanja dioničkog tržišta, svodi na odluku je li neka promjena ili proces reverzibilan ili ireverzibilan. U konačnici, to je i temeljni postulat uporabe entropije u kemiji[24] [16] i biologiji [17].

3.1. Apstraktni i materijalni resursi

Razvoj društva uvjetovan je i istodobno ograničen resursima[25] te voljom za promjenom njihove uporabe. U društvu postaju sve važniji nematerijalni, humani i apstraktni resursi, a nevažniji postaju oni materijalni poput nafte i kovina. Ipak, materijalni resursi često su pitanje opstanka pa se pojedinci i društvo uvode u konfliktne situacije između za resurse zainteresiranih strana. No, materijalni resursi, nazovimo tako okoliš idealne PN barijere ili 'idealnog transformatora', neminovno su područje gdje zakazuje funkcija pojedinog procesa.

Apstraktni resursi uključuju primjene softverske tehnologije nad "simboličkim objektima" poput simboličkih objekata virtualne stvarnosti, interneta stvari

[22]Borel, vidjeti u David Layzer: The Arrow of Time, *Scientific American,* Vol. 223, December 1975, p. 56.

[23]U pravilu postoji samo otvoreni ili zatvoreni entropijski model – ovisno o doticaju ustroja s okolišem.

[24]Ozren Jović, osobno priopćenje.

[25]To su sva sredstva koja se mogu privesti korisnoj svrsi.

i bića, na tehnologiju oblaka i na istraživanje velikih podatkovnih struktura[26]. Iza apstraktnih resursa može bez problema stajati i golem utrošak prostora i energije nosilaca tih procesa, dakle golem porast entropije.

Najvažniji apstraktni resurs kojem se teži jest informacija[27]. Informacija stoji u pozadini svih simbola. Informacija je, međutim, neraskidivo vezana i za materijalni i nematerijalni resurs izvedbom dane naprave, uređaja, dakle entropijskom vezom. Razlučivanje entropije procesa i njemu pripadne informacije, kao sadržaja ciljne promjene i primjene određenog procesa, stoga je spoznajno i pragmatički važno. Dakle, informaciju možemo promatrati i kao resursnu pojavu i kao entelehijski element. Odluka o motrištu ovisi o pokusnom postavu u promatranom procesu i o razini informacije koju koristimo [18] te po Kenu Wilberu i o stupnju svijesti promatrača [9].

3.2. Informacija i entropija

Nemoguće je dati neproturječnu ili jednoznačnu definiciju informacije ako isključimo njezin ciljni, dakle entelehijski značaj. Ciljnost je, pak, bila zabranjena domena znanosti još od Rogera Bacona, dakle prije sedam stotina godina. Ima pragmatičnih razloga da se isto prešutno održi i danas jer bi prevelika težnja istraživanju ciljnosti nužno dovela društvo na skliski teren propitivanja svrhovitosti pa bi onda izučavanje stvarnosti u limitnom procesu postalo pretežno predmetom izučavanja teologije. Stvarnost napretka otela bi se egzaktnim znanostima i tehnologiji, a sve na štetu društva u cjelini. Figurativno rečeno, vratili bismo se na stupanj razvoja vučedolske kulture. Iako, dvojbe oko ekskluzivne valjanosti entelehije u tumačenju informacije moraju biti razumno ograničene da se ne bi, npr., morali ‘zakvačiti’ za pitanje slobode i sudbine nositelja entelehije, odnosno informacije, dakle primarno slobode i sudbine čovjeka.

3.3. Cjelovitost informacije i entropije

Na primjeru diode lako možemo razdvojiti napon na PN prijelazu kao informacijski od protunapona u tzv. ‘omskom dijelu’ diode koji ima o postupku dopiranja ovisan, a time određen i entropijski karakter[28]. Isto tako, možemo transformatorski omjer kao informaciju grubo razlučiti od o konstrukciji ovisnog oblikovanja magnetskog polja *H*, koje je u osnovi okolišno – entropijska

[26]engl. *big data*

[27]Informacija je pobuda sa značenjem za primatelja u nekom njegovu interesnom kontekstu.

[28]Tumačenje primjera je od Zvonka Benčića.

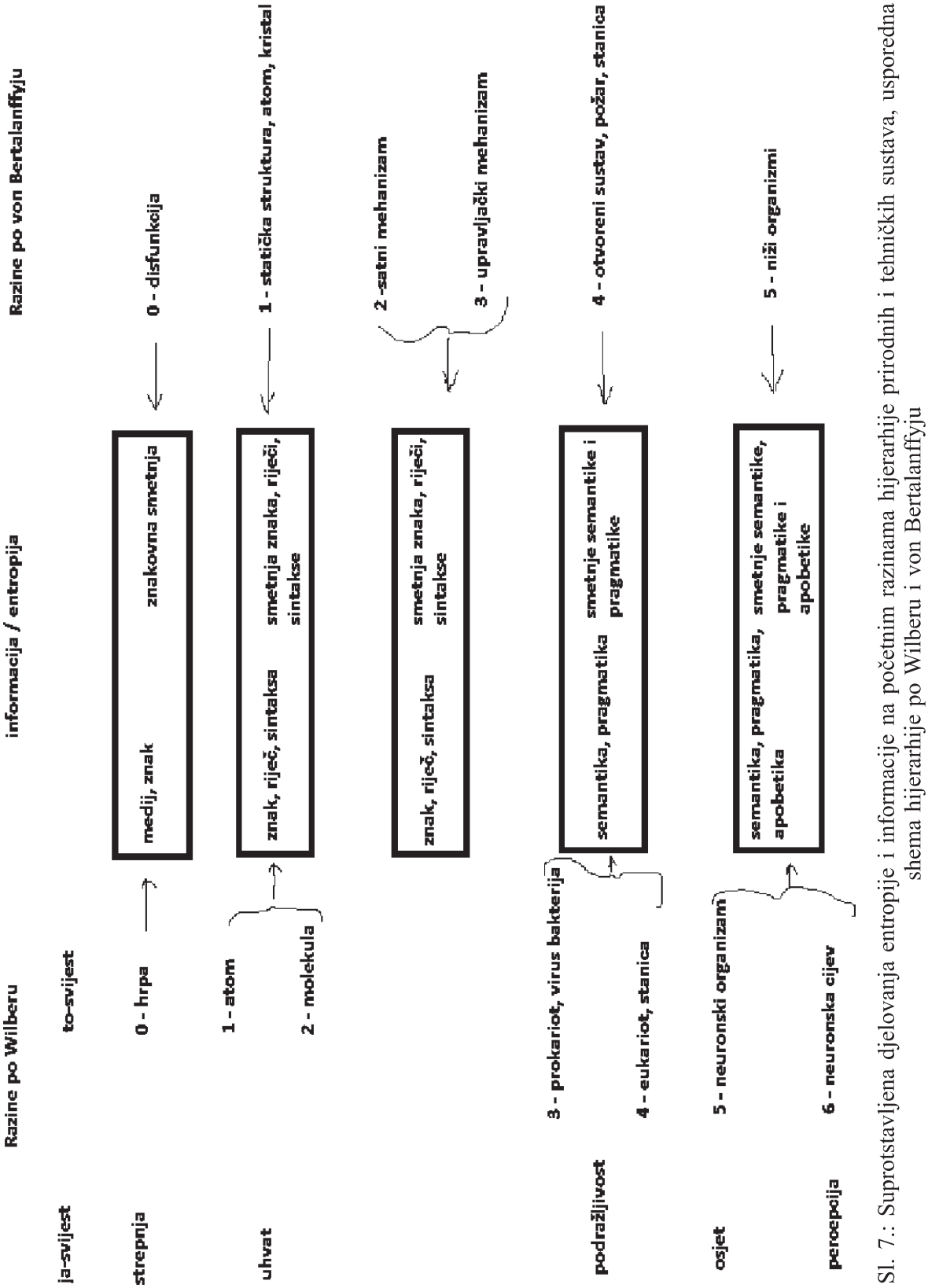
pojava[29]. Pitanje je kako se informacija i entropija međusobno postavljaju na dubljoj hijerarhijskoj ljestvici. Koristimo Bouldingovu shemu u tablici 2., kako je prezentirana po von Bertalanffyju [3]:

Tablica 2.: Neformalni pregled glavnih razina hijerarhije sustava von Bertalanffyja − djelomično prema Bouldingovoj shemi [3]

Razina	Opis i primjeri	Teorija i modeli
Statičke strukture	atomi, molekule, kristali, biološke strukture od razine elektronskog mikroskopa do makroskopske razine	npr. strukturne kemijske formule; kristalografija, anatomski opisi
Satni mehanizmi	satovi, općenito konvencionalni strojevi, Sunčev sustav	klasična fizika, npr. zakoni mehanike (Newton i Einstein) i drugo
Upravljački mehanizmi	termostat, servomehanizmi, homeostatski mehanizam u organizmima	kibernetika; povratna veza i informatika
Otvoreni sustavi	plamen, stanice i općenito organizmi	(a) proširenje fizikalne teorije na sustave koji sami po sebi održavaju tok tvari (metabolizam) (b) skladištenje informacija u genetskom kodu (DNA) veza (a) i (b) danas nije jasna
Niži organizmi	organizmi ‘slični biljkama’: sve veća diferencijacija sustava (tzv. ‘podjela rada’ u organizmu); razlikovanje reprodukcije i individualnih funkcija (‘germ trak’[30] i ‘tijelo’)	gotovo nedostaju teorija i modeli
Životinje	rastući značaj prometa informacija (razvoj receptora, živčanih sustava); učenje, počeci svjesnosti	početak teorije automata (S−R relacije[3]), povratna veza (pojava u regulaciji), autonomno ponašanje (relaksacijski oscilatori) itd.
Ljudi	simbolizam; prošlost i budućnost, ego i svijet, samosvijest itd., kao posljedice; komunikacija govorom itd.	početna teorija simbolizma
Sociokulturalni sustavi	populacije organizama (uključujući ljude), zajednice određene simbolima (kulturama) − samo kod ljudi	statistički i možda dinamički zakoni u dinamici populacije, sociologija, ekonomija, možda povijest; počeci teorije kulturoloških sustava
Simbolički sustavi	jezik, logika, matematika, znanosti, umjetnost, moral itd.	algoritmi sa simbolima (npr. matematika, gramatika); “pravila igre” kakva su u vizualnim umjetnostima, glazbi itd.

[29]Po tumačenju Ivana Flegara.

[30]*germ trak*; niz generacija stanica od primordialnih germinalnih stanica do spolnih produkata odraslog organizma

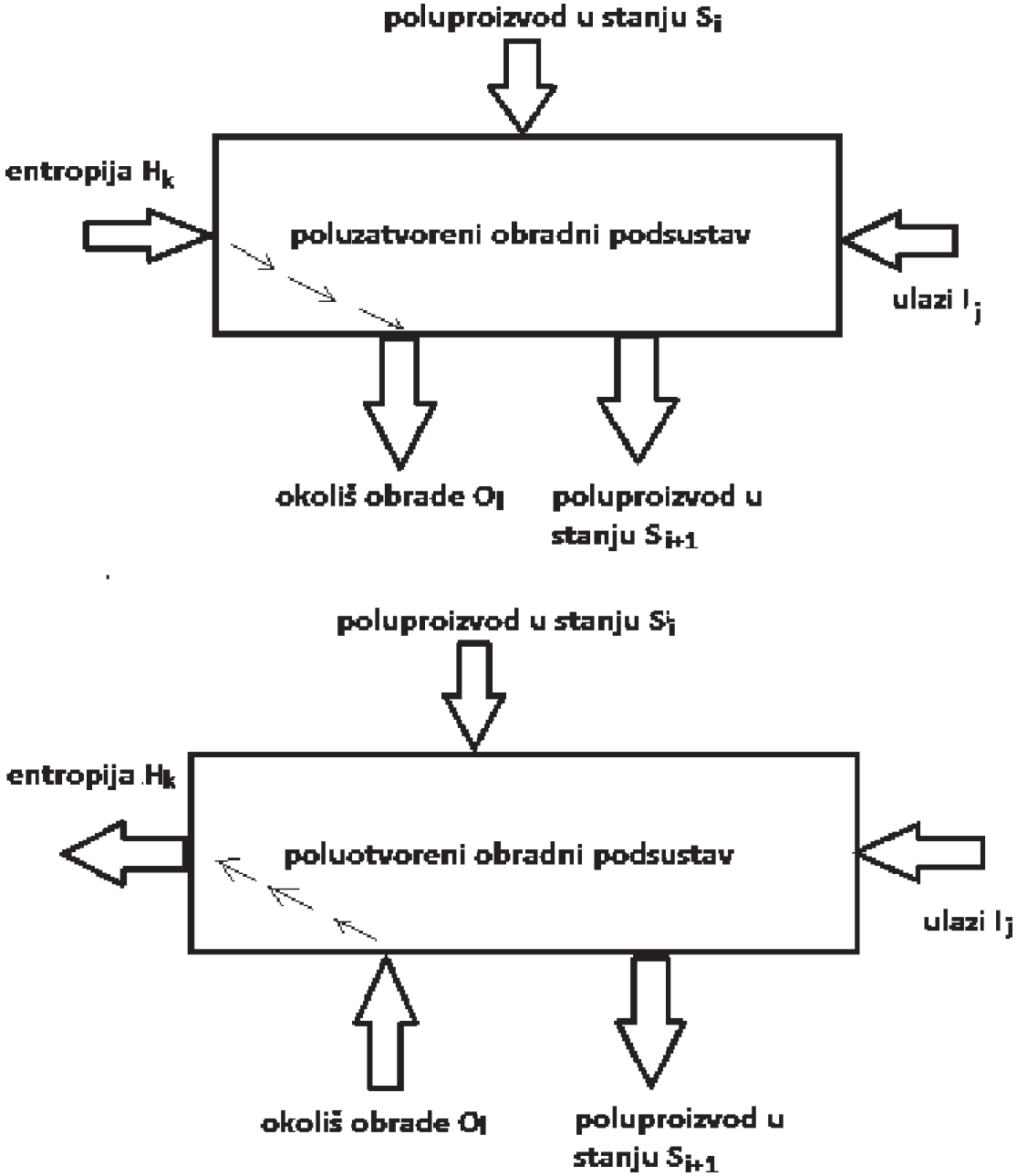


Sl. 7.: Suprotstavljena djelovanja entropije i informacije na početnim razinama hijerarhije prirodnih i tehničkih sustava, usporedna shema hijerarhije po Wilberu i von Bertalanffyju

Jedinstvo suprotnosti entropije i informacije možemo bolje uočiti na slici 7., koja naglašava međusobno suprotstavljena djelovanja entropije i informacije na nižim razinama hijerarhije iz tablice 1.

4. Proizvodna hijerarhija i entropija

Pogled na tehničku stvarnost strojarske proizvodnje Ropohla otkriva nam njegovu posve drukčiju stratifikaciju ljudskih sustava obrade i posredovanja, kao mikro (pojedinac) – mezo (organizacija ljudi) – makro (ljudska zajednica) i mega sustavi (svjetsko društvo) [19]. Ropohl izdvaja proizvodne sustave u hijerarhijski niz: sirovina – pojedinačni dio – stroj / naprava – agregat – postrojenje – regionalno postrojenje – savez proizvodnih tvrtki. Teško da bi se osim kao neka groteska [19] ta proizvodna hijerarhija mogla uklopiti u onu von



Sl. 8.: Poluotvoreni i poluzatvoreni proizvodni podsustavi: smjer kretanja entropije i utjecaja ustroja na okoliš obrade

Bertalanffyja, a još teže ili nikako u onu Kena Wilbera. Osim ako ne smatramo potpuno infantilno da su krila aviona i ptice jedna te ista stvar.

Važna osnovna ideja svih stratifikacija jest to da bilo koja pogreška ili povećana entropija na jednoj razini nepovratno djeluje na cijelu hijerarhiju iznad nje, što je očigledno iz njihove apstraktne hijerarhijske međuovisnosti. No, informacija na nekoj razini ustroja može pomoći samo svojim nižim razinama, ali i to neselektivno. Primjer: pogreška na proizvodnom stroju, npr. preše u tvornici keramike, djeluje na proizvode koji se obrađuju na njoj, no nikako ne djeluje na proizvode koji se obrađuju na ostalim strojevima na istoj hijerarhijskoj razini obrade ili na obrade više razine, gdje se samo 'unosi' kao škart. S druge strane, informacija o pogrešnom proizvodu koja se detektira na višoj razini odnosi se na sve strojeve i procese niže razine sve do razine sirovine. Ona se u smislu otklanjanja pogreške ne odnosi na više razine jer ih ne obuhvaća i nema nikakve osnovanosti za to. No, posljedice pogreške na proizvodnju u cjelini ostaju.

Općenito govoreći, ako je proizvodni proces entropijski zatvoren ili izoliran od okoliša proizvoda, a otvoren samo za obradu i skladištenje proizvoda, onda takav sustav možemo nazvati 'poluzatvoren'. Takvi su klasični strojarski procesi bušenja, tokarenja i brušenja. Ako je proizvodni proces entropijski otvoren prema okolišu proizvoda, a zatvoren za obradu i skladištenje, onda takav proizvodni proces nazivamo poluotvoren. Obrada bioloških materijala, prehrambena industrija, obročna proizvodnja i farmaceutika su međutim entropijski otvoreni za okoliš proizvoda (u toku proizvodnje!), a zatvoreni za obradu i skladištenje, odatle i naziv poluotvoreni ustroji. Kriterij poluzatvorenog sustava za razliku od ravnotežnog sustava jest taj da je vrijeme obrade kraće ili puno kraće od vremena termodinamičke konstante procesa. Tako je prilikom brušenja vrijeme izrade forme dobivene bušenjem redovito puno kraće od vremena termodinamičke relaksacije alata i obratka u okoliš. Kod poluotvorenog sustava je, naprotiv, vrijeme toplinske konstante procesa puno kraće od vremena ostvarenja funkcije. Primjer je destilacija, gdje je proces destiliranja puno dulji od svih toplinskih konstanti u procesu. Shema propagacije entropije (na pobudu informacije) za poluotvoreni ustroj prikazana je usporedbeno s poluzatvorenim ustrojem na slici 8.

Definicija 1.: Poluzatvoreni proizvodni ustroj P_i mijenja stanje proizvoda S_i u stanje S_{i+1} pod utjecajem ulaza I_j tako da entropija ustroja H_k utječe na okoliš iznosom O_l. Vremenska konstanta promjene stanja proizvoda puno je kraća od vremenske konstante relaksacije entropije u okolišu. Primjer: operacija brušenja u strojarskoj proizvodnji.

Definicija 2.: Poluotvoreni proizvodni ustroj P_i mijenja stanje proizvoda S_i u stanje S_{i+1} pod utjecajem ulaza I_j tako da okoliš iznosom O_l utječe na promjenu procesne entropije H_k. Vremenska konstanta promjene stanja proizvoda puno je dulja od vremenske konstante relaksacije entropije u okolišu. Primjer: protočni kemijski reaktor.

Navedene definicije odnose se na idealizirani slučaj jer se u stvarnosti može samo naznačiti koji je tok entropije dominantan: u ili iz procesa u okoliš. To ne isključuje dominantno djelovanje proizvodnje na povećanje entropije u cjelini, kao što, npr., dobava plina u postrojenje u Orahovici povećava u nekoj mjeri i entropiju plinskog ležišta Ivana na Jadranu.

5. Održavanje entropije informacijom

Postavimo funkcional poluzatvorenog ustroja kao nadskup ulaznih pobuda i stanja procesa po analogiji na onu Asbyja i von Bertalanffyja [3, 20] kao:

$$f_i^{\text{closed}} = I_j \cdot S_i = S_{i+1}$$

$$O_i^{\text{out}} \neq \text{const}, \text{card.set}(S_i, S_{i+1}) = \text{const} \tag{7}$$

odnosno prijelaz iz makrostanja S_i u makrostanje S_{i+1} odvija se preko konstantnog broja promjena mikrostanja, uz očuvanje finalnosti prijelaza $(S_i \cdot S_{i+1})$. Očuvanje broja mikrostanja prijelaza označava održavanje konstantnosti entropije, prema (6).

Slično tome, funkcional poluotvorenog ustroja je:

$$f_i^{\text{open}} = I_j \cdot S_i = S_{i+1}$$

$$O_i^{\text{in}} \neq \text{const}, \text{card.set}\,(S_i, S_{i+1}) = \text{const} \tag{8}$$

gdje su oznake stanja okoliša O_i^{out} *i* O_i^{in} navedenih proizvodnih ustroja.[31] Održavanje uvjeta konstantnosti kardinalnosti skupa prijelaza proizvodnih stanja card. $\text{set}(S_i, S_{i+1}) = \text{const}$, odnosno konstantnosti broja prijelaza između dvaju stanja finalnosti odvija se za svaki ustroj na bitno različite načine. U obama se slučajevima, dakle, okoliš ustroja mijenja na različite načine.

[31]Izrazi (7) i (8) navedeni su zbog potpunosti teksta – očito je da se stalnost broj stanja procesa održava na račun privoda energije i informacije ili potpune reverzibilnosti mehanizma kao u primjerima na slikama 3. i 4.

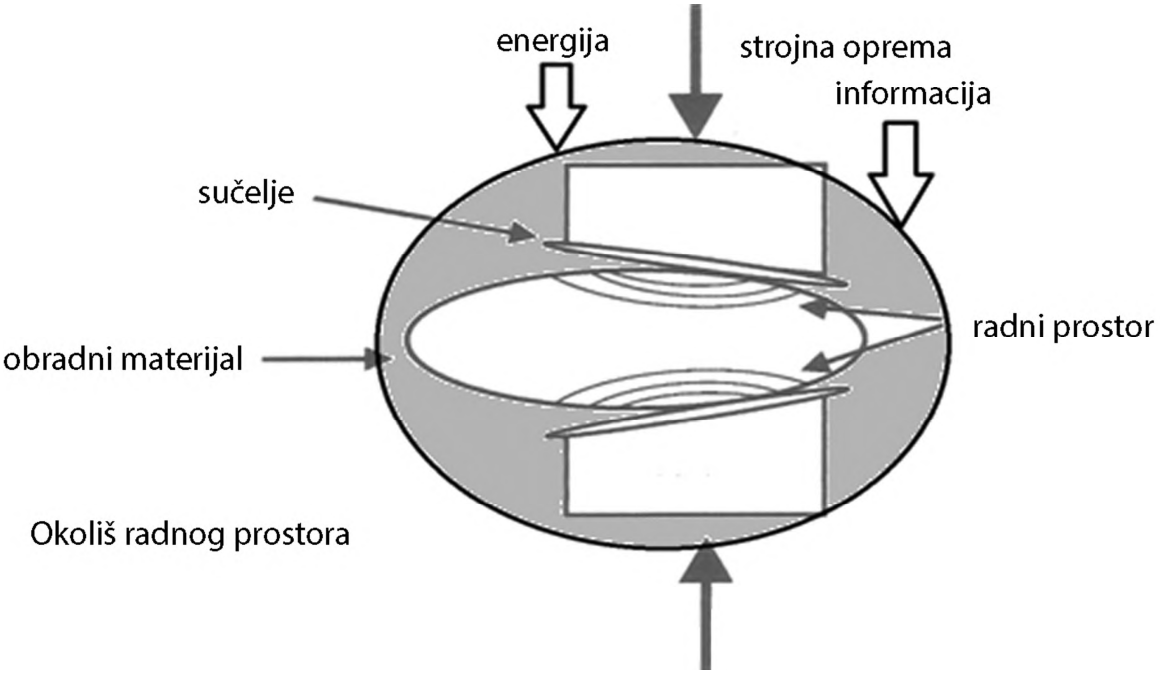
Održavanje entropije poluzatvorenog ustroja

Poluzatvoreni ustroj, slika 9., održava svoju proizvodnu entropiju konstantnom na račun:

a) postojanja plana finalnosti prijelaza $S_i \cdot S_{i+1}$
b) kontrolom svih mikrostanja prijelaza
c) utroškom znatne energije na održavanje pojedinih mikrostanja i njihovih prijelaza.

Održavanje entropije svakog ustroja izvodi se automatizacijom proizvodnje tako da postavne veličine proces drže konstantnim, a podešavaju se prema predlošcima tehnologa ili se izvode kontrolirani prijelazi između pojedinih stanja procesa. Svi ti procesi i postupci troše dodatno energiju koja se privodi danom pogonu.

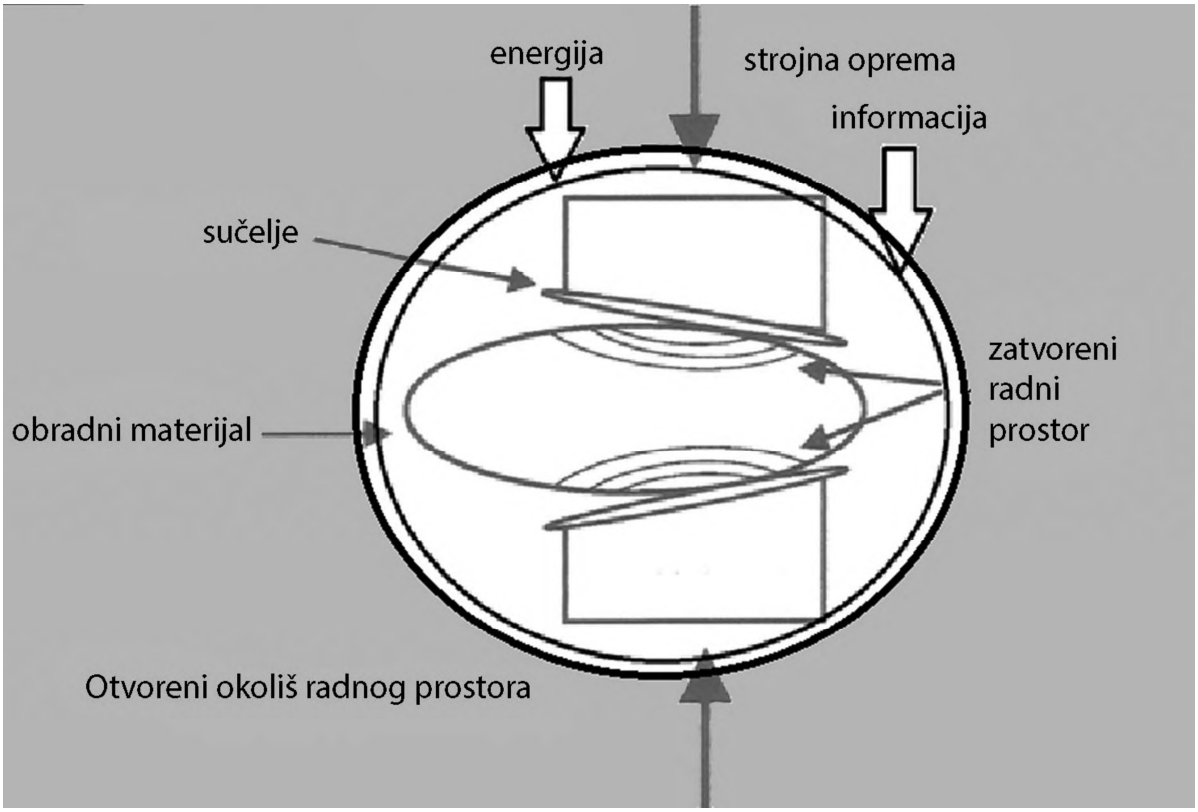
Određivanje stanja entropije ustroja u obama je proizvodnim ustrojima relativno jednostavno jer se treba odrediti Carnapov prostor dinamike procesa[33] i odatle izračunati njegova entropija [21, 22, 23, 24] poput primjera sa slika 4. i 5. Ono što nije lako odrediti jest slučaj poremećaja kvalitete proizvoda jer je to



Sl. 9.: Shema poluzatvorenog ustroja: privodom energije i informacije održava se konstantna entropija u nezaštićenom radnom prostoru na štetu povećanja entropije u okolišu radnog prostora; strelice označavaju dijelove ustroja i privode

[32]Okoliš poluotvorenog ustroja poput kemijskog reaktora mora se toplinski podržavati, dok to kod poluzatvorenog ustroja poput brusilice gotovo i ne treba.

[33]Carnapov prostor je područje najvećeg opsega svih opisnih varijabli, prostornih i brzinskih.



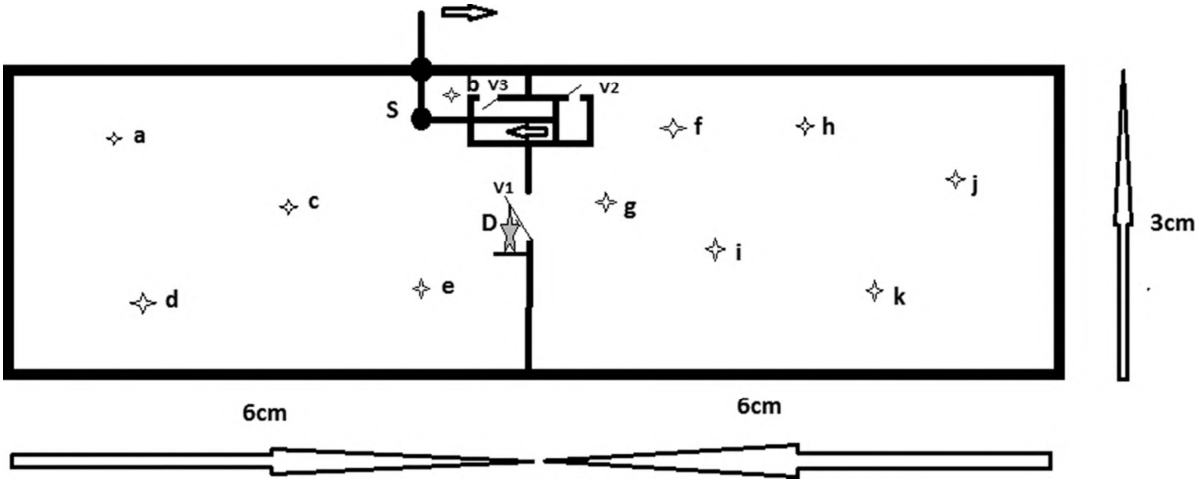
Sl. 10.: Shema poluotvorenog ustroja: privodom energije i informacije održava se konstantna entropija u zatvorenom radnom prostoru na štetu smanjenja entropije u okolišu radnog prostora[31]

odstupanje od programiranog broja stanja procesa, što je dodatna entropija u procesu, a izvori takvih smetnji u pravilu su nepoznati po podrijetlu i utvrdivi tek po posljedici, odnosno tek kad se pogreška ustanovi. Naime, automatizirani i upravljani pogoni te robotizirani strojevi daju uporno proizvode s promjenjivom kvalitetom, htjeli to vlasnici proizvodnje ili ne. Dakle, entropija kvalitete proizvoda nije izravno povezana s entropijom pogonskog ustroja. Nešto je treće u igri, očigledno.

6. Primjer smislenosti izračuna entropije Maxwellova demona

Maxwellov demon[34] hipotetski je konstrukt stroja koji iskorištava razlike u veličinama gibanja pojedinačnih molekula ili čestica u dvjema komorama stroja, slika 11., ne bi li pokušao izigrati drugi stavak termodinamike. On to čini tako da se služi otvorom na pregradi koja odvaja komore i propušta sporije

[34]https://www.auburn.edu/~smith01/notes/maxdem.htm



Sl. 11.: Maxwellov demon 'protiv entropije': materijalne točke u 2D imaju sljedeće brzine gibanja: a = 2 m/s, b = 3 m/s, c = 6 m/s, d = 4 m/s, e = 5 m/s, f = 1 m/s, g = 3 m/s, h = 4 m/s, i = 5 m/s, j = 2 m/s i k = 7 m/s (čestica b uz sam je gornji rub lijeve komore)

čestice u jednu, a brže čestice u drugu komoru upotrebom ventila V1[35]. Ventili V2 i V3 samo su u funkciji iskorištenja dobivene energije. Pritom se demon služi informacijom o pojedinačnim brzinama čestica u blizini otvora V1 u pregradi komora.

Odredimo 3D entropiju obiju komora Maxwellova demona sa slike 11. Neka sve točke zauzimaju podjednake dijelove svojih komora! Koja je dobivena mjera entropije?

Fazni prostor lijeve komore $\Phi 1$ iznosi 0,03·0,06·6 = 0,0108 m^3/s, a fazni prostor desne komore $\Phi 2$ iznosi 0,03·0,06·7 = 0,0126 m^3/s. Parcijalni udjeli po česticama prema slici faznog prostora na slici 11. su:

– za lijevu komoru: ps$i(a) \approx 0{,}228$; ps$i$ $(b) \approx 0{,}228$; ps$i(c) \approx 0{,}068$; ps$i(d) \approx 0{,}274$; ps$i$(e) $\approx 0{,}201$
– za desnu komoru: ps$i(f) \approx 0{,}251$; ps$i(g) \approx 0{,}174$; ps$i(h) \approx 0{,}213$; ps$i(i) \approx 0{,}136$; ps$i(j) \approx 0{,}145$; ps$i(k) \approx 0{,}081$

Odatle je entropija za lijevu komoru jednaka:

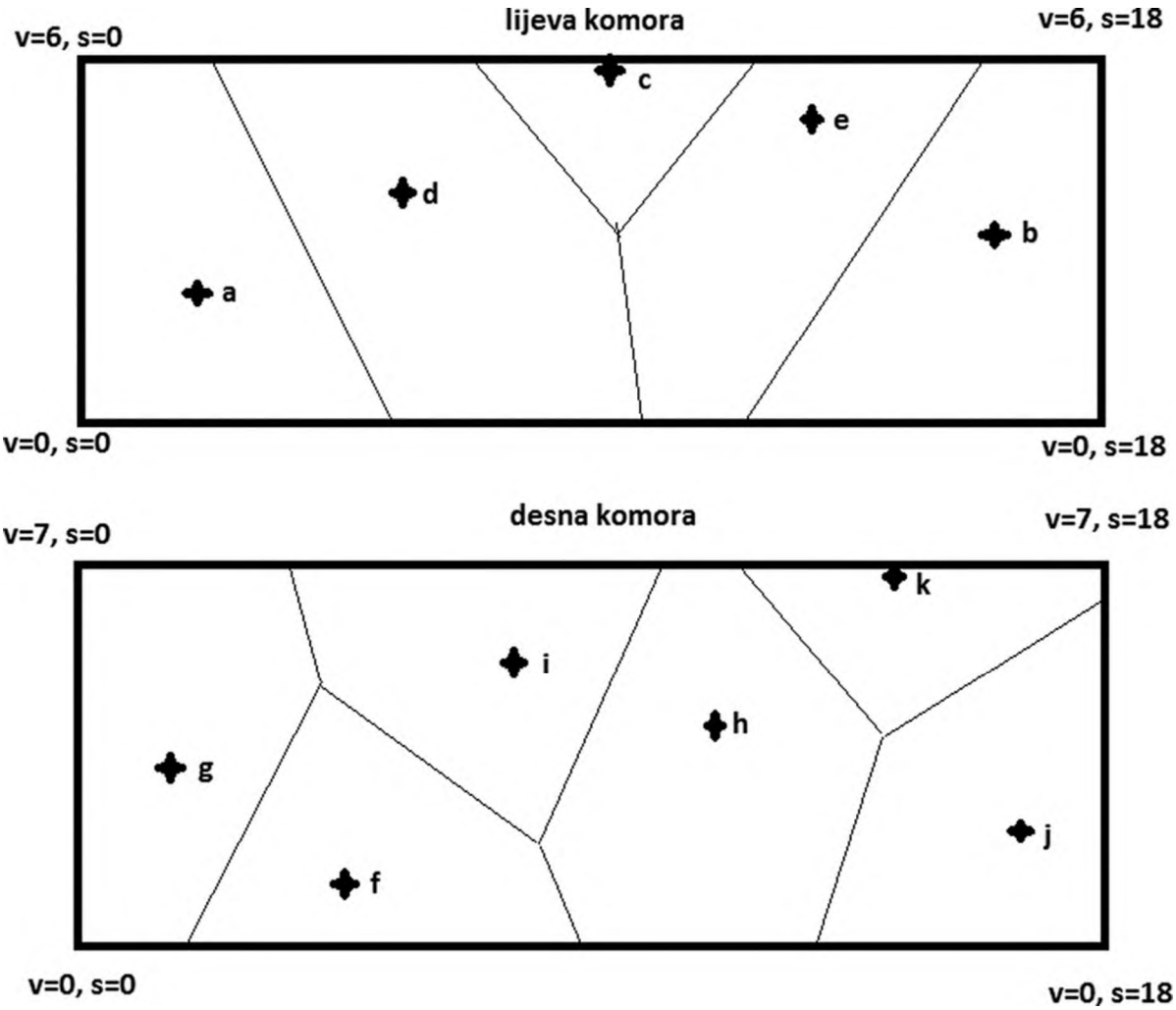
$$H = -\sum_{5} \mathrm{ps}i(i)\,\mathrm{ld}\left[\mathrm{ps}i(i)\right] =$$

$$= 0{,}228 \cdot 0{,}642 + 0{,}228 \cdot 0{,}642 + 0{,}068 \cdot 1{,}167 + 0{,}274 \cdot 0{,}562 + 0{,}201 \cdot 0{,}697 =$$

$$= 0{,}146 + 0{,}146 + 0{,}079 + 0{,}154 + 0{,}140 =$$

$$= 0{,}665 \frac{\mathrm{dbit}}{\mathrm{cm}^2 \cdot v} = 2{,}209 \frac{\mathrm{bit}}{\mathrm{cm}^2 \cdot \frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}} = 2{,}209 \frac{\mathrm{bit} \cdot \mathrm{s}}{\mathrm{cm}^3}$$

[35] Već samim prebacivanjem čestica u jednu stranu postiže se cilj tog zamišljenog pokusa.



Sl. 12.: 2D prikaz trenutačnog faznog prostora čestica lijeve i desne komore iz primjera na slici 11. u relativnom mjerilu

Slično prethodnom izračunu, entropija za desnu komoru iznosila bi $2,498 \frac{\text{bit} \cdot \text{s}}{\text{cm}^3}$.

Iz prethodnog primjera izračuna entropije možemo zaključiti sljedeće:

– ukoliko se pretpostavi da je bilo koja komora potpuno prazna, izračun entropije je besmislen, a ako se u njoj nalazi samo jedna čestica, npr. molekula, onda je njezina entropija po Boltzmannu i Carnapu jednaka ništici
– postupak dobivanja energije na taj način mora izazvati trošak energije na mjernom uređaju, na mehanizmu odvajanja čestica i na memoriji uređaja koji prati proces.

Da bi to utvrdio, Szilard[36] je predložio stroj koji ima na raspolaganju samo jednu molekulu (?). Slično je postupio i Żurek[37], no proširio je analizu na kvantni stroj s jednom molekulom virtualno u objema komorama [26]. Obje ideje svode se na obračun energetske djelotvornosti postava, no s entropijom ne mogu imati nikakve veze jer entropija za jednu česticu po Boltzmannu iznosi ništicu[38].

Rasprava

Razmatrane entropije stvarnih procesa zahtijevaju zadovoljenje nekih pretpostavki koje su zamislili izvorni autoriteti poput Carnapa i Boltzmanna. To su kinematsko-dinamička dimenzija (Carnap) i broj makro-mikrostanja procesa (Boltzmann). Kad se za neki ustroj ustanove mikro-makrostanja prema Boltzmannovu načelu, onda se izračun entropije može izvršiti korištenjem Carnapove entropije u danim dimenzijama procesa. Mikro-makrostanja ovise o namjeni ustroja i o trenutku opažanja postava. Tu nastupa informacija sa svojom ciljnom komponentom koja se izražava kod strojeva ispunjenjem zadane funkcije, na primjer, u ciklusu rada stroja.

Izvršenjem funkcije, međutim, dolazi do određenih gubitaka energije koji se prenose na okoliš procesa, odnosno ustroja. Istodobno dolazi i do nepoželjnih promjena u postavu stroja i do nereda i/ili rasipanja dijelova obradaka po okolišu, odnosno do povećanja broja mikro-makrostanja ili drugim riječima do povećanja entropije. Tu do prednosti dolaze strojevi i mehanizmi s većom reverzibilnosti, tj. s manjim gubitcima energije u radnom procesu, u samom resursu, poput prednosti električnog pred 'klasičnim pogonom' automobila, prednosti 'odvojene konstrukcije' diode od diode u 'gusto' pakiranom integriranom sklopu.

U radu je ustanovljeno da se entropija jednostavnih mehanizama može izračunati relativno lako. Ključno je određivanje kinematičkih točaka, odnosno kinematičkih parova i njihova Carnapova prostora. Povećanjem broja kinematičkih točaka i povećanjem veličine i broja dimenzija Carnapova prostora, u načelu rastu i entropija i njezina dimenzionalnost. Povećanje je aditivno s brojem točaka i s brojem dimenzija. Pri izračunu nema potrebe koristiti vjerojatnosni i mnogočestični pristup ili intuitivne metode. Energija i entropija mogu se u radnom ciklusu jednostavno odvojiti. Za rad parnog stroja odatle su

[36]Leo Szilard (1898. – 1964.), mađarski fizičar

[37]Wojciech Hubert Żurek (r. 1951.), poljski teorijski fizičar

[38]Szilardov rad bio je poticaj Shannonovoj teoriji informacije!

povoljniji *in-line* mehanizmi od *out-of-line* mehanizama, kako su ingeniozno zamijetili već otac i sin Carnot[39].

Svakako se put do entropije ostvaruje preko Carnapova koncepta ciljnosti informacije. To što se u konačnici i Maxwellov i Szilardov i Żurekov misaoni model svodi na dominantnost informacije u razmatranju rubnih problema entropije kao što je to slučaj 'jednočestičnog stroja' samo potvrđuje prethodni navod. Informacija i entropija komplementarne su u smislu određivanja ispunjenja određene ciljnosti informacije – tu mjeru prati se relativno jednostavnim entropijskim izračunom putem logaritamske funkcije[40].

Statistički pristup teoriji informacije preko mnoštva čestica mora se u doba nanotehnologije zamijeniti višečestičnim pristupom, kao što je ovdje izloženo, a s čim se i za slučaj valnomehaničkog koncepta *a priori* slaže i Żurek [26]. Analiza svakog pojedinačnog slučaja zahtijeva brižljivo određivanje faznog prostora, kinematičkih točaka pojedinog mehanizma i sklopa te poznavanje dinamičke komponente procesa i njegove ciljne funkcije.

Uopće nije jasno zašto se dosad entropiju izjednačavalo s jedne strane s energijom, a s druge strane s 'neredom' u procesu kad njezin izričaj preko logaritma ukupnog broja makro-mikrostanja po originalnoj zamisli Boltzmanna vodi izravno k cilju – analizi stvarnog stanja resursa i okoliša nekog procesa.

U nastavku razmatranja valja se vratiti samom izvoru situacije, a to je još uvijek nejasno pitanje valja li izučavanju ispunjenja ciljnosti nekog procesa pristupiti sa stajališta dubinske analize velikih količina podataka ili sa stajališta njegove trenutačne entropije. Moje je skromno mišljenje da je drugi pristup puno djelotvorniji.

Zaključak

Valjalo bi oprezno no ustrajno početi raditi na racionalnoj upotrebi entropije u proizvodnim procesima u smislu smanjenja nepotrebnog lutanja nad 'hrpama podataka i činjenica' koje su irelevantne za stanje nekog procesa u nekom trenutku. Entropija očito nema stohastički karakter kako se naivno pretpostavlja!

[39]Tako u smislu *in-line* konstitucije puno bolje djeluju u igri u polju 'niži' nogometaši poput Modrića i Messija od entropiji u polju sklone njemačke momčadi redom s visokim *out-of-line* igračima. Drugo je opet pri promjeni ciljnosti igre kod prekida.

[40]Logaritamska funkcija daje aditivnost u opisu procesa koji su u načelu multiplikativni poput 'mapiranja' ulaz-izlaz u slijedu promatranja konzistentnosti ponašanja nekog mehanizma.

Literatura

[1] Carnot, S*., Reflections on the motive power of fire*, Chapman & Hall Ltd, London, 1897.

[2] Popovic, M., Researchers in entropy wonderland: A Review of the entropy concept, https://arxiv.org/abs/1711.07326.

[3] L. von Bertalanffy, *General Systems Theory* (2015.), 18. izdanje, George Braziller, Inc.,Wolfgang Hofkirchner i David Rousseau, str. 39-41.

[4] Boltzmann, L. (1974.), *The second law of thermodynamics* (*Theoretical physics and philosophical problems)*, Springer-Verlag New York, LLC.

[5] Shannon, C., A mathematical theory of communication, *The Bell System Technical Journal*, 1948., 27, 379-423.

[6] Schrödinger, E., *What is life? The physical aspect of the living cell*, Cambridge University Press, X. printing, 2003.

[7] Von Neumann, John (1932.), *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlin: Springer.; Von Neumann, John (1955), .*Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Princeton University Press.

[8] Prigogine, I., *Etude thermodynamique des phenomenes irreversible*, Dunod, Paris, 1947.

[8a] *Entropy* 2019, 21(3), 251; https://doi.org/10.3390/e21030251

[9] Borš, V., *Integralna teorija Kena Wilbera*, FF press, Zagreb, 2012.

[10] Jović, F., *Geometrijska linijska holografija*. Kiklos – krug knjige, Zagreb, 2015., str. 81-82.

[11] ibid.

[12] Clayton, J., Giauque, W., The heat capacity and entropy of carbon monoxide, *J. Am. Chem. Soc.,* 1932., 54, 2610-2626.

[13] Gibbs, J.,V. (1878.), On the equilibrium of heterogeneous substances, *Am. J. Sci*., *Series* 3, Vol. 16:441-458.

[14] Jaynes, F. T., Gibbs vs Boltzmann entropies, *American Journal of Physics*, Vol. 33, No. 5, 391-398 May 1965.

[15] Layzer, D., The arrow of time, *Scientific American,* Vol. 223, December 1975., p. 56.

[16] − Entropy in chemistry: Entropy; https://en.wikipedia.org/wiki/Entropy

[17] v. u [3], str. 120-139.

[18] ibid [10], str. 77, str. 95.

[19] Ropohl, G., *Allgemeine technologie*, 3. prerađeno izdanje, Universitäsverlag Karlruhe, 2009., str. 107-125.

[20] Ashby, W. R., Principles of the self-organizing system, in *Principles of Self-Organization,* H. von Foerster and G. W. Zopf, Jr., editors, New York, Pergamon Press, 1962., str. 102-126.

[21] Jović, F., Jović, A., Krmpotić, D., *Quality control engineering in automated ceramic tile production using a signal information content approach*, Advanced engineering informatics, 27(2013), 1; 93-107.

[22] Pudmetzky, A., Teleonomic entropy measuring the phase-space of end-directed system, *Appl. Math. Comput*, 162 (2) 205, 695-705.

[23] Chakrabarti, C. G., Chakrabarty, I., Boltzmann entropy: probability and information, https://arxiv.org/pdf/0705.2850.

[24] Jagnjić, Ž., Bogunović, N., Pižeta, I., Jović, F., Time series classification based on qualitative space fragmentation, *Advanced Engineering Informatics*, 23 (2009), 1; 116-129.

[25] Szilard, L. (1929), Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen (On the reduction of entropy in a thermodynamic system by the intervention of intelligent beings), *Zeitschrift für Physik*. 53 (11–12): 840–856. Bibcode*:*1929ZPhy...53..840S*,* doi*:*10.1007/bf01341281.

[25a] https://www.auburn.edu/~smith01/notes/maxdem.htm

[26] Wojciech H. Zurek, Eliminating ensembles from equilibrium statistical physics: Maxwell's Demon, Szilard's engine, and thermodynamics via entanglement, Theory Division, LANL, MS B213, Los Alamos, NM 87545. arXiv:1806.03532v1 [quant-ph], 9 Jun 2018.

Entropy, Process and Information

Franjo Jović

Abstract: Energy-entropy processes of the production machine. Entropy of simple kinematic mechanisms: a ball-spring oscillator and fixed lever clock mechanism. Various arrangements, objects and processes and their energetic and entelechy efficiency. Process unity of information and entropy. Boltzmann and Carnap entropy definition. Confrontation of information and entropy action. Semi-closed and semi-open production processes. Conservation of entropy through information. The calculation limit of the entropy of Maxwell demon.

Keywords: instant entropy, Maxwell demon, mechanism kinematics, process states, production hierarchy

Zoran Bobič Šonc

Trisekcije i polisekcije gonusa šestaron i ravnalom[1]

Sažetak: Sve cjelobrojne polisekcije gonusa: $\alpha/2$, $\alpha/3$, $\alpha/4$, $\alpha/5$, ... α/n su izvedive šestarom i ravnalom, odnosno kružnim lukovima i dužinama. Polisekcije su radikalne, s konačnim brojem teinometriskih poteza, za trisekcije gonusa $\alpha = n \cdot 45°$, za pentasekcije gonusa $\alpha = n \cdot 75°$, za heksasekcije gonusa $\alpha = n \cdot 90°$, za septasekcije gonusa $\alpha = n \cdot 105°$ itd. Radikalne polisekcije nalaze se na mjestima Aristotelovih diastatmi u mijeni gonusa od 0° do 360°. Polisekcije ostalih gonusa mogu se izvoditi šestarom i ravnalom kao aproksimativne konstrukcije primjenom nove procedentne logokodusne teinometrije. Numerička i grafička točnost svake konstrukcije može se povećati na željeni broj decimala, sve do najtanje crte primjenom logokodusnih korekciskih konstrukcija. Lokodusnom teinometrijom mogu se konstruirati svi pravilni poligoni kao polisekcije gonusa od 360°, na primjer riješene su Hipokritova i Arhimedova trisekcija gonusa. Izvedivost polisekcija na papiru olovkom i šestarom provjerena je za polisekcije do $n = 11$. Dan je primjer trisekcije u muzici.

Ključne riječi: aproksimativna trisekcija, Arhimed, Aristotel, gonus, Hipokrit, logokodus, logokodusna trisekcija, procedentna trisekcija, radikalna trisekcija

[1]Nazivlje i jezično-pravopisna inačica pripadaju autoru. (Op. ured.)

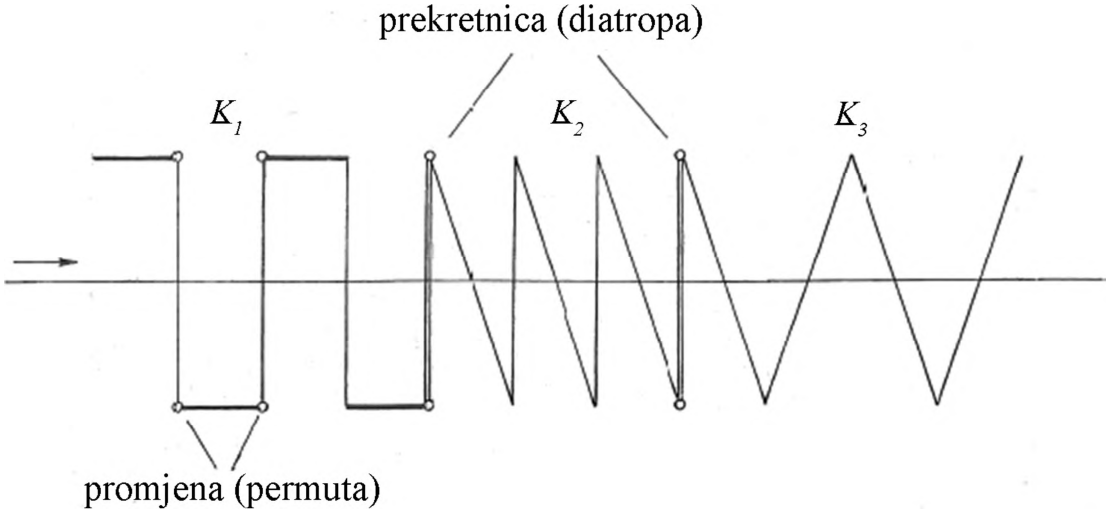
Uvod

Više od dva milenija je trebalo proći da bi se pronašle i odredile koje su i kakve trebaju biti teinometriske[2] konstrukcije podjele gonusa[3] na jednake gonuse, tj. za polisekcije gonusa šestarom i ravnalom. Najznačajnije je to da je dokazano da se sve u teinometriji, a naročito teinometriji opće mijene, može konstruirati šestarom i ravnalom, čime je ostvaren ideal antičkih matematičara.

Naime, znanstvenici drevnog Egipta i antičke Grčke su smatrali da sav život kosmosa potječe od Sunca (Ra, Helios) i Sunčevih zraka (helioaktisa; grč. *ἥλιος*, *helios*, Sunce; *ακτις*, zraka). Po njima bi se sve u geometriji kao znanosti protežnosti (teinometriji) moglo konstruirati simbolima Sunca i njegovih zraka − kružnim lukovima i dužinama, tj. šestarom i ravnalom. Stoga su i sve polisekcije gonusa rješive šestarom i ravnalom, samo je pitanje: "Na koji način?"

Budući da je teinometrija vjeran pratilac opće mijene oblikovnosti tvari, to je za teinometriske konstrukcije šestarom i ravnalom transcendentnih protežnosti odgovor trebalo potražiti prvo u 'filozofiji matematike mijene'.

Konstrukcije kružnim lukovima i dužinama, tj. šestarom i ravnalom, trebaju zadovoljiti svojstva opće mijene u prirodi koja se temelji na do danas neoborivim Aristotelovim postulatima mijene Platonove Akademije: [1, 8]



Sl. 1.: Analitička struktura procedencije jednog periodičnog valnog oblika s dvije prekretnice i tri logokodusa[4] K_1, K_2 i K_3 (logokodus K je matematički program procedencije)

[2] **teinometrija** (grč. *τεινω*, protezati se); izvorna geometrija, znanost izmjere dimenzija protežnosti. Dimenzija $\mathcal{D}$, određenje bitka protežnosti, bitak, "to jest što jest da jest", Aristotel [1].

[3] **gonus**, kut u teinometriji

[4] **logokodus** K je matematički (numerički i teinometriski) program procedencije (1977.) [15]

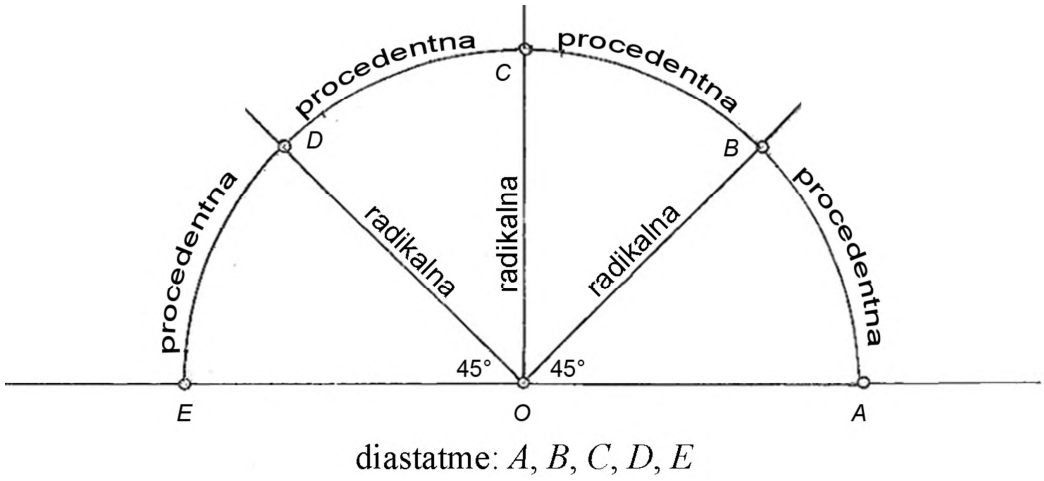
1. Mijena je beskonačan slijed konačnih promjena.
2. Promjena je predodređena i ostvarenje je nove mogućnosti (Ruđer Bošković proširio na alterniranu procedenciju[5] privlačnih i odbojnih sila u fizici).
3. Promjene su ograničene i omeđene prekretnicama (diatropama)
4. U svakoj promjeni sve predhodno[6] izmijenjeno prelazi u slijedeće.

U matematici mijenu predstavlja procedencija.

1. Kakve trebaju biti polisekcije gonusa šestarom i ravnalom?

Teinometrijske konstrukcije polisekcije gonusa, trebaju biti u načelu procedentne, tj. slijed konačnih, procedentnih i radikalnih[7] konstrukcija. Na mjestima prekretnica nalaze se radikalne konstrukcije, analogno cijelim brojevima u Pitagorovom slijedu iracionalnih veličina (Pitagorova tora[8]). Ta mjesta se u teinometriji mijene nazivaju diastatme (grč. *σταθμός*, statmos, postaja, statnica).

Za trisekcije gonusa se diastatme nalaze na višekratnicima gonusa od 45°, $\alpha = n \cdot 45°$, slika 2. Za pentasekcije gonusa diastatme se nalaze na gonusima $\alpha = n \cdot 75°$, za heksasekcije na gonusima $\alpha = n \cdot 90°$, za septasekcije na gonusima



Sl. 2.: Područja procedentnih i radikalnih trisekcija gonusa

[5] **procedencija** (lat. *cedus*, korak); u teinometriji beskonačan matematički slijed konačnih promjena protežnosti (permuta) koji vodi u određeni limes (protežno je ono što se može dijeliti i rastavljati) [1, 15]. (vidi i Klaić: *Veliki rječnik stranih riječi*, Zora, Zagreb, 1974.)

[6] Izgovara se individualno kao: d, d*t*, *t*. Pismo bilježi prvenstveno misao na nekom jeziku a ne njen govorni izričaj, koji je različit od čovjeka do čovjeka.

[7] **radikalna konstrukcija;** konstrukcija s prebrojivim teinometriskim potezima (aproksimativna, apsolutna) [15]

[8] **Pitagorova tora**; slijed po pravcu iracionalnih duljina korijena cijelih brojeva [14]

$\alpha = n \cdot 105°$ itd. Na mjestima diastatmi nalaze se apsolutne radikalne trisekcije gonusa, koje se konstruiraju ravnim crtama (ravnalom) i kružnim lukovima (šestarom) s jednim otvorom šestara (r = konst.) te prebrojivim teinometriskim potezima.

Neparne polisekcije ostalih gonusa kao $\alpha/3$, $\alpha/5$, $\alpha/7$, ... su nužno procedentne. Sve procedentne trisekcije imaju limes. Limes procedencije nije nikada dostignut, analogno $0,33\dot{3} < 1/3$. Apsolutne radikalne konstrukcije su uvijek u limesu. Za gonus od 60° ne postoji i ne može postojati apsolutna radikalna konstrukcija trisekcije gonusa, jer pripada području mijene, a ne njenoj diastatmi.

2. Kakva treba biti procedentna polisekcija gonusa?

Newtonovi i Leibnizovi beskonačni konvergentni redovi brojeva, $a_1 + a_2 + + a_3 + \ldots a_n$, kojima se prikazuju transcendentne veličine, ne mogu se po volji točno teinometrijski konstruirati šestarom i ravnalom jer slijedom sve kraćih duljina završavaju u točki s ukinućem protežnosti. Zašto? U prirodi se, naime, ništa ne pribraja predhodnom koje bi čekalo da bi postiglo sljedeće. Drugo, promjena veličine samo jednog člana numeričke proadicije[9] mijenja rezultat odnosno limes procedencije. Priroda ne zna za pogrešku, jer ima slobodu promjene realizacijom nove ali ograničene mogućnosti – nezaobilazan Ruđer Bošković po kojemu je univerzum beskonačan u idejama, a ograničen u realizaciji ideja u materijalnom svijetu. U prirodi po Aristotelu, stalno jedno izmijenjeno prelazi u drugo. U tome leži bit matematičke procedencije protežnosti, koja predstavlja racionalnu strukturu mijene oblikovnosti opće mijene materije.

Teinometriski se procedencija trisekcije gonusa može teoriski izvesti pomoću alternirane proadicije[10] veličine gonusa [3]:

$$\lim_{n\to\infty}\left(\frac{\alpha}{2}-\frac{\alpha}{4}+\frac{\alpha}{8}-\frac{\alpha}{16}+\frac{\alpha}{32}-\ldots\pm\frac{1}{2^n}\mp\ldots\right)=$$

$$=\lim_{n\to\infty}\frac{\alpha}{2}\left(1-\frac{1}{2}+\frac{1}{4}-\frac{1}{8}+\frac{1}{16}-\ldots\pm\frac{1}{2^n}\mp\ldots\right)=$$

$$=\frac{\alpha}{2}\cdot\frac{2}{3}=\frac{\alpha}{3}$$

Gornji izraz, spajanjem pozitivnih i negativnih parova, lako se svodi na numeričku proadiciju trisekcije gonusa:

---

[9] **proadicija**; matematski uređen slijed pribrojnika $a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n$ u procedenciji

[10] **znak** ∞ označava beskonačnost procedencije

$$\lim_{n\to\infty}\left(\frac{\alpha}{4}+\frac{\alpha}{16}+\frac{\alpha}{64}+\frac{\alpha}{256}+\frac{\alpha}{1024}+\ldots\frac{1}{2^{2n}}\ldots\right)=\frac{\alpha}{3}$$

$$\lim_{n\to\infty}\frac{\alpha}{4}\left(1+\frac{1}{4}+\frac{1}{16}+\frac{1}{64}+\frac{1}{256}+\ldots+\frac{1}{2^{2n}}+\ldots\right)=\frac{\alpha}{4}\cdot\frac{4}{3}=\frac{\alpha}{3}$$

Na osnovu predhodno navedenih uvjeta za procedentne polisekcije gonusa proizlazi da se trisekcija gonusa po ovoj numeričkoj proadiciji ne može pouzdano provesti šestarom i ravnalom kako prikazuje slika 3.a). Ovakva numerička procedencija nije teinometriska.

Trisekcija se ovdje provodi postupnim raspolavljanjem po luku sve kraćih tetiva, počev od tetive ortogonusa[11] i grafički je ograničena. Takva konstrukcija nije izvediva šestarom i ravnalom, jer i najmanje grafičko odstupanje pomiče točku rješenja, tj. limesa $\alpha/3$, i stvara nepopravljivu pogrešku. Još je Arhimed govorio kada je određivao plošninu odsječka parabole da metoda 'iscrpljivanja' za rješenje daje broj a ne protežnost i ne može se primijeniti u konstrukciji trisekcije gonusa. Otac geometrije Tales je govorio: "Broj pripada aritmetici, geometriji pripada teineja (protežnost)." [7]

Logokodusna[12] teinometrija vraća geometriju u apstraktan matematički svijet gdje joj je i mjesto. Ona spada u područje teinometrije mijene 'novoeuklidike'[13] i provodi u praksi prijelomnu izreku glasovitog B. Russela za daljnji napredak matematike: "Ono što najviše iznenađuje u suvremenoj znanosti je njen povratak pitagorejstvu." [11]

3. Procedencija i logokodus *K* mijene

Procedenciju u matematici predstavlja slijed konačnih promjena odnosa matematičkih veličina čija se matematička zakonitost slijeda može izraziti matematičkim programom procedencije nazvanim logokodus *K* (grč. λογο, logo; umno, smisleno *L* i lat. *codex*, propis, program *K*; pisano zajedno u jednom potezu *K*. [15]

Logokodus *K* je matematički program slijeda konačnih promjena mijene:

$$K=f\left(\frac{a_{n+1}}{a_n}\right)=f\left(\frac{\text{posterus (sljedbenik)}}{\text{anterus (predhodnik)}}\right)$$

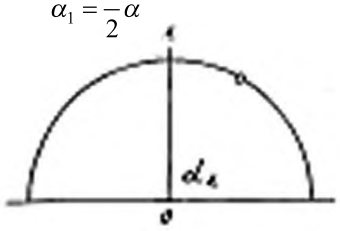
[11] **ortogonus** (nlat. ortogonus); pravi kut

[12] **logokodus**; označuje se s *K* (autorov termin, 1977.)

[13] **novoeuklidika**; euklidika zakrivljene višedimenzionalne i mijene protežnosti (autorov termin, 1999.)

a)

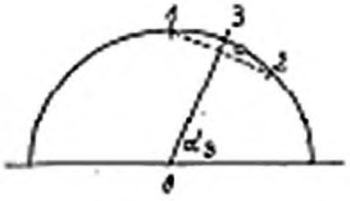
$$\alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha$$



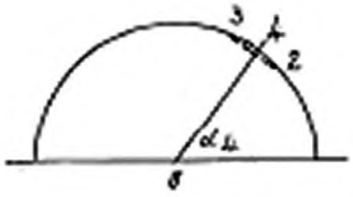
$$\alpha_2 = \alpha_1 - \frac{\alpha}{4} = \alpha\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4}\right)$$

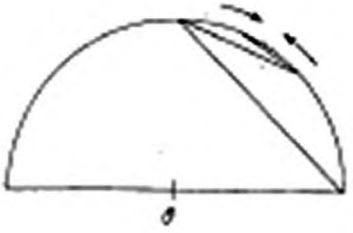


$$\alpha_3 = \alpha_2 + \frac{\alpha}{8} = \alpha\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right)$$



$$\alpha_4 = \alpha_3 - \frac{\alpha}{16} = \alpha\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \frac{1}{8} - \frac{1}{16}\right)$$





$$\alpha_n = \alpha_{n-1} \mp \frac{\alpha}{2^n}$$

$$\alpha_\infty = \frac{\alpha}{3} \mp 0$$

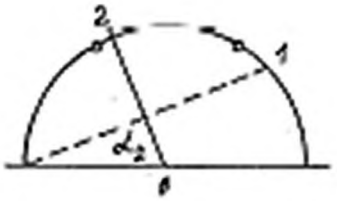
b)

$$K\colon\ \alpha_{n+1} = \frac{\alpha - \alpha_n}{2}$$

1. $\alpha_1 = k\alpha \qquad 0 < k < 1$



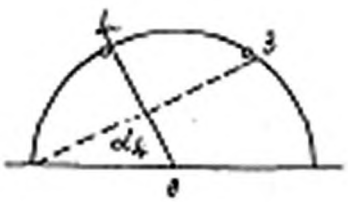
2. $\alpha_2 = \frac{\alpha - \alpha_1}{2} = \alpha\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{2}\right) = \alpha\frac{1-k}{2}$

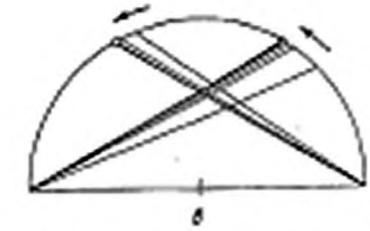


3. $\alpha_3 = \frac{\alpha - \alpha_2}{2} = \alpha\left(\frac{1}{4} + \frac{k}{4}\right) = \alpha\frac{1+k}{4}$



4. $\alpha_4 = \frac{\alpha - \alpha_3}{2} = \alpha\left(\frac{3}{8} - \frac{k}{8}\right) = \alpha\frac{3-k}{8}$





$$\alpha_n = \frac{\alpha - \alpha_{n-1}}{2} = \alpha\left(\frac{1}{3} \pm \frac{1}{3 \cdot 2^{n+1}} \mp \frac{k}{2^{n-1}}\right)$$

$$\alpha_\infty = \alpha\left(\frac{1}{3} \pm 0 \mp 0\right)$$
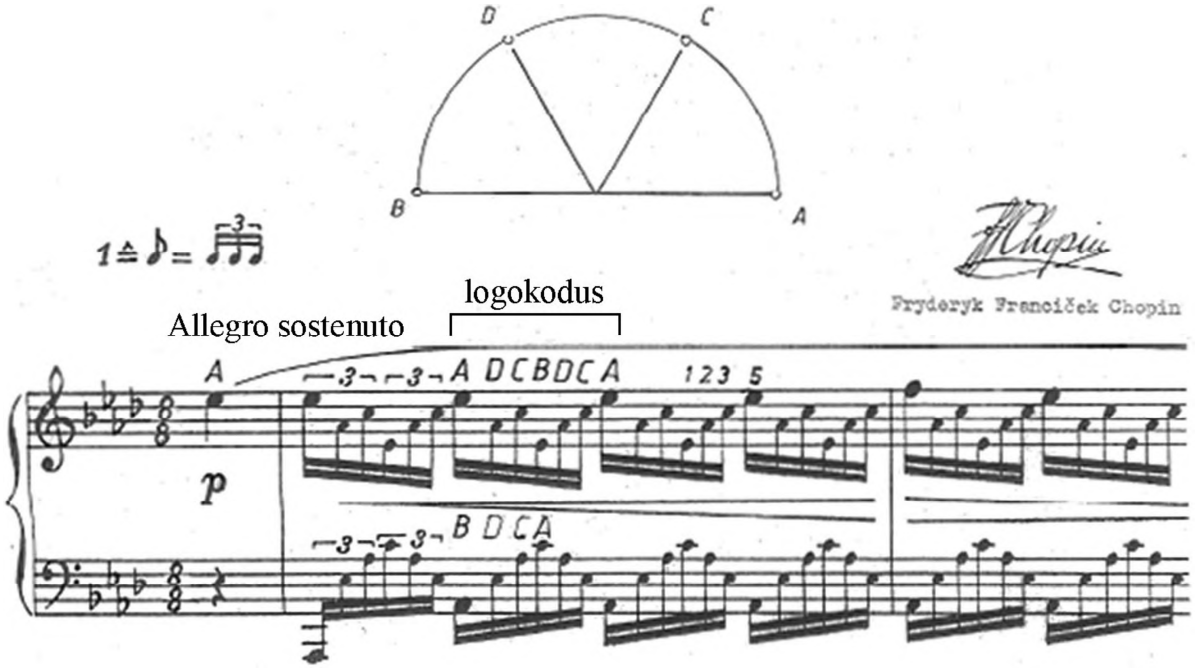
Sl. 3.: Procedentna konstrukcija: a) numeričko-alternaciska i b) logokodusna teinometriska trisekcija gonusa od 180°. Limes logokodusne teinometriske trisekcije gonusa je dužina a ne točka.

Promjena elementa u logokodusu je analogna promijeni tona u melodiji a s time i promijeni same melodije. U materijalnom svijetu glazba je akustički izričaj apstraktne muzike kojoj nije potreban materijalan zvuk i zato ju je i organski gluhi L. van Beethoven mogao čuti. Po učenju Pitagorovog učenika Filolaosa 'muzika je tonska matematika' i tonski je izraz harmonije čovjeku spoznajnih prirodnih pojavnosti, pa bi se nakon Blanušove spoznaje da je 'matematika muzika ljudske misli', prirodna trisekcija mogla naći i u muzici odnosno čuti.

4. Analogija trisekcije u muzici

Neznajući za geometriski problem trisekcije gonusa, trisekciju nebeskog luka nad horizontom ozvučio je jedan od najsenzibilnijih muzičkih genija Fr. Fr. Chopin, 'pjesnik klavira', koji je nenadmašno ozvučio i zalaske Sunca svojim glasovitim nokturnima.

Vječna igra unutarnjih dviju točaka u trisekciji (1/3, 2/3) može se čuti u igri tonova u protupomaku lijeve i desne ruke u Chopinovoj klavirskoj etidi (Harfna etida) čiju analogiju s procedencijom trisekcije gonusa od 180° prikazuje slika 4. (poslušajte [23]). Po Tesli bi to mogla biti rezonancija muzike i matematike.



Sl. 4.: Muzička analogija trisekcije nebeskog luka u Chopinovoj klavirskoj etidi, gdje se palac, drugi, treći i peti prst ruku simbolički kreću po trećinskim točkama *A*, *C*, *D*, *B* nebeskog luka (*sostenuto* je odgađanje pojave sljedećeg tona, a ne produljenje predhodnog) [25]

Ova analogija, više nego očita, potvrđuje da je logokodusna procedencija trisekcije autentična i predstavlja optimalno matematičko rješenje posve prirodne pojave (listovi bilja, latice cvjetova i dr.)

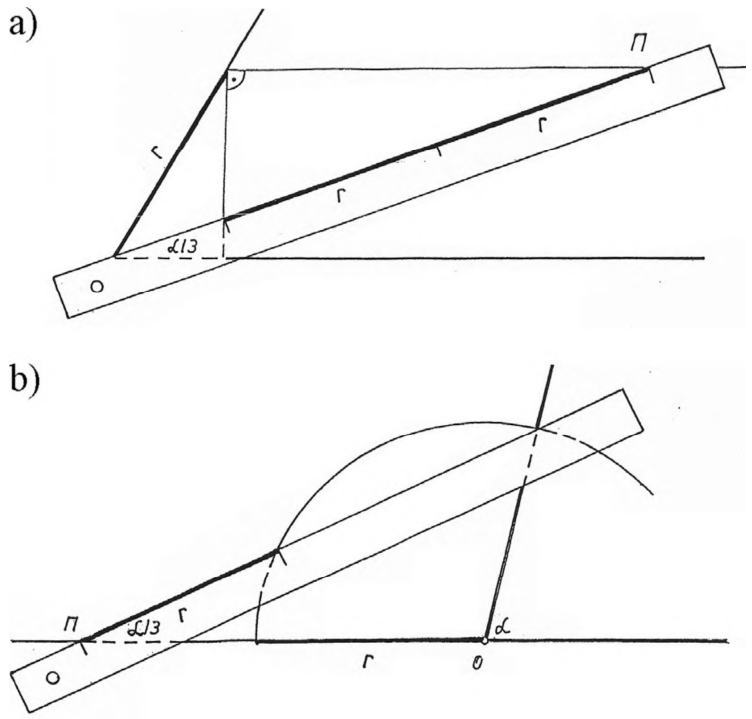
5. Trisekcija gonusa pomoću ravnala

Prve trisekcije gonusa nastale su prije više od dva milenija i to su bile geometriske konstrukcije izvođene ravnalom. Trisekciju gonusa pomoću ravnala donijela su dva matematička genija Hipokrit i Arhimed.

Hipokritovo rješenje trisekcije gonusa temelji se na konstrukciji ortotrigona između krakova gonusa s hipotenuzom duljine diametra 2*r* proizvoljne kružnice (cirkule). Hipotenuzu 2*r* je Hipokrit konstriurao spretnim namještanjem ravnala na kojem je bila označena duljina 2*r*, Hipokritov lineal, slika 5a).

Arhimed je trisekciju gonusa riješio također namještanjem ravnala, Arhimedov lineal, konstrukcijom koja se proteže izvan zadanog gonusa (eksogonusna trisekcija) na način kojeg prikazuje slika 5b).

Oba matematičara su utvrdila ta za trisekciju gonusa ne postoji i ne može postojati radikalna konstrukcija s konačnim brojem geometriskih poteza kakva je npr. bisekcija gonusa $\alpha/2$ s tri kružna luka. Njihovo rješenje namještanjem ravnala pokazuje da trisekcija gonusa u osnovi može biti samo procedentna konstrukcija, korak po korak, s postupnim približavanjem veličini $\alpha/3$, što potvrđuje i matematička filozofija procedentne mijene.



Sl. 5. Hipokritova a) i Arhimedova b) trisekcija gonusa namještanjem (titenacijom) ravnala

Procedentna trisekcija gonusa šestarom i ravnalom može se izvesti na više načina, od kojih se kao optimalna iskazala logokodusna trisekcija gonusa, koja zadovoljava sve uvjete takve konstrukcije autoktone teinometrije (geometrije).

6. Logokodus *K* trisekcije gonusa i dužine šestarom i ravnalom

U matematici logokodus *K* ima svoja tri obličja a to su: ‘aritmetički *K*′ za određivanje brojem kvantnih veličina protežnosti, ‘algebarski *K*′ za matematičku formulaciju elemenata procedencije i ‘teinometriski *K*′ za njegovu konstrukciju šestarom i ravnalom. [15]

U trisekciji gonusa $\alpha/3$ logokodusi imaju oblik:

– **Aritmetički** *K*[14]:

$$\ldots+\frac{1}{4}\left\{\alpha+\frac{1}{4}\left[\alpha+\frac{1}{4}\left(\alpha+\alpha_{0}\right)\right]\right\}$$

$$\ldots-\frac{1}{2}\left\{\alpha-\frac{1}{2}\left[\alpha-\frac{1}{2}\left(\alpha-\alpha_{0}\right)\right]\right\},$$

limes obe precedencije je $\alpha/3$.

– **Algebarski** *K*:

$$\alpha_{n+1}=\frac{\alpha-\alpha_{n}}{2},$$

ako $n\rightarrow\infty$, onda $\alpha\rightarrow\alpha/3$.

– **Teinometriski** *K*:

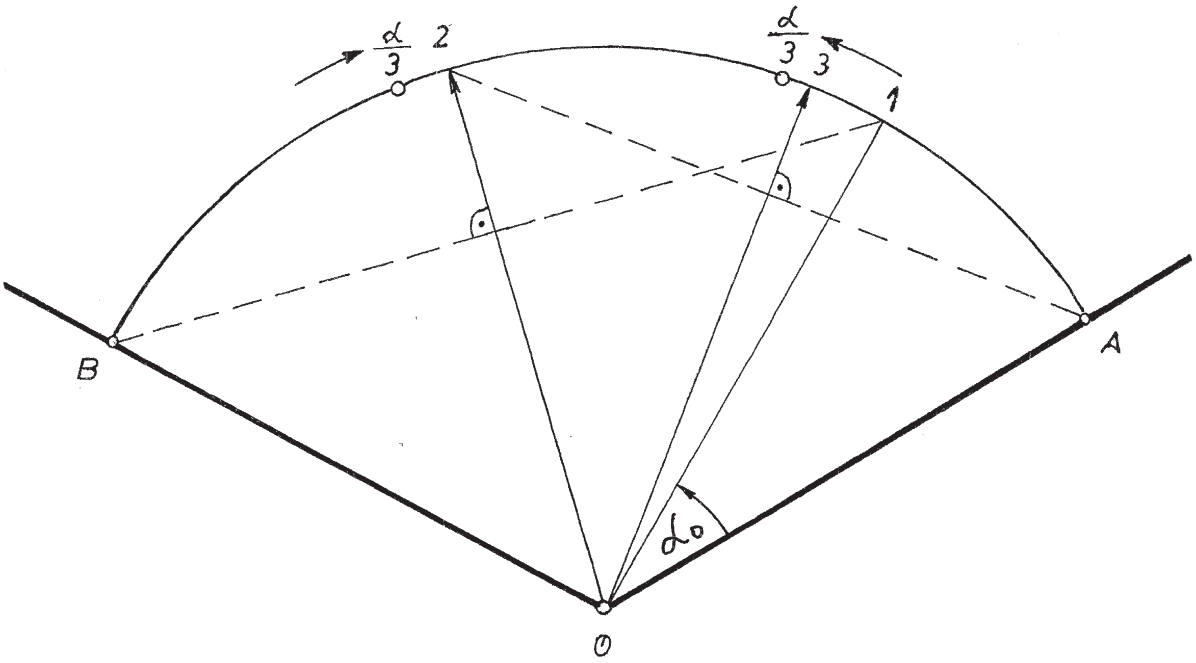
$$\overset{\vdash}{2}\overset{\leftarrow}{\mathcal{O}}\overset{\vdash}{\perp}\overset{\vdash}{B}1\ ^{15}$$

$$\overset{\vdash}{2}\vec{A}\overset{\vdash}{\perp}\overset{\vdash}{\mathcal{O}}\overset{\vdash}{3}$$

Predznak minus (−) u teinometriji znači suprotan smjer, ± odgovara ↷.

[14] Strelica u aritmetičkom i teinometriskom logokodusu označava podudarnost pozitivnog smjera numeričkog izračuna i teinometriskog konstruiranja. Numerička veličina u svakom koraku procedencije istovremeno odgovara veličini protežnosti na tom mjestu procedencije.

[15] $\mathcal{O}$ (lat. *origo*); arheelement, izvorište logokodusa mijene, u teinometriji točka (origo nije nula)



Sl. 6.: Teinometriski prikaz teinometriskog *K*

Teinometriski logokodus predstavlja odabir, redoslijed i način konstruiranja teinometriskih poteza u matematičkoj procedenciji. Teinometriski logokodus se sastoji od njegovog analitičkog zapisa teinometriskim simbolima i teinometriskog crteža s grafičkim prikazom teinometriskih poteza, slika 6.

Logokodus ove trisekcije gonusa se izvodi tako da se polazeći od proizvoljno odabrane točke[16] *1* na proizvoljnom kružnom luku zadanog gonusa konstruira tetiva $\overdash{B1}$ s točkom *B* suprotnog kraja luka. Sljedeći potez je raspolavljanje tetive $\overdash{B1}$ okomitim radiusom $\overdash{20}$ koji određuje na luku drugu točku procedencije *2*, kako naznačuje analitički prikaz logokodusa.

Strelica iznad simbola pravog kuta $\overleftarrow{\perp}$ pokazuje da se raspolavljanje tetive pravim kutom radiusa izvodi u tom smjeru, tj. u smjeru obrnutom od kretanja kazaljke na satu, što u teinometriji predstavlja pozitivan smjer. Sljedeća točka *3* na kružnom luku dobiva se raspolavljanjem tetive $\overdash{2A}$ u suprotnom smjeru konstrukcijom okomitog radiusa $\overdash{03}$ u smjeru kretanja kazaljke na satu što označava simbol $\rightleftarrows$.

Konstrukcija točaka *1*, *2*, *3* predstavlja potpun ciklus teinometriskih poteza u konstrukciji logokodusa trisekcije. Konstrukcija logokodusa se sastoji od izmjenične konstrukcije pravog kuta lijevo-desno i stoga je dobila naziv ‘klackalica’, cigos-konstrukcija (grč. *ζύγον*, polužna vaga).

[16] Točke su označene kosim znamenkama.

Logokodus trisekcije gonusa svodi se na beskrajnu izmjeničnu konstrukciju pravog kuta (ortogonusa) u dva suprotna smjera. Tako izgleda u ideističkom[17] svijetu matematičkih ideja teinometrijski *perpetuum mobile* odnosno perpetuus konstrukcija trisekcije gonusa, jer se ciklički vječito ponavlja putujući istodobno ka svojim dvama odredištima osne simetrije $\alpha/3$ i $2\alpha/3$ u koje nikad ne stigne. U materijalističkom svijetu logokodusnu konstrukciju ograničava debljina crte kada se dalje beskrajno ponavlja po istoj crti. Debljina crte koja omeđuje procedentnu protežnost čini konstrukciju teinometriski ograničenom i stoga radikalnom. U tome leži ključno svojstvo logokodusne polisekcije gonusa šestarom i ravnalom i čini ju optimalnom.

Dakle, teinometriska konstrukcija procedencije izvodi se logokodusnom iteracijom. Na taj način su sve protežnosti i njihove mijene konstruktibilne šestarom i ravnalom. Logokodusna polisekcija gonusa se univerzalno konstruira uzastopnim raspolavljanjem tetiva po proizvoljnom kružnom luku zadanog gonusa primjenom pravog kuta (ortogonusa). Raspolavljanje tetiva izvodi se uzastopnim zakretanjem crtaćeg pravokutnog trokutnika[18] konstrukcijom radijata (omeđenih radijala[19]) duljine r, kroz vrh zadanog gonusa u dva osnovna teinometriska smjera, lijevo-desno. [16]

Za neparne polisekcije $\alpha/3$, $\alpha/5$, $\alpha/7$, $\ldots\alpha/(2n-1)$ redoslijed raspolavljanja tetiva prikazan je u tabeli 1., slika 7.

Tabela 1.: Redoslijed raspolavljanja tetiva za neparne polisekcije

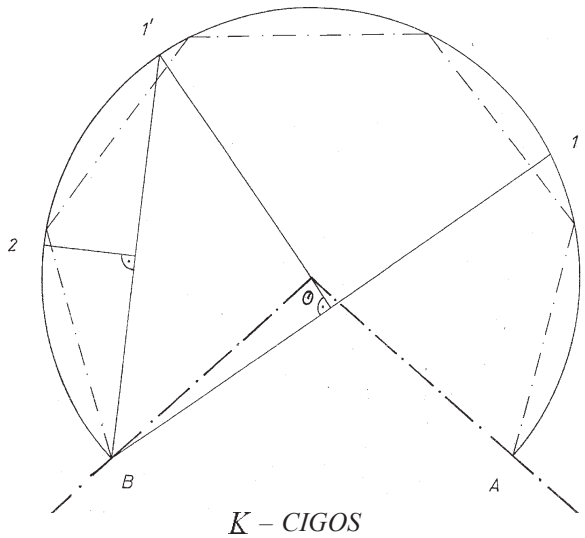
$\frac{\alpha}{2n-1}$	Smjerovi raspolavljanja tetiva
$\frac{\alpha}{3}$	naizmjence u oba smjera počev od proizvoljne točke na luku
$\frac{\alpha}{5}$	dva puta u jednom smjeru, dva puta u suprotnom smjeru
$\frac{\alpha}{7}$	jednom u jednom smjeru, dva puta u suprotnom smjeru
$\frac{\alpha}{9}$	tri puta u jednom smjeru, tri puta u suprotnom smjeru
$\frac{\alpha}{11}$	četiri puta u jednom smjeru, četiri puta u suprotnom smjeru

[17] Ideistički svijet je svijet ideja (a ne ideala).

[18] **trokutnik**, teinometriski pribor (tehničko pomagalo u obliku trokuta) za crtanje ravnih crta kao ravnalom i kutova (30°, 40°, 50°, 60°, 90°); crtanje pravog kuta se pojednostavljuje korištenjem pravokutnog trokutnika

[19] **radijala**; polupravac iz točke

pentasekcija

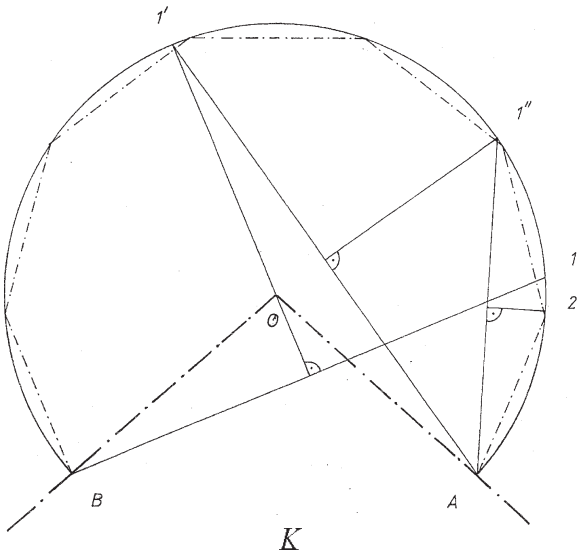


$\underline{K}$ – *CIGOS*

$1'O \overleftarrow{\perp} B1$ $\quad 2A \overrightarrow{\perp} O2$

$2O \overleftarrow{\perp} B1'$ $\quad 2'A \overrightarrow{\perp} O3$

septasekcija



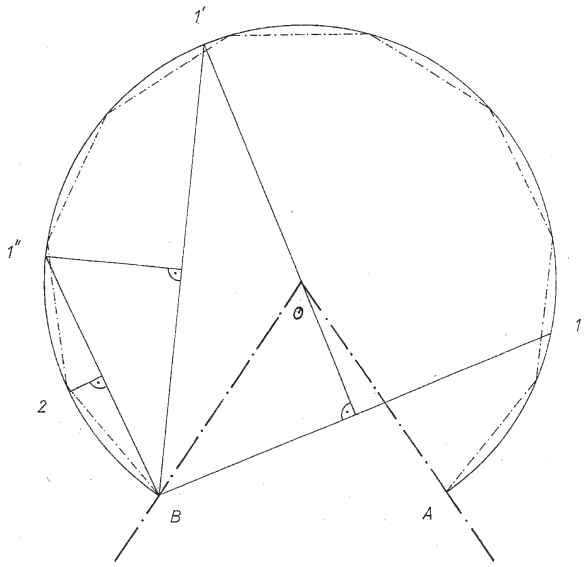
$\underline{K}$

$1'O \overleftarrow{\perp} B1$

$1'A \overrightarrow{\perp} O1''$

$1''A \overrightarrow{\perp} O2$

nonasekcija



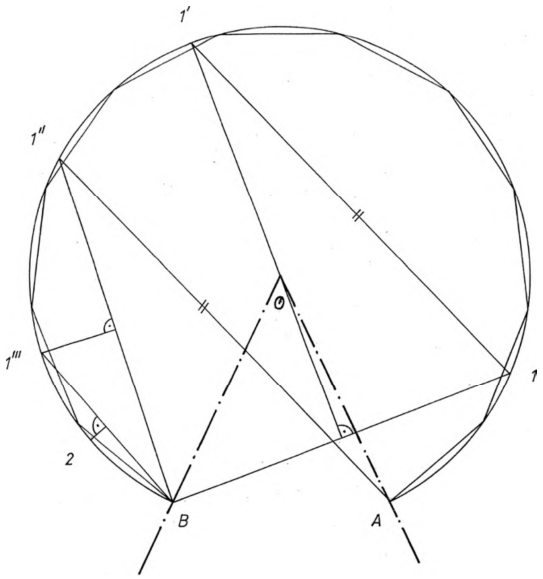
$\underline{K}$ – CIGOS

$1'O \overleftarrow{\perp} B1$ $\quad 2A \overrightarrow{\perp} O2'$

$1''O \overleftarrow{\perp} B1'$ $\quad 2'A \overrightarrow{\perp} O2''$

$2O \overleftarrow{\perp} B1''$ $\quad 2''A \overrightarrow{\perp} O3$

undekasekcija



$\underline{K}$ – CIGOS

$1'O \overleftarrow{\perp} B1$ $\quad 2A \overrightarrow{\perp} O2'$

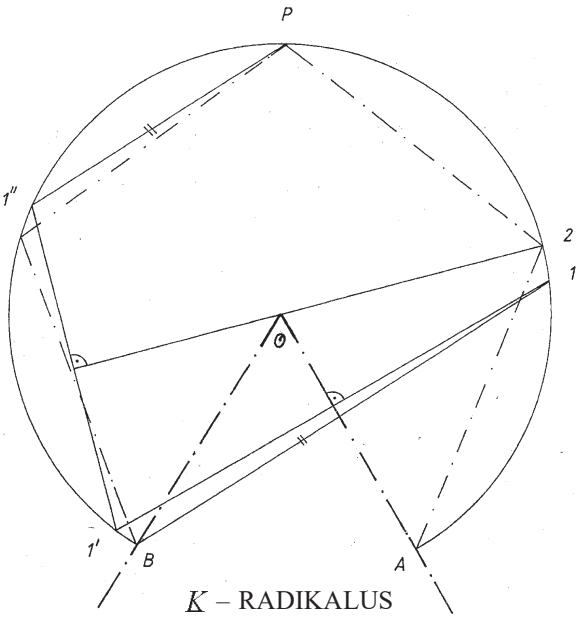
$1'A \overleftarrow{\parallel} 11'$ $\quad 2'2 \overrightarrow{\parallel} B2''$

$1'''O \overleftarrow{\perp} B1''$ $\quad 2''A \overrightarrow{\perp} O2'''$

$2O \overleftarrow{\perp} B1'''$ $\quad 2'''A \overrightarrow{\perp} O3$

Sl. 7.: Teinometriski logokodusi neparnih $\alpha/5$, $\alpha/7$, $\alpha/9$, $\alpha/11$ polisekcija gonusa $\sphericalangle AOB (0° < \alpha \leq 360°)$ šestarom i ravnalom

tetrasekcija



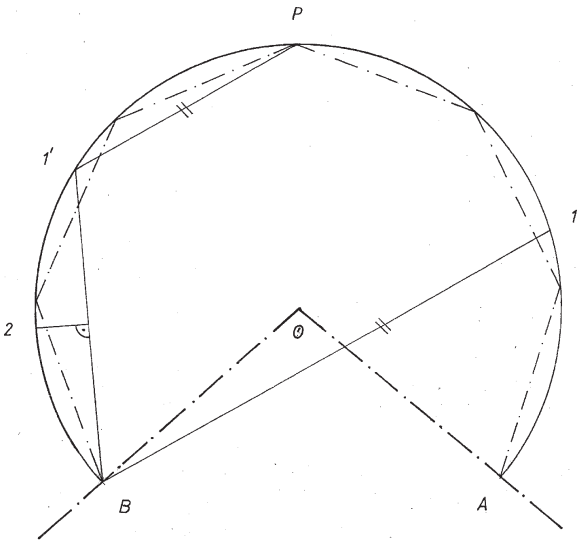
$\underline{K}$ – RADIKALUS

$1'1 \overleftarrow{\perp} A0$

$1''P \overleftarrow{\parallel} B1$

$1'1'' \overrightarrow{\perp} 02$

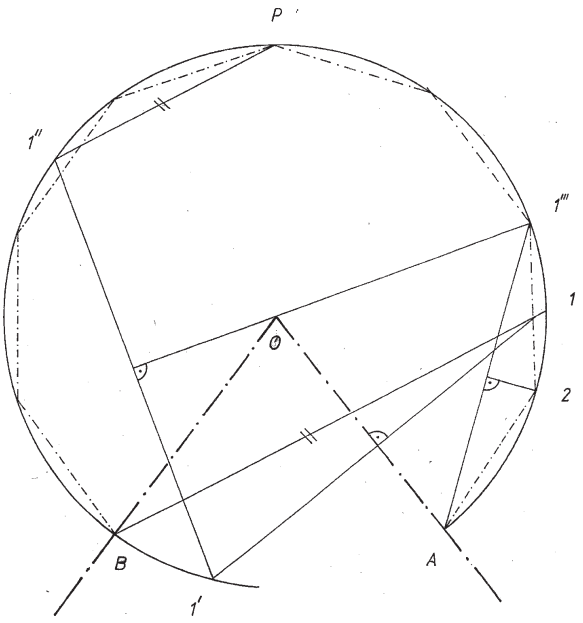
heksasekcija



$\underline{K}$ – CIGOS

$1'P \overleftarrow{\parallel} B1 \qquad 2A \overrightarrow{\parallel} P2'$

oktasekcija

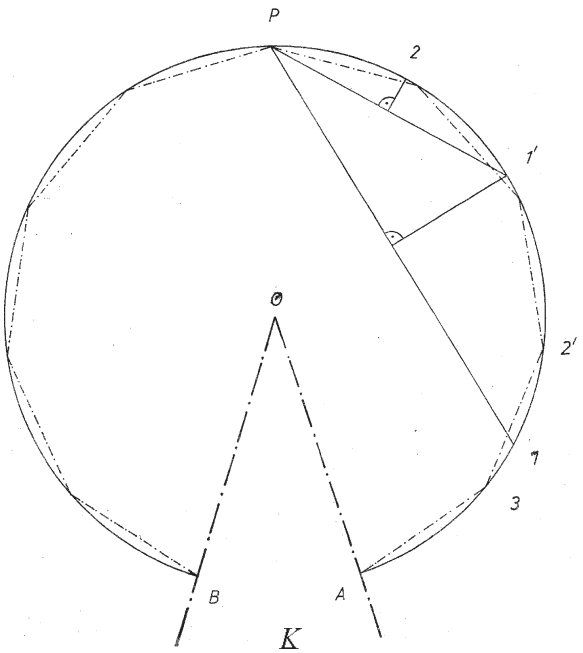


$\underline{K}$ – RADIKALUS

$1'1 \overleftarrow{\perp} A0 \qquad 1''P \overleftarrow{\parallel} B1$

$1'1'' \overrightarrow{\perp} 01''' \qquad 1'''A \overrightarrow{\perp} 02$

dekasekcija



$\underline{K}$

$1P \overrightarrow{\perp} 01' \qquad 2A \overrightarrow{\perp} 02'$

$1'P \overrightarrow{\perp} 02 \qquad 2'A \overrightarrow{\perp} 03$

Sl. 8.: Teinometriski logokodusi parnih $\alpha/4$, $\alpha/6$, $\alpha/8$, $\alpha/10$ polisekcija gonusa $\sphericalangle A0B\left(0° < \alpha \leq 360°\right)$ šestarom i ravnalom

Parne polisekcije gonusa $\alpha/4$, $\alpha/6$, $\alpha/8$, …$\alpha/2n$ izvode se raspolavljanjem tetiva i konstrukcijama paralele sa središnjom tetivom koja spaja točku *P* simetrale gonusa na luku s krajnjom točkom luka, slika 8.

Procedencija po logokodusu iz bilo koje točke na luku, s mogućnošću prekidanja konstruiranja na bilo kojem mjestu, pouzdano vodi prema limesu polisekcije α/n. Ta svojstva čine polisekciju gonusa optimalnim rješenjem polisekcije gonusa.

Jednu logokodusnu trisekciju kuta $\alpha = 180°$, za usporedbu, prikazuje slika 3.b) za koju je karakteristično da se može prekidati u bilo kojoj točki, konstruirati ponovo iz bilo koje točke *1*, $(0 < k < 1)$, da je neovisna o grafičkoj točnosti crtanja i da pouzdano vodi simetrično u dva limesa (1/3, 2/3) do debljine crte, tj. u $\alpha/3$ na stranama oba kraka gonusa.

Primjer

Univerzalnost logokodusne teinometrije potvrđuje i logokodusna trisekcija dužine[20]. Primjenom univerzalnog algebarskog logokodusa za sve trisekcije:

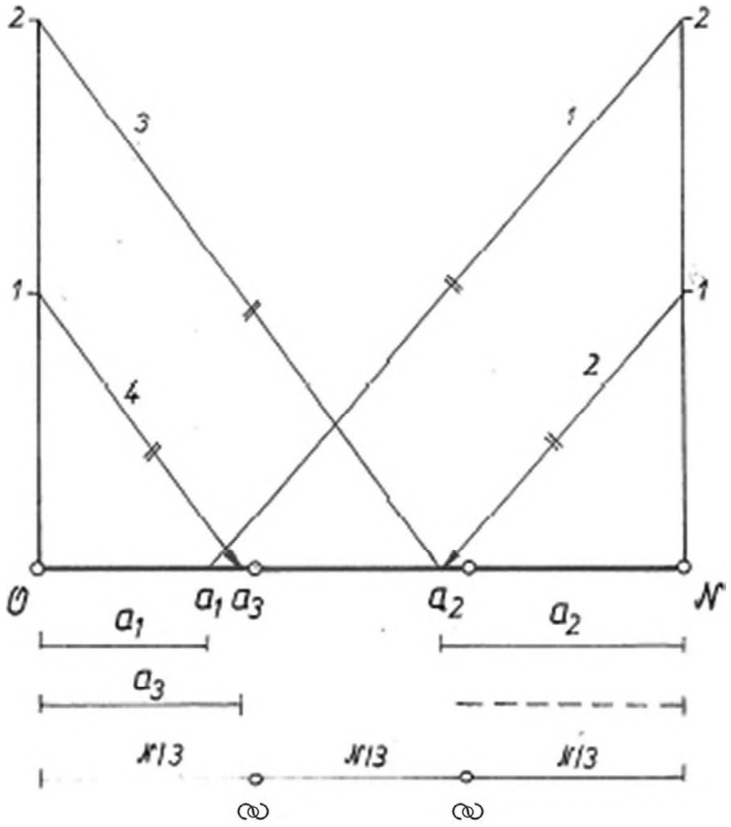
$$a_{n+1} = \frac{\mathfrak{N} - a_n}{2}$$

može se konstruirati i procedentna trisekcija dužine $\overline{\mathfrak{N}}$[21], kojom se dobivaju dužine $\overline{\mathfrak{N}}/3$ i $2\overline{\mathfrak{N}}/3$, kako prikazuje slika 9. Konstrukcija se temelji na dvosmjernom raspolavljanju binoma $(\mathfrak{N} - a_n)$ primjenom Talesove proporcije raspolavljanja dužinama *1* i *2* polazeći od proizvoljne dužine a_1. Brojevi *1*, *2*, *3*, *4* označavaju redoslijed teinometriskih poteza povlačenjem paralela. Na dužini koja odgovara 1/3 nalaze se neparni članovi procedencije, a na dužini koja odgovara 2/3 nalaze se parni članovi procedencije trisekcije dužine $\overline{\mathfrak{O}\mathfrak{N}}$. Na dnu crteža naznačeni su limesi 1/3 i 2/3 trisekcije dužine $\overline{\mathfrak{O}\mathfrak{N}}$. Spajanjem vršnih točaka *2* i *2* u jednu točku vrha trokuta, dobiva se konstrukcija procedentne trisekcije osnovice svakog nepravilnog trokuta.

Logokodusnom teinometrijom riješene su šestarom i ravnalom na optimalan način sve cjelobrojne polisekcije gonusa: $\alpha/2$, $\alpha/3$, $\alpha/4$, $\alpha/5$, ... α/n, konstrukcije pravilnih poligona (n = 3, 4, 5, …,), matematičko simetriranje

[20] Procedentna podjela dužine na tri jednaka dijela praktično se jednostavno provodi s šestarom i dva trokutnika primjenom Talesovih paralela.

[21] $\mathfrak{N}$ je **arheparameta**r; iskonski parametar, kvantum dimenzije, protežnost iskazana brojem, broj u teinometriji (lat. *numerus*, broj)



Sl. 9.: Procedentna trisekcija brojevne dužine $\overset{\frown}{\mathfrak{N}}$ duljine $\overset{\smile}{\mathfrak{N}}$ primjenom univerzalnog logokodusa

$$K\colon\ a_{n+1} = \frac{\mathfrak{N} - a_n}{2}\quad (a_{\text{⩎}} = \frac{\mathfrak{N}}{3})$$

logokodusnim radiciranjem[23] $\sqrt[r]{\mathfrak{N}}$, gdje je radikand[24] $\mathfrak{N}$ pozitivan cijeli ili decimalan broj a radicer *r* cijeli ili decimalan broj. Nadalje logokodusnom teinometrijom riješena je i teinometrijska konstrukcija šestarom i ravnalom svih brojevnih duljina s jednakom grafičkom točnošću svih decimala do najtanje crte novom autorovom metodom ‘dekadne transpozicije’. [14]

[22] ⩎, znak za limes, limes u teinometriji može biti i dužina

[23] **radiciranje** ili korjenovanje

[24] **radikand** (lat. *radicandus*), brojevni kvantum $\mathfrak{N}$ koji se korjenuje radicerom *r*; $\pm\sqrt[r]{\mathfrak{N}}$ što u teinometriji odgovara simetriranju obličja protežnosti u dva suprotna smjera $\overset{\frown}{\sqrt[r]{\mathfrak{N}}}$

7. Filozofski aspekti logokodusne teinometrije

Logokodusna teinometrija u svojim konstrukcijama šestarom i ravnalom koristi iskonske arheelemente i arheparametre protežnosti kao što su u planarnoj trisekciji gonusa: arkus (⌒ i⌒), pravolijnost (|——|), okomitost (⊥), usporednost (||), simetrija (< >) i dvosmjernost (⇆).

Logokodusne procedencije se usmjeravaju logokodusom *K* koji u limesu dovodi procedenciju u oscilaciju, praktički u ponavljanje, po određenom logokodusu što matematički potvrđuje genijalnu spoznaju Nikole Tesle: "U kosmosu se komunicira rezonancama".

Lokokodusna teionometrija u svojoj realizaciji spada u 'kauzalan' svijet koji predstavlja svezu apstraktnog 'ideističkog svijeta' ideja i realnog 'materijalističkog svijeta' i potvrđuje Platonov postulat: "Svijet je svijet svjetova."

Logokodusne procedencije u matematici napose u teinometriji u potpunosti ostvaruju Aristotelove postulate opće mijene i obrnuto, matematički potvrđuju njihovu egzaktnost, gdje teinometrija po definiciji ostaje apstraktna matematička formoidija (oblikovnost) realne protežnosti. [15] Povijesno gledano logokodusna teinometrija također potvrđuje spoznaju glasovitog indijskog znanstvenika Jagadisa Ch. Bosea da je znanost o nečem ili prolazna ili je transcendentna, tj. unapređujuća postojeće znanosti.

U teinometriji polisekcije gonusa matematičko svojstvo logokodusnih procedencija je to da zadovoljavaju i sve kriterije Bolzano-Weierstrassovog i Cauchyjevog teorema za procedencije s dva i više limesa, (1/3, 2/3). [3]

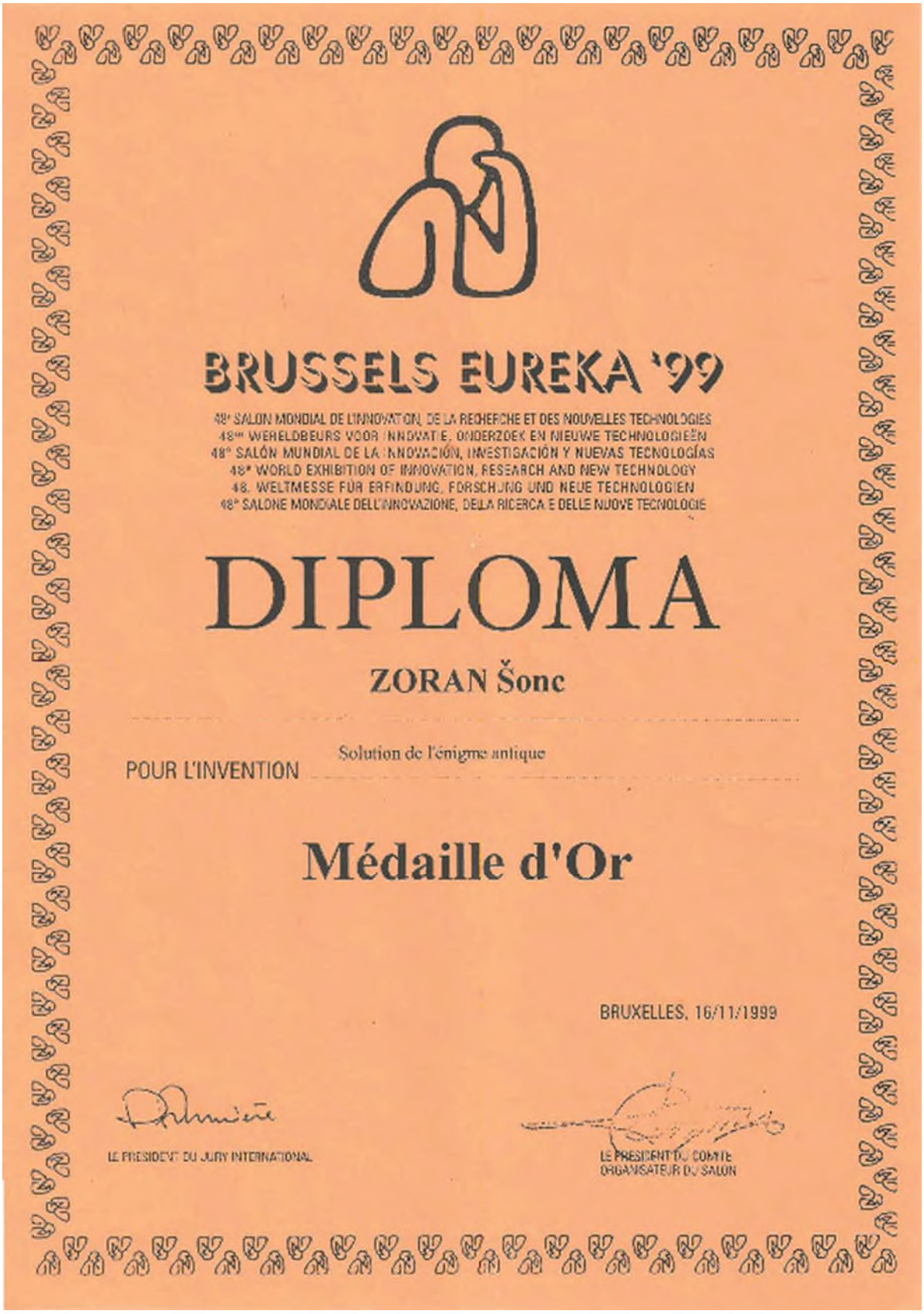
Sve ove karakteristike logokodusne teinometrije potvrđuju da su matematički optimalne za teinometriske polisekcije transcendentnih veličina opće mijene protežnosti šestarom i ravnalom u skladu s općim postulatom mijene po Heraklitu: *Panta-rei*, sve teče.

Logokodusna teionometrija predstavlja povijesnu nadgradnju 'euklidike' koja se ogleda u 'novoeuklidici'[25] u kojoj se točka (stigma) bez protežnosti definira samo s jednom dimenzijom određenog mjesta u prostoru i svojstvom kretanja u prostoru i vremenu. Njena pojavnost u fizici s fizikalnim svojstvima je materijalna točka (punkta) određenih fizikalnih dimenzija (npr. kvantum, težište).

S logokodusnom teinometrijom se uspješno rješavaju i konstrukcije Hipokritovog i Arhimedovog rješenja trisekcije gonusa šestarom i ravnalom.

Rješenja antičkih geometrijskih problema logokodusnom teinometrijom objavljena su na izložbi izuma BRUSSELS EUREKA '99 u Brusselu 1999. godine za koja je autoru Zoranu B. Šoncu dodijeljena zlatna medalja, slike 10. i 11.

[25] v. fusnotu 13



BRUSSELS EUREKA '99

48e SALON MONDIAL DE L'INNOVATION, DE LA RECHERCHE ET DES NOUVELLES TECHNOLOGIES
48ste WERELDBEURS VOOR INNOVATIE, ONDERZOEK EN NIEUWE TECHNOLOGIEËN
48° SALÓN MUNDIAL DE LA INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS
48th WORLD EXHIBITION OF INNOVATION, RESEARCH AND NEW TECHNOLOGY
48. WELTMESSE FÜR ERFINDUNG, FORSCHUNG UND NEUE TECHNOLOGIEN
48° SALONE MONDIALE DELL'INNOVAZIONE, DELLA RICERCA E DELLE NUOVE TECNOLOGIE

DIPLOMA

ZORAN Šonc

POUR L'INVENTION Solution de l'énigme antique

Médaille d'Or

BRUXELLES, 16/11/1999

LE PRESIDENT DU JURY INTERNATIONAL

LE PRESIDENT DU COMITE ORGANISATEUR DU SALON

Sl. 10.: Zlatna medalja inženjeru Zoranu B. Šoncu za otkriće logokodusne teinometrije



Sl. 11.: Poster na izložbi izuma BRUSSEL EUREKA '99 (nakladnik FARAO, logotip tvrtke dizajnirala Đurđica Šlogar Kellenberger)



Sl. 11.: (nastavak)

Tekst na posteru, slika 11. (prijevod s francuskog):

“**Rješenje geometrijske zagonetke antike: Egipta, Perzije i Grčke novom logokodusnom geometrijom**

1. Zavjetne geometrijske konstrukcije riješene su u zadnji čas i tako je spriječena kataklizma kultura nekih naroda tri stara kontinenta, jer rješenja daju nove spoznaje za nadilaženje vladavine današnje destrukcije.

   Po proračunu Ahuramazde, Zaratustra (Zoroaster) je odredio krajnji rok za rješenje konstrukcije pravilnog septagona (7) nakon proteklih 33 333 lunarnih ciklusa tj. nakon $33333/13 \approx 2564$ godina, što pada u vrijeme oko 2000.-te godine naše ere. Pitagorejci su konstrukcijom pravilnog pentagona (5) riješili do tada milenijski faraonov problem postavljanja pet jagodica prstiju u krug na jednake razmake i tako osigurali grandiozni procvat drevne Grčke kulture.

2. Nova dimenzija svijeta i svakog bitka: IDEALISTIČKI – Platon, MATERIJALISTIČKI – Aristotel i KAUZALNI – Šonc.

3. Otkrivena nova procedentna logokodusna matematika i geometrija s programiranom točnošću rezultata izračuna. Zakonitost svakog slijeda promjena u mijeni određuje LOGOKODUS.

4. Nova sistematizacija brojeva:
   – brojevni križ, četiri osnovne skupine brojeva: acedentni, kvocijentni, incedentni, procedentni,
   – deset skupina procedentnih brojeva izraženih s deset Pitagorovih prirodnih brojeva.

5. Optimalno riješeni, ravnalom i šestarom, s pozitivnim recenzijama znanstvenika, geometrijski problemi antičkih civilizacija Egipta, Perzije i Grčke:
   – trisekcija kuta,
   – duplikacija kocke,
   – pravilan septagon (7),
   – anastaza (uskrsnuće) kvadrata baze piramide, Ra-Harakhte, Tales, Pitagora, Šonc.

6. Sretno i radosno odabranim u Super eri novih spoznaja i svjetova!” (Oda radosti, himna Europe)

Zaključak

Sve polisekcije gonusa (kuta) rješive su šestarom i ravnalom novom logokodusnom teinometriom metodom alternaciske procedencije. Metoda alternaciske procedencije u polisekciji gonusa, napose u trisekciji zadanog gonusa temelji se na filozofiji mijene. Ona se manifestira u izmjeničnim promjenama smjerova nastupajućih promjena veličine gonusa. Sastoji se u postupnom približavanju veličine gonusa traženom rješenju alternacijom smjera konstrukcije pravog kuta, tj. izmjeničnim raspolavljanjem tetive kružnog luka zadanog gonusa u dva suprotna smjera. Metoda alternaciske procedencije je univerzalna za sve cjelobrojne polisekcije gonusa i za sve njegove veličine i iskazuje se kao optimalno rješenje polisekcije gonusa.

Tako se polisekcija zadanog gonusa šestarom i ravnalom mogla ostvariti tek nakon spoznaje filozofskog načela opće mijene protežnosti u matematici teinometrije. “Matematika je točna, ako je dosljedna sama sebi.” (Pitagora)

Literatura

[1] Aristotel: *Metafizika i fizika*, prijevod izvornika Tomislav Ladan, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1985., 1987.

[2] Blanuša Danilo: Quelques identités algébriques concernaut les moyennes arithmétriques et géométriques. Glasnik mat.-fiz. i astr. T.11.1956., 17-22.

[3] Blanuša Danilo: *Viša matematika u četiri toma*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1963. – 1974.

[4] Bronštejn I. N., Semendjajev K. A.: *Matematički priručnik za inženjere i studente*, prijevod izvornika Danilo Blanuša, Tehnička knjiga, Zagreb, 1975., str. 339.

[5] Čabrić Branislav: *Lamelasti trisektor gonusa*, Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac, 1989.

[6] Devide Vladimir: *Matematička logika*, Matematički institut, Beograd, 1964., 1972.

[7] Ghyka Matila: *Filozofija i mistika brojeva*, Književna zajednica, Novi Sad, 1987.

[8] Kalin Boris: *Povijest filozofije*, Školska knjiga, Zagreb, 1982.

[9] Margitić Željko i Ivica: *Informatika i fizika trećeg tisućljeća*, vlastito izdanje, Zagreb, 2005.

[10] Platon: *Vježbanje u dijalektici – dijalozi o jednosti*, *Parmenid – Aristotel*, Kršćanska sadašnjost, Zagreb, 1982.

[11] Russel Bertrand: *Mudrost zapada*, Marjan tisak, Split, 2005.

[12] Šoštarić Karlo: *Moć misli*, Zbornik, vlastito izdanje, Zagreb, 2001.

[13] Šoštarić Karlo: *Neki drugi ljudi – O invenciji i progresu*, vlastito izdanje, Zagreb, 2001.

[14] Šonc B. Zoran: Hipokritova kvadratura kruga – hipokrizija, 7. simpozij *Povijest i filozofija tehnike*, Kiklos – krug knjige, Zagreb, 2018.

[15] Šonc B. Zoran: *Principi i praksa logokodusne teinometrije mutoidije (mijene)*, rukopis, Zagreb, 1999.

[16] Šonc B. Zoran: Optimalne polisekcije gonusa šestarom i ravnalom novom logokodusnom geometriom, Medaille d'Or, Brussel Eureka '99.

[17] Šonc B. Zoran: *Iz relativističke dinamike mase*, rukopis, Zagreb, 2014.

[18] Šonc B. Zoran: *Exogonusne trisekcije gonusa* (Arhimedov solverum polisekcije i trisekcije gonusa, geometrijski instrumenti polisekcije gonusa), rukopis, Zagreb, 2016.

[19] Šonc B. Zoran: *Endogonusne trisekcije gonusa* (Hipokritov solverum), rukopis, Zagreb, 2016.

[20] Tesla Nikola: *Moji pronalasci*, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Školska knjiga, Zagreb, 1977.

[21] Šonc B. Zoran: *Rješenja (solverumi) Apollonijevih tricirkulusnih (trokrugovnih) problema*, rukopis, Zagreb, 2018.

[22] Bach Johann Sebastian: *Präludium und Fugen*, J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger, Stuttgart-Berlin, 1906. (muzički logokodusi, transpozicija, prosekvije (sljedovi), homotetija)

Muzička djela

[23] Chopin Fryderyk Franciček: *Geometrie Etüde*, Op. 10., Nr. 4., Institut *Chopin*, Warschau, 1949. (procedencija, trisekcija, septasekcija)

[24] Chopin Fryderyk Franciček: *Harfen Etüde*, Op. 25., Nr. 1., Institut *Chopin*, Warschau, 1949. (trisekcija)

[25] Chopin Frederyk Franciček: *Harfen Etüde*, tonski zapis na Internetu https://www.youtube.com/watch?v=gZjdAWgjLx8 (preuzeto 27. travnja 2019.)

[26] Liszt Franz: *Etudes d'execution transcendante*, 1851. (transcedencija, procedencija, iracionalne proporcije)

Zahvala

Srdačno zahvaljujem uredniku prof. dr. sc. Zvonku Benčiću na brižljivom uređenju članka i urednoj prezentaciji novih termina i simbola.

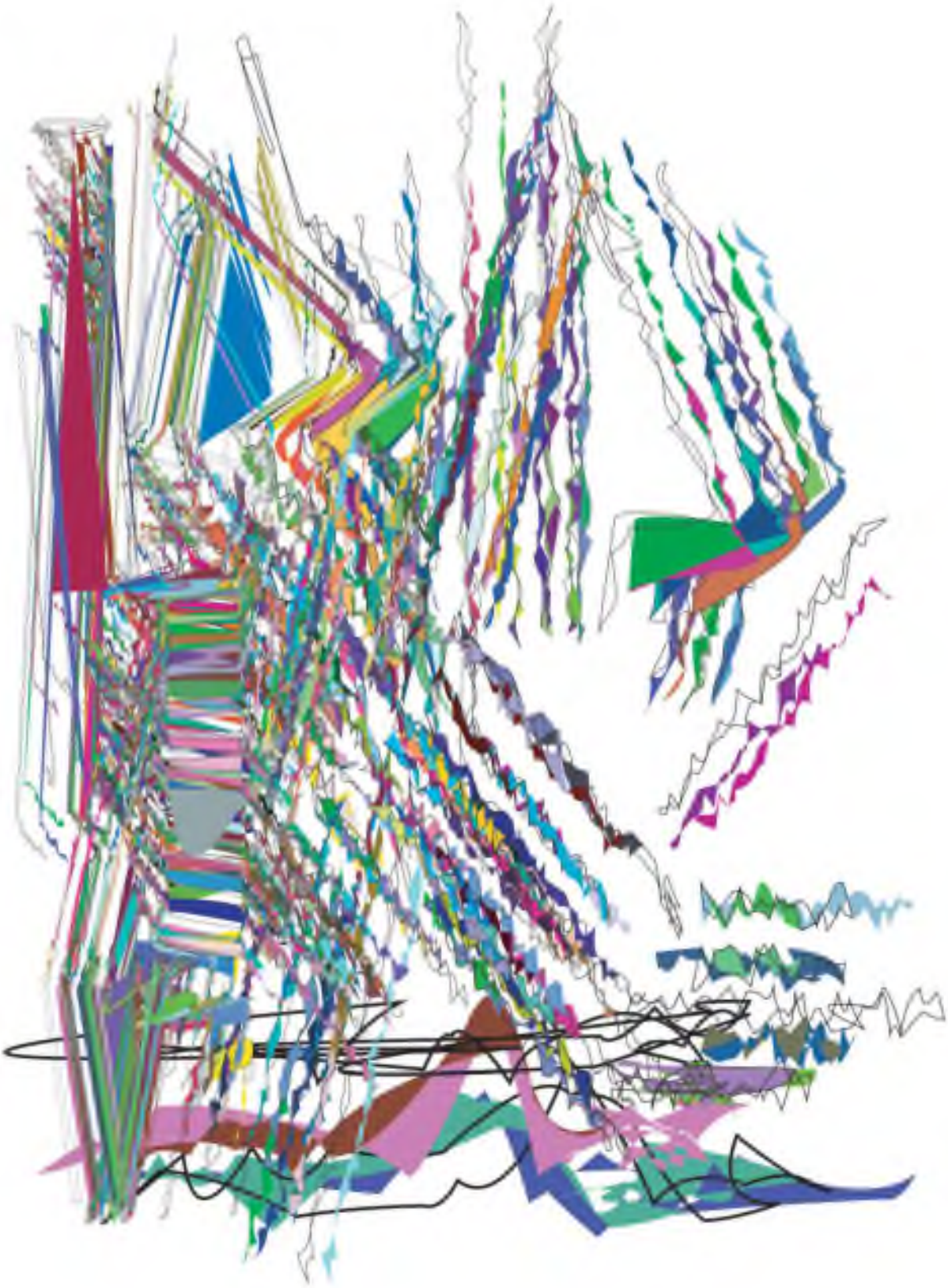
Toplo zahvaljujem uvaženoj gospođi Đurđici Šlogar Kallenberger i njenoj nakladi FARAO na dugogodišnjoj svestranoj pomoći u patentiranju i prezentaciji mojih izuma.

Trisection and Polysection of a Gonus using a Compass and a Ruler

Zoran Bobič Šonc

Abstract: All whole number polysection of a gonus: α/2, α/3, α/4, α/5, ... α/n are feasible using a compass and a ruler, or by a circular arc and straight lines. The polysection are radical with a final number of teinometric strokes, for a trisection gonus α = n•45°, for a pentasection α = n•75°, for a hexasection of a gonus α = n•90°, for a septasection of a gonus α = n•105° etc.... The radical polysections are located at the sites of Artistotle's diastatam at the change of the gonus from 0° to 360°. The polysections of the remaining gonuses can be drawn using a compass and a ruler as approximate constructions, using the new procedent logocudus teinometry. The numerical and graphical precision of each construction may be increased to the desired decimal number, right up to the thinnest line, using logocodus correction constructions. Locodus teinometry may be used to construct all regular polygons as the polysections of a gonus of 360°, for example, Hypocrits and Archimed's trisection gonus were solved. The feasibility of polysections on paper using a pencil or ink have been tested for polysections up to n = 11. An example of a trisection in music is given.

Keywords: approximate trisection, Archimedes, Aristotle, gonus, Hippocrates, logocodus, logocodus trisection, procedent trisection, radical trisection



Klara Bošković, Vanja Flegar, Suzana Inić

Otkriće periodnog sustava elemenata i njegov utjecaj na hrvatsku kemiju

Sažetak: Ove se godine obilježava sto pedeseta obljetnica otkrića periodnog sustava elemenata. Dmitrij Ivanovič Mendeljejev (1834. – 1907.) objavio je 1869. svoj periodni sustav elemenata u kojem su elementi bili poredani po rastućoj atomskoj težini i kemijskim svojstvima. Mendeljejev je ostavio prazna mjesta za eka-elemente koji su poslije otkriveni kao galij (1875.), skandij (1879.) i germanij (1886.). Brojni Mendeljejevljevi prethodnici, od Döbereinera, Newlandsa, Odlinga i Meyera, dali su svoj doprinos tom značajnom otkriću u kemiji. Otkrićem plemenitih plinova i novim spoznajama o građi atoma, periodni sustav elemenata razvijao se i nadopunjavao, a danas sadrži sto osamnaest elemenata raspoređenih u sedam perioda i osamnaest skupina.

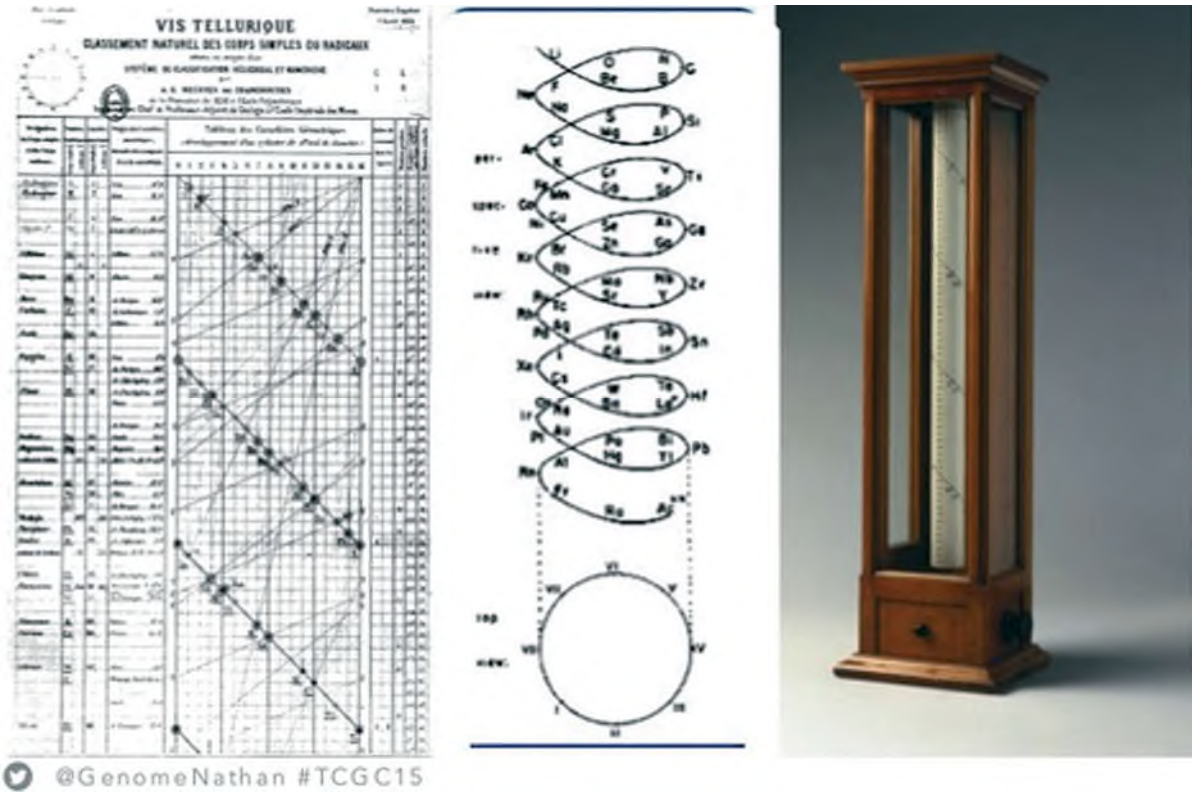
Osnivanjem Sveučilišta u Zagrebu (1874.) i njegovih prirodoslovnih odjela (1876.) počinje razvoj kemijske znanosti u Hrvatskoj, istodobno s otkrićem i prihvaćanjem periodnog sustava elemenata u Europi, pa je kod nas njegova primjena u nastavi kemije kasnila.

Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (danas Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti) prva je akademija znanosti u Europi koja je proglasila D. I. Mendeljejeva za svojeg počasnog člana (1882.). Gustav Janeček, sveučilišni profesor kemije, uveo je periodni sustav elemenata u svoja predavanja (1888.). Prvi je hrvatski udžbenik kemije s tablicom periodnog sustava elemenata *Anorganska kemija* (Zagreb, 1901.) Julija Domca. Fran Bubanović objavljuje prvi moderni sveučilišni udžbenik kemije (1930.), koji je bio napisan u skladu s periodnim sustavom elemenata. Osim u hrvatskoj znanstvenoj i stručnoj literaturi, otkriće i razvoj periodnog sustava elemenata praćeni su i u brojnim stručnim časopisima i popularizacijskim člancima.

Ključne riječi: Dmitrij Ivanovič Mendeljejev, Fran Bubanović, Gustav Janeček, hrvatska kemija, Julije Domac, hrvatski udžbenici kemije s tablicom periodnog sustava elemenata, periodni sustav elemenata

Uvod

Otkriće periodnog sustava elemenata, u kojem su svi kemijski elementi bili svrstani prema rastućoj atomskoj težini (u tekstu se koristi izvorni termin ‘atomska težina’ što u znanstvenom smislu odgovara terminu ‘atomska masa’) i svojim periodičnim svojstvima, značajan je trenutak za kemijsku znanost, a ove se godine obilježava sto pedeseta godišnjica od njegove objave. Godine 1869. Dmitrij Ivanovič Mendeljejev (1834. – 1907.) objavio je svoj periodni sustav elemenata, koji je preteča današnjeg modernog periodnog sustava elemenata. Prije Mendeljejeva mnogi su znanstvenici pokušavali poredati elemente prema određenim zakonitostima, počevši od Antoinea Laurenta de Lavoisiera (1743. – 1794.), koji je 1789. godine objavio svoj popis s trideset trima tvarima [1]. Johann Wolfgang Döbereiner (1780. – 1849.) primijetio je 1817. da u grupi triju elemenata, kalcija, stroncija i barija, atomska težina srednjeg elementa



Sl. 1.: De Chancourtoisov periodni sustav (https://www.slideshare.net)

odgovara srednjoj vrijednosti atomskih težina prvog i trećeg elementa te je to otkriće poznato kao Döbereinerove trijade [2]. Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820. – 1886.) elemente je 1862. godine poredao po rastućim atomskim težinama i organizirao u spiralnu liniju, tako da je dobio trodimenzionalni periodni sustav elemenata, slika 1. [3].

John Newlands (1837. – 1898.), svoje je otkriće iz 1865. nazvao *zakonom oktava* jer je primijetio da se elementi sličnih svojstava pojavljuju u razmacima od osam elemenata što je usporedio s glazbenom oktavom, slika 2. Napravio je novi sustav, u kojem su kemijski elementi bili svrstani prema atomskim težinama u skladu sa zakonom oktava [2].

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	To 43	Au 49	Th 56

SL 2.: Newlandsova tablica kemijskih elemenata napravljena prema zakonu oktava (http://every-day-is-special.blogspot.com)

William Odling (1829. – 1921.) objavio je 1865. svoju tablicu elemenata, slika 3., koji su bili svrstani u pet stupaca prema atomskim težinama i ponavljajućim svojstvima uz ostavljena prazna mjesta jer je Odling predviđao otkriće novih elemenata [2].

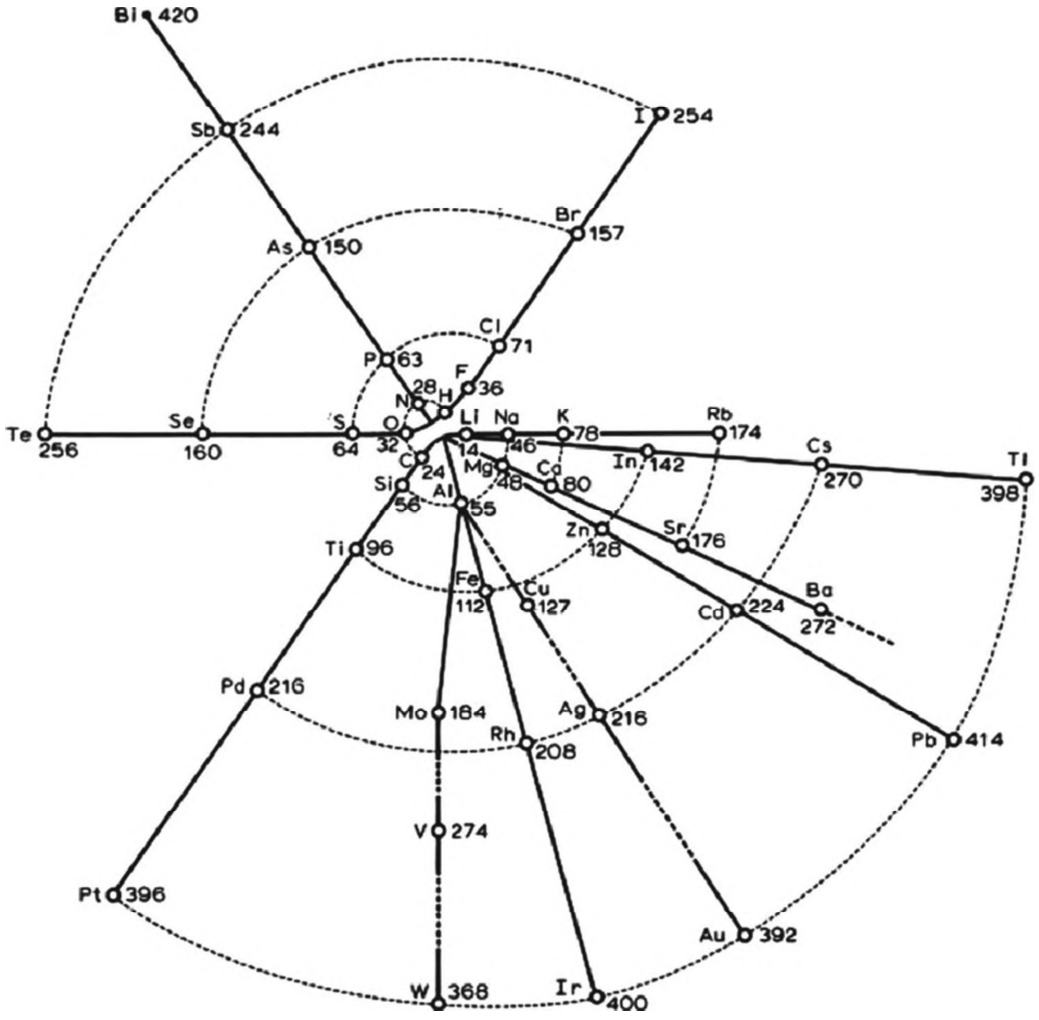
Gustavus Detlef Hinrichs (1836. – 1923.), objavio je 1867. svoj periodni sustav elemenata, slika 4., koji je značajan po tome što su elementi bakar, srebro i zlato točno grupirani prema svojstvima u sustavu, koji je bio kružnog oblika [3].

Uz Mendeljejeva, najvažniju ulogu u otkriću periodnog sustava elemenata imao je Julius Lothar Meyer (1830. – 1895.). On je 1868. sastavio periodni sustav elemenata prema atomskim težinama i kemijskim svojstvima, tako da se poredak elemenata nije uvijek slagao s porastom atomskih težina. Pretpostavio je postojanje glavnih i sporednih grupa te ostavio prazna mjesta za dotad nepoznate elemente, slika 5. Meyer je svoje otkriće objavio tek u prosincu 1869. godine. U međuvremenu je Mendeljejev objavio svoju tablicu pa Meyerov sustav nije donio ništa značajno novo [2].

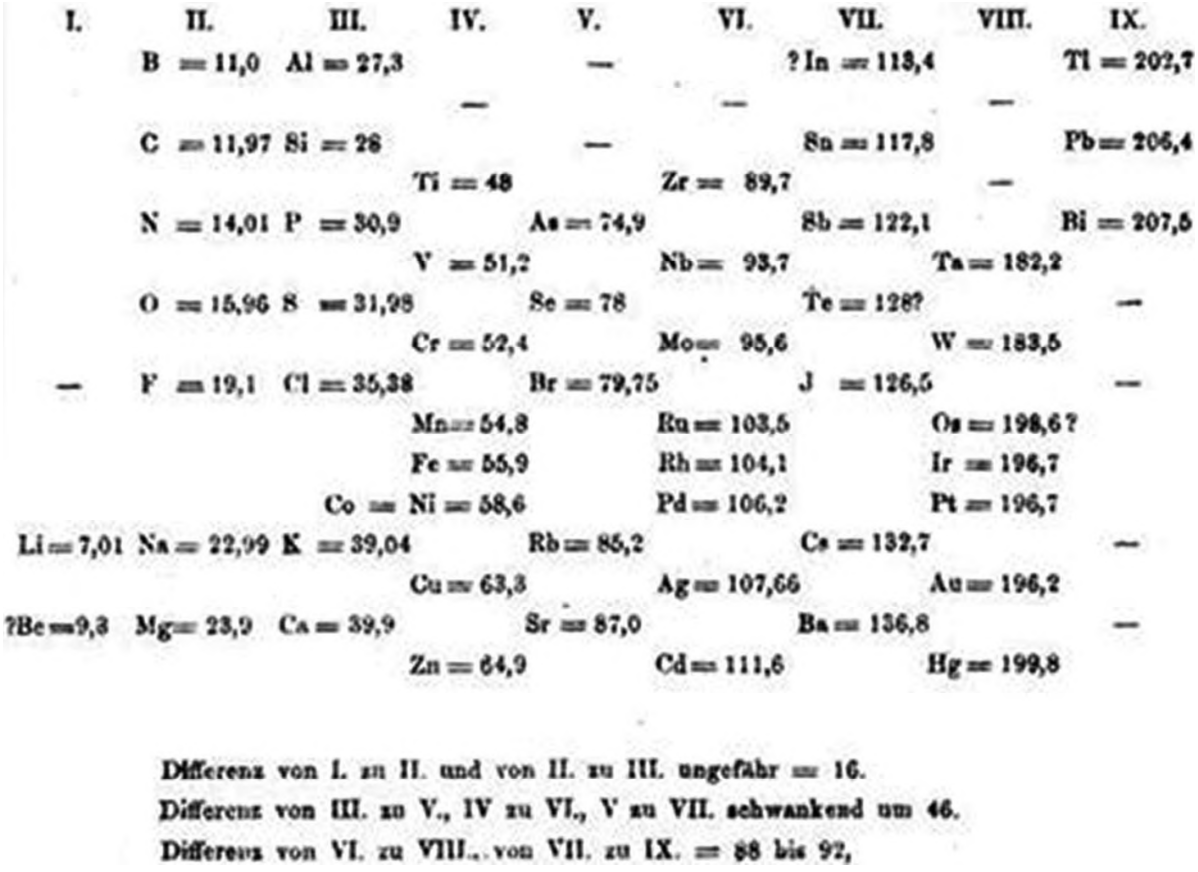
Odling's Table of the Elements (1865)

			Mo 96	W 184
			——	Au 196·5
			Pd 106·5	Pt 197
L 7	Na 23	——	Ag 108	——
G 9	Mg 24	Zn 65	Cd 112	Hg 200
B 11	Al 27	——	——	Tl 203
C 12	Si 28	——	Sn 118	Pb 207
N 14	P 31	As 75	Sb 122	Bi 210
O 16	S 32	Se 79·5	Te 129	——
F 19	Cl 35·5	Br 80	I 127	——
	K 39	Rb 85	Cs 133	
	Ca 40	Sr 87·5	Ba 137	
	Ti 48	Zr 89·5	——	
	Cr 52·5	——	V 138	Th 231
	Mn 55			

Sl. 3.: Odlingova tablica elemenata iz 1865.



Sl. 4.: Hinrichsov periodni sustav elemenata iz 1867. (www.researchgate.net)



I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
	B = 11,0	Al = 27,3		—		? In = 113,4		Tl = 202,7
			—		—		—	
	C = 11,97	Si = 28		—		Sn = 117,8		Pb = 206,4
			Ti = 48		Zr = 89,7		—	
	N = 14,01	P = 30,9		As = 74,9		Sb = 122,1		Bi = 207,5
			V = 51,2		Nb = 93,7		Ta = 182,2	
	O = 15,96	S = 31,98		Se = 78		Te = 128?		—
			Cr = 52,4		Mo = 95,6		W = 183,5	
—	F = 19,1	Cl = 35,38		Br = 79,75		J = 126,5		—
			Mn = 54,8		Ru = 103,5		Os = 198,6?	
			Fe = 55,9		Rh = 104,1		Ir = 196,7	
		Co =	Ni = 58,6		Pd = 106,2		Pt = 196,7	
Li = 7,01	Na = 22,99	K = 39,04		Rb = 85,2		Cs = 132,7		—
			Cu = 63,3		Ag = 107,66		Au = 196,2	
?Be = 9,3	Mg = 23,9	Ca = 39,9		Sr = 87,0		Ba = 136,8		—
			Zn = 64,9		Cd = 111,6		Hg = 199,8	

Differenz von I. zu II. und von II. zu III. ungefähr = 16.
Differenz von III. zu V., IV zu VI., V zu VII. schwankend um 46.
Differenz von VI. zu VIII., von VII. zu IX. = 88 bis 92.

Sl. 5.: Periodni sustav elemenata Juliusa Lothara Meyera objavljen u časopisu *Liebigs Annalen der Chemie*, prosinac 1869. (nubiandesert.info)

1. Dmitrij Ivanovič Mendeljejev objavljuje periodni sustav elemenata

U povijesti znanosti prednost nad otkrićem periodnog sustava elemenata pripada Mendeljejevu. On je prvi iznio zakon periodičnosti, ostavio je u tablici prazna mjesta za elemente za koje je predvidio da će se otkriti, ali i opisao njihova svojstva te radio na usavršavanju i širenju znanja o periodnom sustavu elemenata.

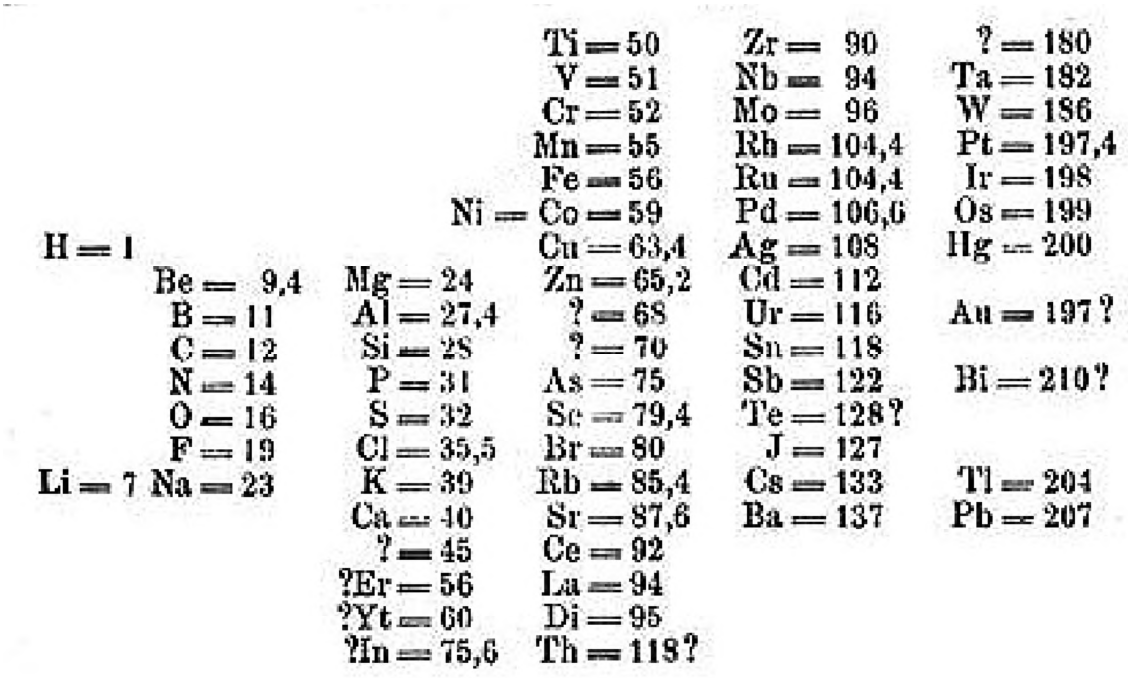
1.1. Dmitrij Ivanovič Mendeljejev

Dmitrij Ivanovič Mendeljejev rođen je 8. veljače 1834. u Toboljsku, a umro je 2. veljače 1907. u Sankt Peterburgu. Otac Ivan Pavlovič Mendeljejev bio je učitelj književnosti. Majka Marija Dmitrijevna Korniljeva potekla je iz stare trgovačke ruske obitelji te je posjedovala tvornicu stakla blizu Toboljska.

Mendeljejev je gimnaziju u Toboljsku završio 1849., a iduće godine upisuje studij fizike i matematike na Glavnom pedagoškom institutu u St. Peterburgu, gdje diplomirao 1855. s odličnim ocjenama. Ruska vlada u to je vrijeme imala praksu mlade znanstvenike slati na usavršavanje u inozemstvo te Mendeljejev 1859. odlazi u Heidelberg. Snažan utjecaj na Mendeljejeva imao je Cannizzaro, koji se borio za priznanje Avogadra i prihvaćanje jedinstvenih i točnijih atomskih težina. Mendeljejev je, potaknut novim saznanjima, počeo pisanje udžbenika *Osnove kemije* (*Osnovi himii*) te izradu periodnog sustava elemenata [4].

1.2. Otkriće periodnog sustava elemenata

Dmitrij Ivanovič Mendeljejev objavio je u svibnju 1869. rad o otkriću periodnog sustava elemenata u časopisu Ruskog kemijskog društva *Zhurnal Russkeo Fiziko-Khimicheskoe* [5]. Elemente je poredao po rastućoj atomskoj težini i svrstao u skupine prema kemijskim svojstvima s jasnom podjelom na podgrupe i periode, ukazujući na povezanost između položaja kemijskih elemenata u tablici i njihovih svojstava, slika 6. Osim formuliranja zakona periodičnosti, predvidio je i otkriće eka-elemenata te opisao njihova kemijska i fizikalna svojstva. Otkrića galija, Ga (eka-aluminij) 1875. godine, zatim skandija, Sc (eka-bor) 1879. i germanija, Ge (eka-silicij) 1886. pridonijela su prihvaćanju periodnog sustava elemenata.



			Ti = 50	Zr = 90	? = 180		
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182		
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186		
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4		
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198		
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199		
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200		
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112			
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?		
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118			
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?		
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?			
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127			
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204		
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207		
		? = 45	Ce = 92				
		?Er = 56	La = 94				
		?Yt = 60	Di = 95				
		?In = 75,6	Th = 118?				

Sl. 6.: Mendeljejevljev prvi periodni sustav elemenata, koji je objavljen u časopisu *Zhurnal Russkeo Fiziko-Khimicheskoe*, ožujak 1869.

Mendeljejev je bio i autor udžbenika *Osnove kemije*, koji je pisao paralelno s razvojem i unapređenjem periodnog sustava. Taj udžbenik odigrao je važnu ulogu u širenju znanja o periodnom sustavu ne samo u Rusiji nego i u drugim zemljama.

2. Razvoj periodnog sustava elemenata

Otkrićem galija, skandija i germanija bila su popunjena prazna mjesta u tablici, što je dodatno potvrdilo vrijednost periodnog sustava elemenata. Međutim, postojanje i otkriće plemenitih plinova nije bilo predviđeno u Mendeljejevljevu periodnom sustavu.

William Ramsay (1852. – 1916.) i John William Strutt Rayleigh (1842. – 1919.) otkrili su 1894. godine prvi plemeniti plin, argon (Ar). Kad je argon otkriven, Mendeljejev je tvrdio da to nije element jer se zbog svoje atomske težine nije uklapao u njegov periodni sustav [6]. Iduće je godine W. Ramsay otkrio helij (1895.), element koji je 1868. otkriven spektralnom analizom u Sunčevoj kromosferi. Uslijedilo je otkriće kriptona (Kr), ksenona (Xe) i neona (Ne) 1898. godine (W. Ramsay i Morris William Travers). Friedrich Ernst Dorn (1848. – 1916.) otkrio je radon (Rn) 1900. godine [7]. Plemeniti plinovi svrstani su početkom dvadesetog stoljeća u periodni sustav elemenata u posebnu, nultu skupinu, između halogenih elemenata i alkalijskih metala, pri čemu nije bila narušena periodična zakonitost.

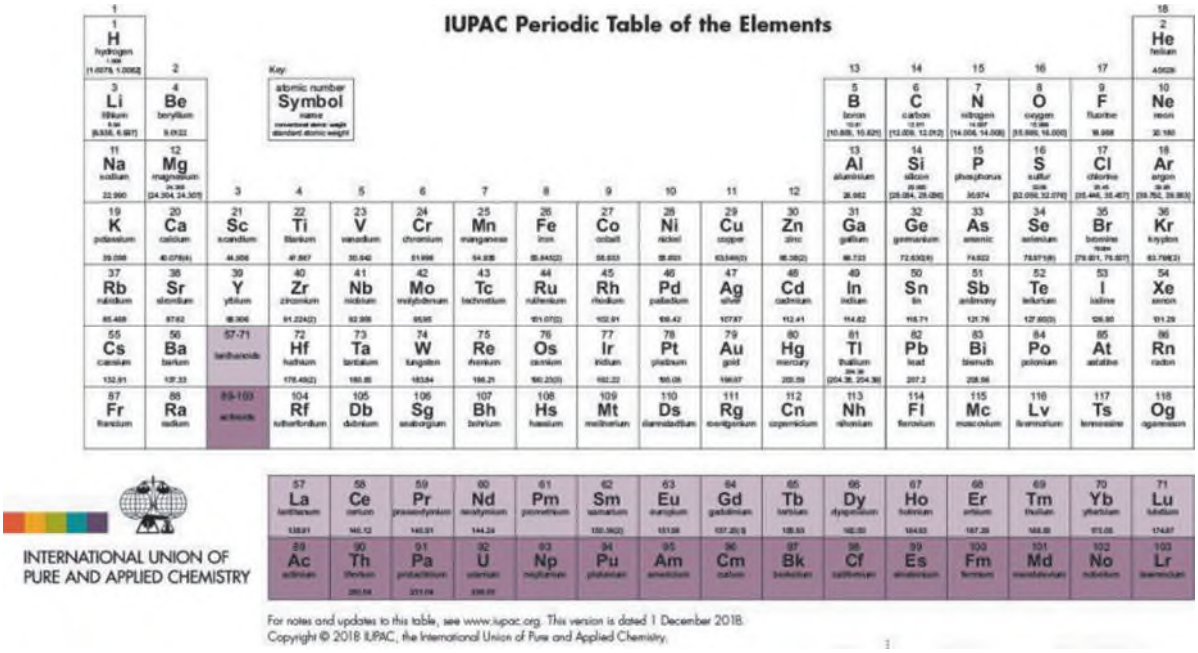
Krajem XIX. i početkom XX. stoljeća dolazi do otkrića radioaktivnosti i radioaktivnih elemenata te izotopa, koja su znanstvenike dovela do novih saznanja o strukturi atoma. Antoine Henri Becquerel (1852. – 1908.), otkrio je radioaktivnost 1896. godine. Marie Curie (1867. – 1934.), otkrila je da torij ima svojstvo radioaktivnosti. Godine 1898. otkrila je polonij i radij [8].

Razvoj eksperimentalnih metoda u fizici i kemiji omogućio je nove spoznaje o građi atoma. Joseph John Thomson (1856. – 1940.) otkrio je 1897. elektrone i spoznao da su sastavni dio atoma. Važan trenutak za otkriće strukture atoma dogodio se 1899., kad je Ernest Rutherford (1871 – 1937.) otkrio alfa-zrake. Naime, alfa-zrake sastoje se od atoma helija kojima su oduzeta dva elektrona. Rutherford je 1911. pretpostavio da su atomi građeni od male pozitivno nabijene jezgre okružene elektronima relativno udaljenim od te jezgre. Daljnjim istraživanjima došao je do zaključka da je masa atoma približno jednaka zbroju mase protona i neutrona. Henry G. J. Moseley (1887. – 1915.), analizom podataka, pri bombardiranju elemenata katodnim zrakama, došao je 1914. do zaključka da je atomski broj jednak pozitivnom naboju jezgre te se unutar periodnog sustava elemenata taj broj od elementa do elementa razlikuje za jednu jedinicu [8]. Upravo je to otkriće dovelo do prekretnice te su danas elementi

poredani po atomskom broju, a ne prema atomskoj težini. Svi su izotopi nekog elementa na istom mjestu u periodnom sustavu elemenata jer imaju isti atomski broj. Postojanje izotopa uobičajenih elemenata otkrio je Joseph John Thomson pokusima iz 1913. godine [2].

Otkrićem i primjenom kvantne mehanike početkom XX. stoljeća došlo se do dodatnih objašnjenja o elektronskoj strukturi atoma i položaju elemenata u periodnom sustavu, čemu su pridonijeli mnogi znanstvenici. Niels Bohr (1885. – 1962.) razvijao je orbitalni model atoma, sličan današnjem shvaćanju građe elektronskog omotača i vjerojatnosti nalaženja elektrona u određenom dijelu prostora oko jezgre. Louis Victor de Broglie (1891. – 1987.), pretpostavio je da elektroni imaju valna svojstva. Proučavanje razmještaja elektrona u atomu završeno je 1928., doprinosom Erwina Schrödingera (1887. – 1961.), Wolfganga Paulija (1900. – 1958.) i Wernera Karla Heisenberga (1901. – 1976.). James Chadwick (1891. – 1974.), otkrio je 1932. godine neutron [8].

Moderna tablica periodnog sustava elemenata sadrži sto osamnaest elemenata organiziranih u sedam perioda i osamnaest skupina, slika 7.



Sl. 7.: Moderni periodni sustav elemenata s IUPAC-ovim sustavom numeriranja, https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/

3. Utjecaj otkrića periodnog sustava elemenata na hrvatsku kemijsku znanost

Kemija se na Sveučilištu u Zagrebu počela predavati 1876., dvije godine nakon njegova utemeljenja (1874.), pa hrvatski znanstvenici nisu mogli u to doba puno pridonijeti razvoju periodnog sustava elemenata [9]. Međutim,

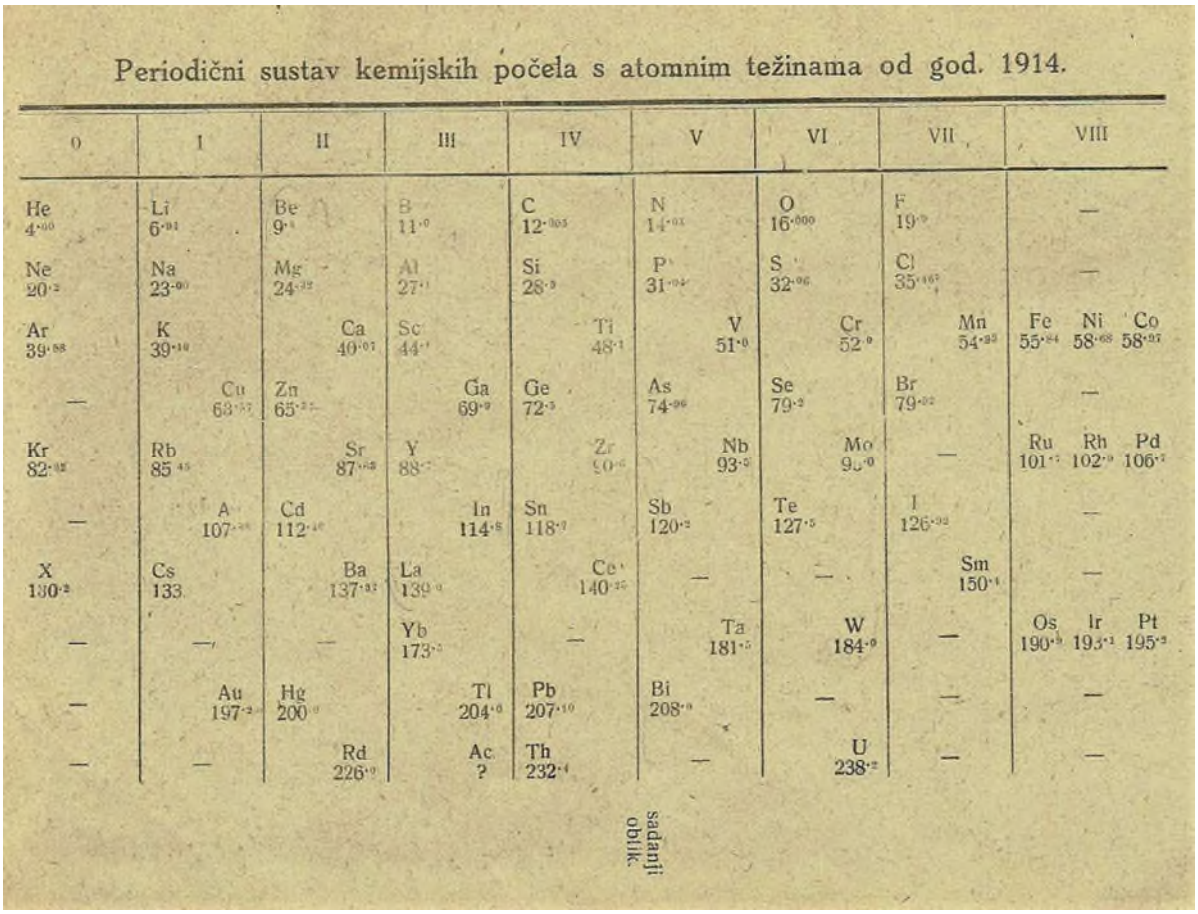
interes hrvatske znanstvene zajednice za periodni sustav elemenata bio je velik, posebice nakon izbora Dmitrija Ivanoviča Mendeljejeva za počasnog člana Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu 5. prosinca 1882. godine. Bila je to prva akademija znanosti u Europi koja je Mendeljejeva izabrala za počasnog člana, slika 8. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti Mendeljejeva je obavijestila o tome, a on je odgovorio pismom zahvale [10].


JUGOSLAVENSKA
AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI
pod okriljem
PREUZVIŠENOGA GOSPODINA
JOSIPA JURJA STROSSMAJERA
BISKUPA BOSANSKOGA I SRIEMSKOGA
u svojoj glavnoj skupštini dne 5. prosinca 1882.
izabra
gospodina
DIMITRIJU IVANOVIČA MENDELJEJEVA
tajnoga savjetnika i sveučilišnoga profesora u Petrogradu
ZA POČASTNOGA ČLANA SVOJEGA.
koje ovim potvrdjuje

Sl. 8.: Izbor Dmitrija Ivanoviča Mendeljejeva za počasnog člana Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, 1882.

4. Periodni sustav elemenata u hrvatskim udžbenicima kemije

Gustav Janeček (1848. – 1929.), sveučilišni profesor, uskladio je predavanja iz anorganske kemije s periodnim sustavom elemenata već 1888., puno prije objave svojeg udžbenika kemije [9]. Povodom Mendeljejevljeve smrti održao je 1907. predavanje u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti u kojem je iznio Mendeljejevljevu biografiju i detaljnu analizu njegovih znanstvenih postignuća, kao i otkriće periodnog sustava elemenata [11]. Godine 1919. izdao je udžbenik *Kemija I., opći dio*, prvi sveučilišni udžbenik opće kemije na hrvatskom jeziku koji je sadržavao, za ono doba, suvremenu tablicu periodnog sustava elemenata u kojoj su elementi poredani u skupine od nulte (plemeniti plinovi) do osme. U tablici su ostavljena prazna mjesta za elemente za koje se predviđalo da će biti otkriveni, a uvršteni su i Medeljejevljevi eka-elementi, galij, germanij i skandij, slika 9. U udžbeniku se nalazila i Mendeljejevljeva originalna tablica iz 1869. godine [12].



Periodični sustav kemijskih počela s atomnim težinama od god. 1914.

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
He 4·00	Li 6·91	Be 9·	B 11·0	C 12·005	N 14·01	O 16·000	F 19·0	—
Ne 20·2	Na 23·00	Mg 24·32	Al 27·1	Si 28·3	P 31·04	S 32·06	Cl 35·46?	—
Ar 39·88	K 39·10	Ca 40·07	Sc 44·1	Ti 48·1	V 51·0	Cr 52·0	Mn 54·93	Fe 55·84 Ni 58·68 Co 58·97
—	Cu 63·57	Zn 65·37	Ga 69·9	Ge 72·5	As 74·96	Se 79·2	Br 79·92	—
Kr 82·92	Rb 85·45	Sr 87·63	Y 88·?	Zr 90·6	Nb 93·0	Mo 96·0	—	Ru 101·7 Rh 102·9 Pd 106·7
—	A 107·88	Cd 112·40	In 114·8	Sn 118·7	Sb 120·2	Te 127·5	I 126·92	—
X 130·2	Cs 133	Ba 137·37	La 139·0	Ce 140·25	—	—	Sm 150·4	—
—	—	—	Yb 173·?	—	Ta 181·5	W 184·0	—	Os 190·9 Ir 193·1 Pt 195·2
—	Au 197·2	Hg 200·0	Tl 204·0	Pb 207·10	Bi 208·0	—	—	—
—	—	Rd 226·0	Ac ?	Th 232·4	—	U 238·2	—	—

sadanji oblik.

Sl. 9.: Tablica ondašnjeg suvremenog periodnog sustava elemenata iz 1914. godine, objavljena u Janečekovu udžbeniku *Kemija I. opći dio* (Zagreb, 1919.)

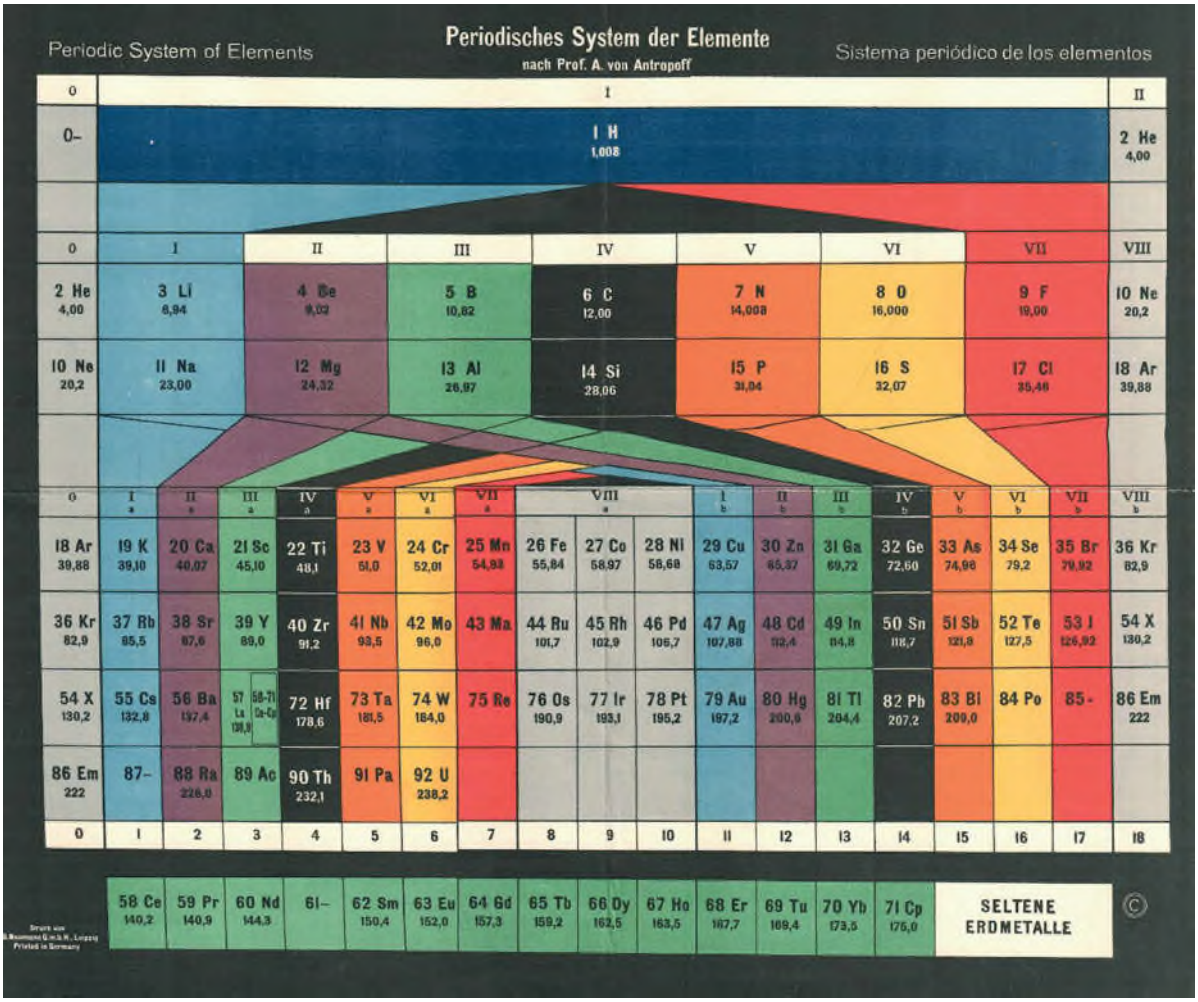
Prvi je udžbenik kemije na hrvatskom jeziku, koji je sadržavao tablicu periodnog sustava elemenata, *Anorganska kemija za više razrede realnih gimnazija i realaka* Julija Domca (1853. – 1928.), objavljen 1901. godine, slika 10. Udžbenik je bio napisan prema nastavnom programu kemije za realne gimnazije, koji nije bio usklađen sa znanstveno prihvaćenim periodnim sustavom elemenata. Zato je Domac posebno poglavlje posvetio otkriću periodnog sustava donoseći i njegov tablični prikaz. U objašnjenju tablice stoji da su elementi u periodnom sustavu poredani u periodi prema rastućim atomskim težinama i svrstani vertikalno u prirodne skupine elemenata prema kemijskim svojstvima koja se periodički ponavljaju. Upravo zbog tog svrstavanja elemenata po sličnim svojstvima u skupine, bila su ostavljena prazna mjesta za poslije otkrivene elemente (galij, skandij i germanij) [13]. U tablici nema skupine plemenitih plinova, iako ih Domac spominje u udžbeniku. Oni su 1904. uvršteni u tablicu, nekoliko godina nakon objave Domčeva udžbenika.

Periodički sustav elemenata.

	I. skupina	II. skupina	III. skupina	IV. skupina	V. skupina	VI. skupina	VII. skupina	VIII. skupina
—	H 1							
1. Perioda 1. niz	Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	Fl 19	
2. Perioda 2. „	Na 23	Mg 24	Al 27·5	Si 28	P 31	S 32	Cl 35·5	
3. Perioda 3. „	K 39	Ca 40	Sc 44	Ti 48	V 51	Cr 52·2	Mn 55	Fe 56. Co 58·6. Ni 58·8
3. Perioda 4. „	Cu 63	Zn 65	Ga 70	Ge 72	As 75	Se 79	Br 80	
4. Perioda 5. „	Rb 85	Sr 87·5	Y 89	Zr 90	Nb 94	Mo 96	—	Ru 103. Rh 104. Pd 106
4. Perioda 6. „	Ag 108	Cd 112	In 114	Sn 118	Sb 120	Te 125	J 127	
5. Perioda 7. „	Cs 133	Ba 137	La 138	Ce 140	—	—	Sa 150	
5. Perioda 8. „					—	—	—	Os 191. Ir 193 Pt 194
5. Perioda 9. „	—	—	Yb 173	—	Ta 182	W 184	—	
5. Perioda 10. „	Au 197	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	—	—	
6. Perioda 11. „	—	—	—	Th 232	—	U 240	—	

Sl. 10.: Tablica periodnog sustava elemenata objavljena u udžbeniku *Anorganska kemija* (Zagreb, 1901.) Julija Domca

Fran Bubanović (1883. – 1956.), autor je prvog udžbenika anorganske kemije i našeg prvog cjelovitog kemijskog sveučilišnog udžbenika objavljenog 1930. godine [9]. Bubanović je udžbeniku priložio modifikaciju periodnog sustava koju je napravio Andreas von Antropov, u obliku velike, lijepo obojene karte, slika 11. Antropovljev periodni sustav elemenata poseban je po tome što se kombinacijom boja povezuje periodni sustav s kratkim i dugim periodama. Antropovljeva tablica ne počinje vodikom, nego nultim elementom (0-), koji Antropov naziva ‘neutronij’ i to prije otkrića neutrona (1932.). Plemeniti

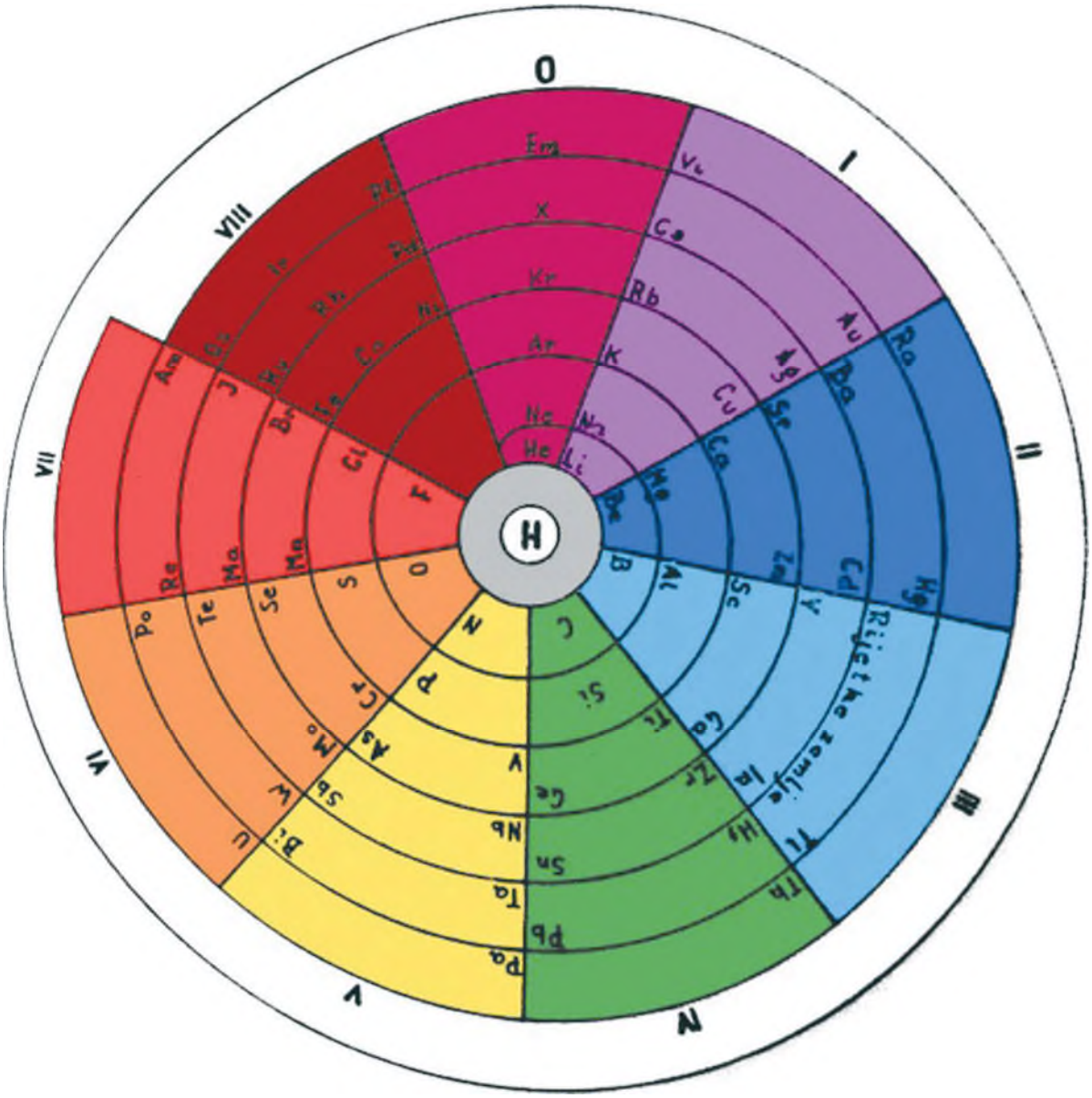


Sl. 11.: Antropovljeva tablica periodnog sustava elemenata koja je tiskana kao prilog udžbeniku *Kemija* Frana Bubanovića (1930.)

plinovi u Antropovljevu periodnom sustavu elemenata nalaze se i kao početna i kao završna skupina periodnog sustava [14].

5. Periodni sustav elemenata u stručnoj literaturi

Periodni sustav elemenata spominje se, osim u udžbenicima kemije, i u brojnim člancima u hrvatskim stručnim i popularizacijskim časopisima. Ističe se prikaz periodnog sustava elemenata kružnog oblika, slika 12., koji je osmislio Franjo Krleža (1908. – 1988.), sveučilišni profesor kemije, i objavio u *Nastavnom vjesniku* (1940./1941.) [9]. Elementi istih grupa u tom se prikazu periodnog sustava elemenata nalaze na istim kružnim isječcima. Pojedine periode počinju plemenitim plinom, a završavaju halogenim elementom pa među elementima nema prekida, čime se najbolje prikazuje periodičnost njihovih kemijskih svojstava. Različito obojeni isječci dodatno naglašavaju sličnost među elementima iste skupine [4].



Sl. 12.: Kružni prikaz periodnog sustava elemenata prema zamisli Franje Krleže, u članku Prikazivanje periodskoga sistema kemijskih elemenata objavljenom u *Nastavnom vjesniku* (1940./1941.)

Farmaceutski vjesnik objavio je povodom smrti Dmitrija Ivanoviča Mendeljejeva članak Dimitrij Ivanović Mendeljejev. Posmrtna besjeda, čiji je autor Gustav Janeček. Članak govori o životu i postignućima D. I. Mendeljejeva [15]. Napredak u razvoju periodnog sustava pratimo u članku L. Neumanna iz 1926., naslovljenog Periodski sistem elemenata prije i danas. U tom su članku navedena otkrića novih elemenata [6].

Otkriće novih elemenata popratio je i časopis *Priroda* 1950. godine člankom Prirodni sustav elemenata se popunjava [16]. Vladimir Deduš autor je članka O stogodišnjici periodskog sistema kemijskih elemenata (D. I. Mendelejev, 1869.), objavljenog 1969. godine. [17].

Kemija u industriji cijeli je broj 1969. godine posvetila periodnom sustavu elemenata. Uvršten je, među ostalim, članak pod naslovom X jubilarni mendeljejevski kongres opće i primjenjene kemije [18] te članak o važnom događaju za hrvatsku znanstvenu zajednicu: Izbor Dimitrija Ivanoviča Mendeleeva za počasnog člana Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu godine 1882. [10].

Zaključak

Otkriće periodnog sustava elemenata povijesni je trenutak do kojeg su dovela brojna istraživanja A. L. de Lavoisiera, W. Prouta, J. W. Döbereinera, A. E. Béguyera de Chancourtoisa, J. Newlandsa, W. Odlinga, G. N. Hinrichsa i J. L. Meyera, koji je svoju tablicu objavio nedugo nakon Mendeljejeva.

D. I. Mendeljejev objavio je 1869. godine svoju prvu tablicu periodnog sustava elemenata, u kojoj je elemente poredao po rastućim atomskim težinama te ih grupirao po sličnim svojstvima. Mendeljejev je predvidio otkriće eka-elemenata (galija, skandija i germanija) te njihova svojstva, što dodatno daje na važnosti njegovu otkriću.

Moderni periodni sustav elemenata sastoji se od sedam perioda i osamnaest skupina te sadrži sto osamnaest elemenata svrstanih prema rednom broju, a ne prema atomskoj težini kao što je bio slučaj u Mendeljejevljevu periodnom sustavu.

U vrijeme otkrića periodnog sustava elemenata u Hrvatskoj nije bilo kemijske znanosti. Ona se počela razvijati tek osnutkom modernog Sveučilišta u Zagrebu (1874.) i njegovih prirodoslovnih odjela (1876.), i u to se doba hrvatska znanstvena zajednica upoznaje s otkrićem periodnog sustava i prati njegov razvoj. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti (danas Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti) bila je prva znanstvena akademija u Europi koja je Mendeljejeva izabrala za počasnog člana (1882.). Gustav Janeček, sveučilišni profesor kemije, svoja je predavanja uskladio s periodnim sustavom elemenata (1888.). Prvi udžbenik kemije na hrvatskom jeziku s tablicom periodnog sustava elemenata je *Anorganska kemija za više razrede realnih gimnazija i realaka,* Julija Domca iz 1901. Prvi je sveučilišni udžbenik opće kemije na hrvatskom jeziku s periodnim sustavom elemenata *Kemija I., opći dio* autora Gustava Janečeka, objavljen 1919. godine. Prvi cjeloviti sveučilišni udžbenik kemije usklađen s periodnim sustavom elemenata objavio je Fran Bubanović (1930.). Iako s početnim vremenskim odmakom, hrvatska kemijska znanost, srednjoškolski i sveučilišni udžbenici te stručni i popularizacijski časopisi pratili su razvoj periodnog sustava i nova otkrića elemenata koja su potvrđivala njegovu trajnu vrijednost.

Literatura

[1] Grdenić, D.: *Povijest kemije*, *U potrazi za elementima,* Školska knjiga, Zagreb, 2001., str. 393-425.

[2] Partington, J. R.: *A short history of chemistry*, Dover Publications, New York, 1989., str. 342-381.

[3] Scerri, E. R.: *The Discovery of the Periodic Table as a Case of Simultaneous Discovery*, 2015., str. 1-13.

[4] Flegar, V.: *Utjecaj otkrića i razvoja periodnog sustava elemenata na hrvatsku kemiju od sredine 20. stoljeća*, doktorski rad, Zagreb, 2019.

[5] Mendeleev D. I.: Sootnošenie svoistv s atomniim vesom elementov, *Zhurnal Russkoe Fiziko-Khimicheskoe Obshchestvo* (Časopis Ruskog kemijskog društva), 1869., 1 (2/3), str. 60-77.

[6] Neumann, L.: Periodski sistem elemenata prije i danas, *Farmaceutski vjesnik*, 1926., XVI, 5, 175-180.

[7] Iveković, H.: Otkriće periodnog zakona elemenata i njegovo značenje, *Kemija u industriji*, 1969., 18 (12) 792-796.

[8] Scerri, E. R.: *The Periodic Table, Its Story and its Significance*, Oxford University Press, New York, 2007., str. 3-286.

[9] Raos, N.: Periodni sustav u Hrvata, *Kemija u industriji*, 2011., 60 (12) 633-638.

[10] Iveković, H.: Izbor Dimitija Ivanoviča Mendeleeva za počasnog člana Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu godine 1882., *Kemija u industriji*, 1969., 18 (12) 802-804.

[11] Bubanović, F.: O životu i djelima Dimitrija Ivanovića Mendjeljejeva (1834. – 1907.) (Prigodno slovo povodom proslave 100-godišnjice njegova rođenja), *Farmaceutski vjesnik*, 1934., 24 (5) 176-182.; (6) 212-216.

[12] Janeček: G.: *Kemija I. Opći dio*, tiskano kao rukopis, Obrtnička zadružna tiskara, Zagreb, 1919., pripomena.

[13] Domac, J.: *Anorganska kemija za više razrede realnih gimnazija i realka*, Zagreb, 1901.

[14] Bubanović, F.: *Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije,* Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 1930., knjiga prva: *Anorganska kemija*, svezak prvi: opći dio anorganske kemije, treće popravljeno i dopunjeno izdanje.

[15] Janeček G.: Dimitrij Ivanović Mendeljejev. Posmrtna besjeda, *Farmaceutski vjesnik*, II/III, 1908., (8) 121-125.; 1909., (1) 1-3.; 1909., (2) 21-26.; 1909., (3) 37-44.; 1909., (4) 54-59.

[16] − Prirodni sustav elemenata se popunjava, *Priroda*, 1950., 39 (9) 344 – 350.

[17] Deduš, V.: O stogodišnjici periodskog sistema kemijskih elemenata (D. I. Mendelejev, 1869.), *Priroda*, 1969., 58 (10) 298-300.

[18] Laćan, M.: X. jubilarni mendeljejevski kongres opće i primjenjene kemije, *Kemija u industriji*, 1969., 18 (12) 797-798.

Discovery of the Periodic System of Elements and its Impact on Croatian Chemistry

Klara Bošković, Vanja Flegar, Suzana Inić

Abstract: This year marks the 150 th anniversary of discovery of the periodic system of elements. In 1869, Dimitri Ivanovich Mendeleev (1834–1907) published his periodic system of elements in which the elements were ordered by increasing atomic weight and their chemical properties. Mendeleev left empty spaces for eka-elements that were later discovered as a gallium (1875), scandium (1879), and germanium (1886). Numerous Mendeleev's predecessors, Döbereiner, Newland, Odling and Meyer, have contributed to this significant discovery in chemistry. With the discovery of noble gases and new knowledge of the structure of the atoms, the periodic system of elements has developed and supplemented, and today it contains one hundred eighteen elements divided into seven periods and eighteen groups.

The founding of the University of Zagreb (1874) and its Natural Sciences Departments (1876) began the development of chemical science in Croatia, at the same time as the discovery and acceptance of the periodic system of elements in Europe, and its application in the teaching of chemistry was delayed in Croatia.

The Yugoslavian Academy of Sciences and Arts (today the Croatian Academy of Sciences and Arts) is the first academy of science in Europe that proclaimed D. I. Mendeleev for its honorary member (1882). G. Janeček, a university professor of chemistry, introduced a periodic system of elements in his lectures (1888). The first textbook on chemistry with the table of periodic system of elements is *Anorganska kemija* (Zagreb, 1901) of Julije Domac. Fran Bubanović published the first modern university textbook from chemistry (1930) that was written in accordance with the periodic system of elements. Apart from Croatian scientific and professional literature, the discovery and development of the periodic system of elements has been followed in many professional journals and popularization articles.

Keywords: The Periodic System of Elements, Dimitri Ivanovich Mendeleev, Croatian Chemistry, Gustav Janeček, Julije Domac, Fran Bubanović, Croatian Chemistry Textbooks with the Periodic System of Elements

Ivica Vuković, Anđa Valent, Branko Hanžek, Željko Hanjš

Visokoškolski udžbenici matematike Marija Kiseljaka

Sažetak: U radu je prikazan prvi visokoškolski udžbenik matematike na hrvatskom jeziku koji je napisao Marije Kiseljak. Usto su prikazani matematički priručnici kojima je autor ili sam Kiseljak ili su pisani prema njegovim predavanjima te Kiseljakov prijevod njemačkog udžbenika. Rad donosi i podatke iz Kiseljakova životopisa koji dosad nisu objavljivani.

Ključne riječi: Marije Kiseljak, Tehnička visoka škola u Zagrebu, visokoškolski udžbenici matematike

Uvod

Od objave prvog matematičkog udžbenika na hrvatskom jeziku, računice Mihalja Šiloboda Bolšića *Arithmetika Horvatszka* godine 1758., do *Udžbenika više matematike* Marija Kiseljaka prošle su 162 godine. Razlog je što redovita visokoškolska nastava prirodoslovlja i matematike na obnovljenom Sveučilištu u Zagrebu počinje tek 1876. godine. Ipak, sve to zorno pokazuje gospodarsku zaostalost i nepovoljne društvene i političke prilike u Hrvatskoj tog doba.

Čak i od početka sveučilišne nastave matematike morala su proći četiri desetljeća do prvog pravog visokoškolskog matematičkog udžbenika. Hrvati, kao autori, pisali su i prije matematičke udžbenike namijenjene visokom školstvu. Posebno je bilo cijenjeno trosvezačno djelo Senjanina Ivana Paskvića *Unterrichtinder Mathematischen Analysis und Maschinen-Lehre*, izdano u Leipzigu i pisano goticom na njemačkom jeziku. Na hrvatskom jeziku javljaju se na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće dva matematička priručnika pisana prema

predavanjima Vladimira Varićaka na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu. Prvi su priručnik objavljena litografirana skripta *Algebarska analiza I.* s podnaslovom *Predavanja priv. docenta Dr. V. Varićaka u zimskom semestru g.* 1898 − 99. Pisana su rukopisom S. Dragića, poslije poznatog hrvatskog stenografa. Primjerci te knjige čuvaju se u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Središnjoj matematičkoj knjižnici te Knjižnici Fakulteta elektrotehnike i računarstava u Zagrebu. Akademske godine 1909./1910. Varićakova predavanja iz kolegija Diferencijalne jednadžbe vlastoručno je zabilježio u obliku skripata Božo Širola, budući znameniti hrvatski muzikolog i skladatelj. Primjerak se čuva u Središnjoj matematičkoj knjižnici u Zagrebu.

Svakako je prvi pravi, autorski visokoškolski udžbenik napisao Marije Kiseljak godine 1920. godine i o njemu će biti riječi u radu.

1. Životopis Marija Kiseljaka

Marije Kiseljak rođen je u obitelji koja je dala više istaknutih ličnosti. Marijev djed Ivan Evanđelist Kiseljak (1820. – 1896.), prirodoslovac i književnik, bio je profesor na Kraljevskoj akademiji znanosti te na gimnaziji u Zagrebu. Marijev otac Ivan (Giovanni) Kiseljak (1853. – 1915.), poznati je liječnik, zdravstveni zemaljski savjetnik te potpredsjednik Zemaljskog zdravstvenog vijeća. Vladimir Kiseljak (1849. – 1893.), brat liječnika Ivana, istaknuti je hrvatski šumarnik i profesor na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima, a njihova sestra Marija (Mara) (1855. – 1939.), udana Schneider, bila je pjevačica i glazbena pedagoginja.

U rukom pisanom *Opisu života*, priloženom dokumentima koje je uputio Kr. povjerenstvu za ispitivanje kandidata srednjoškolskog obrazovanja, Marije Kiseljak, pišući o sebi u trećem licu, navodi da je "rođen na Rijeci dne 21. listopada 1883." Polazio je:

> "propisano vrijeme pučku školu u Sušaku, a iza toga kroz osam godina kr. veliku gimnaziju u istom mjestu. Stekavši dne 15. lipnja 1901. svjedodžbu zrelosti upisao se u c. kr. tehničku visoku školu u Beču i to u stručni odio za gradnju mašina. Nakon jednog semestra prešao je na bečko sveučilište te je kao redoviti slušatelj mudroslovnoga fakulteta slušao predavanja iz filozofije, matematike, fizike i srodnih predmeta za daljnjih sedam semestara i to drugi, treći, četvrti, sedmi i osmi semestar u Beču, a peti i šesti semestar svoga akademskoga naukovanja na kr. bavarskom sveučilištu u Münchenu."

Za sebe piše:

> "da se od svih svojih struka najviše bavio matematikom, a od svih matematičkih disciplina najviše algebrom i aritmetikom, ponajpače brojevnom teorijom; u tu zasijeca njegova priložena doktorska disertacija."

Marije Kiseljak je 20. prosinca 1905. promoviran na bečkom sveučilištu na čast doktora filozofije. Svoju doktorsku disertaciju naslovljenu *Grundlagen einer Zahlentheorie eines speziellen Systems von komplexen Grössen mit drei Einheiten*, Kiseljak je preveo na hrvatski kao *Počela brojevne teorije u osobitom sistemu kompleksnih olina s trima jedinicama.*

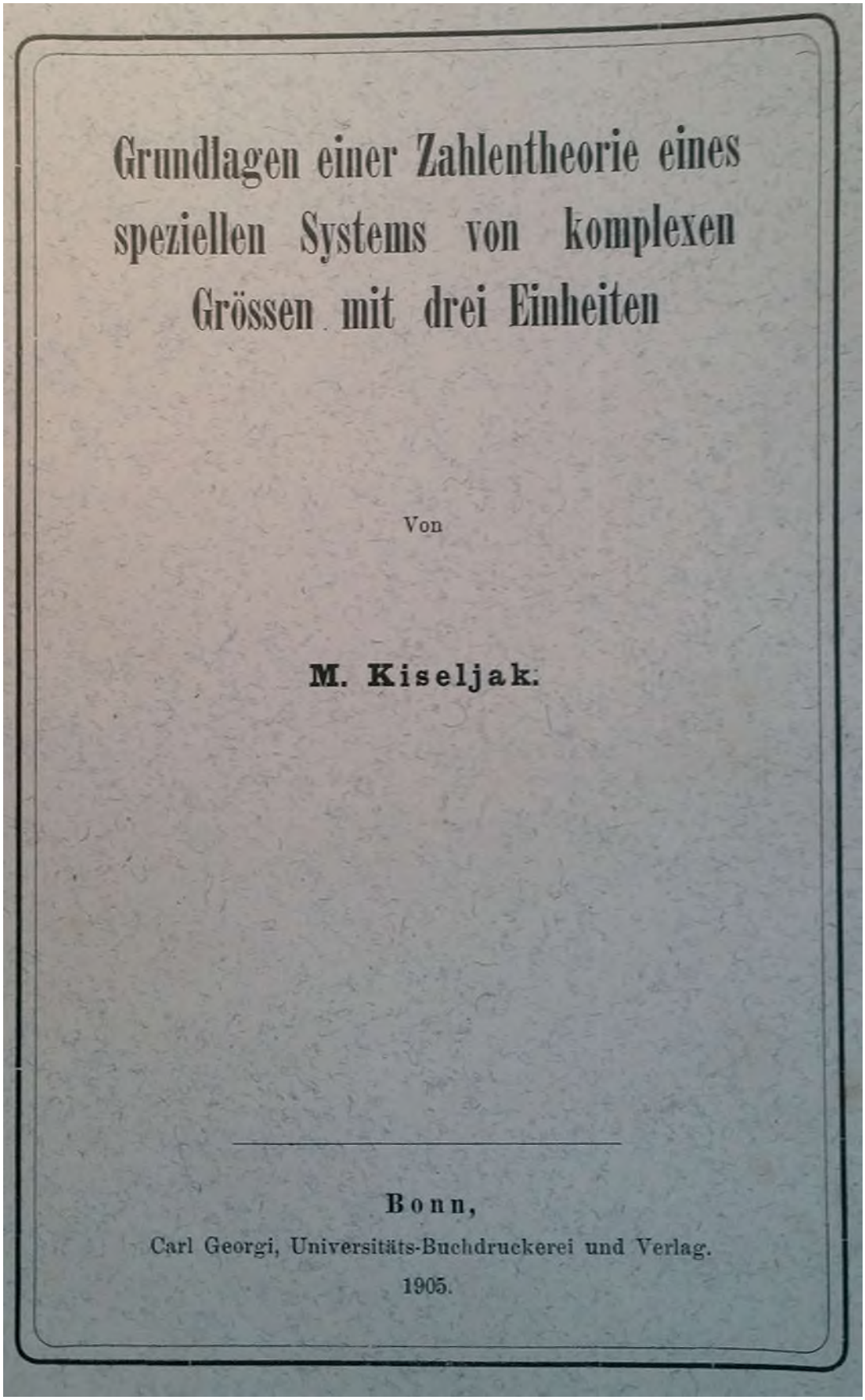
Naime, povjerenstvo za ispitivanje kandidata srednjoškolskog učiteljstva nije Kiseljaku zadalo posebnu domaću radnju iz matematike, nego je primilo doktorsku disertaciju, s tim da se ona prevede na hrvatski jezik. Zanimljivo je da je stari hrvatski termin *olina* u naslovu precrtan i olovkom je dopisana *veličina*. No, u samom tekstu redovito se javlja *olina* i taj prijevod vjerojatno je zadnji matematički rad u kojem se sustavno koristi taj termin. Zanimljivo je da je V. Varićak rad ocijenio *dobrim*.

Domaću radnju iz pedagogije *Vrijednost rješavanja jednadžbi po uzgoj logičkoga zaključivanja* ocijenio je Đ. Arnold odličnom, a iz "geometričkoga crtanja", u kojoj je trebalo "konstruktivno obraditi perspektivične kartografske mreže", ocijenio je D. Segen dobrom. Konačno, nakon provedenih pisanih ispita (tzv. klauzurnih radnja), dvaju iz matematike te po jednog iz geeometrijskog crtanja i fizike te usmenih ispita iz matematike, geometrijskog crtanja, fizike i hrvatskog jezika, povjerenstvo u sastavu T. Maretić, predsjednik i članovi V. Varićak i V. Dvořák, utvrdilo je da:

> "priznaje kandidatu srednjoškolskog učiteljstva Dr. Mariju Kiseljaku sposobnost, da može učiti matematiku u čitavoj realci ili realnoj gimnaziji, a geometričko crtanje i fiziku u nižoj."

Odgovarajuća, vrlo detaljno sročena svjedodžba, izdana je 3. svibnja 1906. godine. Teme domaćih radnji dobio je 16. veljače s rokom pisanja od šest mjeseci, a on je u puno kraćem roku ne samo napisao radnje nego i položio sve propisane ispite.

U spomenutom *Opisu života* Kiseljak navodi još neke važne i zanimljive podatke o svojem obrazovanju. Kompetenciju za poučavanje fizike potkrepljuje svjedodžbom izdanom od profesora Röntgena da je dva semestra radio u njegovu fizikalnom laboratoriju u Münchenu. Isto tako, moli povjerenstvo da ga oslobodi polaganja njemačkog jezika jer ga "znade perfektno". Za francuski i talijanski navodi da zna "dobro, a govori i piše (uz pomoć rječnika) engleski". Ne



Grundlagen einer Zahlentheorie eines speziellen Systems von komplexen Grössen mit drei Einheiten

Von

M. Kiseljak.

Bonn,
Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei und Verlag.
1905.

Sl. 1.: Naslovnica Kiseljakove doktorske disertacije

propušta navesti ni to da se s "Kantom upoznao u izvorniku", pripremajući se za pitanja iz "metafizičke kosmologije". Mladi Kiseljak, koji tad nema ni pune 23 godine, očito je temeljito pripremljen za uspješnu akademsku karijeru.

Kod mladog Kiseljaka uočava se jedna osobitost. Kao mlad čovjek učlanio se u strane matematičke udruge. U popisu članova AMS-a (American Mathematical Society) za godinu 1908. nalazi se i Marije Kiseljak, član od listopada 1906. Niti jedan drugi matematičar iz Austro-Ugarske nije u to vrijeme bio član tog društva. Kiseljak je bio član i društva Deutsche Mathematiker Vereinigung te Circolo Matematico di Palermo.

Kiseljak, M., Dr., Gymnasiallehrer, Fiume (*Ungarn*), Corso 2.
Marius K., geb. 21. 9. 1882 Fiume, 1901/05 stud. Wien u. München, 1905 prom. Wien, seit 1906 Gymnasiallehrer am Obergymn. Susak. Mitgl. des Circ. mat. di Palermo, der Am. Math. Soc.

Sl. 2.: Marije Kiseljak u popisu članova društva Deutsche Mathematiker Vereinigung

1906, Oct. | KISELJAK, MARIO, M.A., Ph.D. (Vienna); Member of the Deutsche Mathematiker-Vereinigung; Member of the Circolo Matematico di Palermo; Professor of Mathematics and Physics, State College, Sušak, Croatia. *Sušak near Fiume, Hungary.*

Sl. 3.: Marije Kiseljak u popisu članova društva American Mathematical Society

Po završetku bečkog studija Kiseljak radi kao gimnazijski profesor na Sušaku, a od 1910. u Zagrebu. Nakon što je godinu proveo na usavršavanju u Göttingenu, habilitirao se 1914. za privatnog docenta algebre i teorije brojeva na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu. Prema [1], u svojstvu privatnog docenta i sveučilišnog učitelja držao je na Mudroslovnom fakultetu od akad. god. 1914./1915. do 1918./1919. sljedeća predavanja: Teorija brojeva, Dijeljenje kružnice, Teorija algebarskog brojnog tijela, Aritmetička teorija forma, Algebarska analiza, Determinante, Algebarske jednadžbe, Beskonačni redovi, Aditivna teorija brojeva, Verižni razlomci, Rješavanje numeričkih jednadžbi, Transcendentni brojevi, Osnovi aritmetike, Račun vjerojatnosti.

Godine 1916. postaje honorarni docent na Šumarskoj akademiji, gdje će u svibnju 1919. biti imenovan profesorom matematike i deskriptivne geometrije.

Jedno je vrijeme kao profesor I. realne gimnazije u Zagrebu bio "pridieljen na službovanje kr. zem. vladi, odjelu za bogoštovlje i nastavu". Od 1915. do 1916. uređivao je *Nastavni vjesnik*, zajedno s K. Pavletićem i S. Srkuljem.

U Imeniku dostojanstvenika, činovnika i javnih službenika Kraljevine Hrvatske i Slavonije iz 1917. navodi se da je:

> "Marije Kiseljak, dr., profesor donjogradske gimnazije i suplenat na sveučilištu Franje Josipa I. član Povjerenstva za izpite za učiteljsku službu viših pučkih škola."

Marije Kiseljak djelovao je i u Hrvatskom prirodoslovnom društvu u Zagrebu, kojem je jedno vrijeme bio i blagajnik.

Redovitim profesorom matematike na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu imenovan je 1919. Profesorom geometrije na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu postaje 1925. godine. Kako je to imenovanje provedeno bez suglasnosti fakultetskog vijeća i sveučilišnog senata, Kiseljak je 1926. umirovljen u 43. godini života. Odluku da prihvati to imenovanje Vranić [1] naziva "fatalnom pogreškom", pri čemu spominje da su "bili po srijedi i politički momenti", ne ulazeći u objašnjenje o čemu je točno bila riječ. Kiseljakova želja za povratkom na sveučilišnu katedru nije mu se za života ispunila. Vranić [1] spominje još jedan "teški udarac sudbine". Naime, Kiseljak je u to vrijeme izgubio i svu svoju imovinu, i to vlastitom krivnjom [1].

Prema odluci[1] Ministarstva prosvjete od 15. ožujka 1946., koje se poziva na rješenje Ministarstva prosvjete u Beogradu, umirovljen je ukazom od 14. siječnja 1926. i ustanovljeno je da je u državnoj službi proveo 19 godina 4 mjeseca i 13 dana. Po umirovljenju, Kiseljak je honorarno predavao na Tehničkom fakultetu te se uspješno posvetio geodetskoj struci.

Kiseljak poslije prekida karijere sveučilišnog profesora matematike nije napustio bavljenje matematikom. Pri kraju životnog vijeka prihvatio se pisanja svojeg posljednjeg djela, *Nauk o skupovima*. Prema [1] Kiseljak je rukopis dovršio neposredno pred smrt. Opseg toga djela je 1160 tipkanih stranica s priloženim opsežnim popisom literature [1]. Nažalost, ni to, vjerojatno Kiseljakovo životno djelo, ne samo da nije otisnuto nego danas nije ni poznato gdje je rukopis završio.

Vrijedno je prenijeti i Vranićev [1] opis Kiseljaka kao osobe. Kaže da je "volio život i bio čovjek duboke kulture i svestranog znanja". Bio je "odan prijatelj i drug, neumorni planinar", a posebno ističe da je bio "veliki rodoljub[2] i u svom stavu prema nauci, životu i društvu uvijek među najnaprednijima".

Marije Kiseljak umro je u Zagrebu 25. prosinca 1947. godine. Vranić [1] svjedoči da je Kiseljaka tog dana posjetio "intimni krug njegovih prijatelja".

---

[1]U spomenutoj odluci navodi se kao datum Kiseljakova rođenja 7. XI. 1883. te piše da se "Marijanu dr. Kiseljaku, umirovljenom sveučilišnom profesoru u Zagrebu, priznaje pravo na ličnu mirovinu V. mirovinskog osnova u iznosu od 3128 dinara". U arhivskoj dokumentaciji iz tog vremena nalazi se i odluka kojom jedna umirovljena učiteljica s 42 godine službe ima pravo na mirovinu od 3800 dinara.

[2]Zanimljivo je da Kiseljak pišući 1918. u *Nastavnom vjesniku* o reformi nastave matematike navodi kako je "aktivno surađivao kod izrađivanja naučne osnove za gimnazije i realne gimnazije", naglašavajući da je to činio "ne samo iz stručnih, već u prvom redu iz nacijonalnih razloga".

Zacijelo su došli čestitati Božić i to im je bio posljednji razgovor s njim. Iste je noći umro od srčane kapi. Pokopan je na Mirogoju, zajedno sa suprugom Vilhelminom Leopoldinom, rođ. Broschan († 1945.) te roditeljima Ivanom († 1915.) i Julijom († 1936.).

Istaknuti članovi obitelji Kiseljak zastupljeni su u našim najvažnijim enciklopedijama i leksikonima. U V. svesku Hrvatske enciklopedije objavljene su natuknice o prirodoslovcu i književniku Ivanu, matematičaru Mariju i šumarniku Vladimiru Kiseljaku. U Hrvatskom biografskom leksikonu biografije su petero Kiseljaka: prirodoslovca Ivana, liječnika Ivana, matematičara Marija, šumarnika Vladimira i pjevačice Mare, udane Schneider. Natuknica o Kiseljaku uvrštena je i u Österreichisches *Biographisches Lexikon*.

U knjizi *Znameniti i zaslužni Hrvati te pomena vrijedna lica u hrvatskoj povijesti od 925-1925* nije uvršten Marije Kiseljak, a njegov djed Ivan i teta Mara jesu. Sasvim je očito da je prema svim pravilima leksikografske struke to zaslužio. O razlogu tog, ničim opravdanog, izostavljanja može se samo nagađati.

Isto tako, neobično je da Marije Kiseljak nije ni na popisu suradnika Hrvatske enciklopedije, koju je uređivao Mate Ujević. U knjizi Ivana Mužića *Masonstvo u Hrvata* spominje se Marija Kiseljaka kao člana slobodnozidarske lože *Maksimilijan Vrhovac*[3]. Vranić [1] navodi da je Kiseljak bio dopisni član Akademije.

2. Kiseljakov rad na Kr. tehničkoj visokoj školi u Zagrebu

Pripreme i predradnje za osnivanje tehničke visoke škole u Zagrebu trajale su gotovo četiri desetljeća [2]. Istom 10. prosinca 1918. naredbom Povjereničkog vijeća Kraljevstva Srba, Hrvata i Slovenaca osniva se Tehnička visoka škola u Zagrebu. Prvi redoviti profesori ing. Milan Čalogović, ing. Jaroslav Havliček i arh. Martin Pilar imenovani su 2. travnja 1919. godine. Na taj je način ustanovljeno profesorsko vijeće koje će poslije predložiti Povjereničkom vijeću imenovanje ostalih nastavnika. Među prvima je imenovan Marije Kiseljak. U godišnjim izvješćima, u popisu javnih redovitih profesora, članova profesorskog vijeća, koji su "poredani po danu svoga imenovanja u sadašnjem svojstvu", M. Kiseljak naveden je na trećem mjestu:

[3]Takve i slične popise uvijek valja primati s razboritim oprezom, posebno kad su čak i imena često pogrešno navedena, kao primjerice Kiseljak dr. Marijo ili pak Kiseljak dr. Marko. U jednom se slučaju navodi da je u ložu primljen 26. travnja 1924. godine.

> "Kiseljak Marije, doktor filozofije, javni redoviti profesor matematike, predstojnik zavoda za primijenjenu matematiku, godine 1920.-1921. rektor kr. tehničke visoke škole, Gajeva ulica 53."

Prema zapisniku 1. sjednice profesorskog vijeća Kr. tehničke visoke škole održane 19. rujna 1919. godine, kojoj su nazočili profesori Čalogović, Horvat, dr. Kiseljak, dr. Njegovan, Pilar i Schön donesene su dvije odluke koje je predložio M. Kiseljak. Prva je da se:

> "na predlog Dr. Kiseljaka postavlja g. Lav. V. Vranić svršeni filozof za njegovog pomoćnika uz nagradu od K 1000.- na godinu za naučnu godinu 1919/20."

Kiseljak izvrsno poznaje Vladimira Vranića, kojem je bio ne samo profesor nego i razrednik u realnoj gimnaziji, sve do mature. Kasnija uspješna znanstvena i stručna Vranićeva karijera dokazuje koliko je to bio izvrstan izbor. Druga je odluka imala dalekosežan značaj:

> "Na predlog prof. dr. Kiseljaka zaključuje se jednoglasno zamoliti osnutak instituta za primjenjenu matematiku, prema predlogu i proračunu i statutu predloženom po prof. dr. Kiseljaku."

Prema [3] Ljetopisu Zavoda za primijenjenu matematiku, što ga je vodio Vranić, Zavod je osnovan naredbom Kr. povjereništva za prosvjetu i vjere od 11. listopada 1919. godine. Predstojnikom je imenovan Marije Kiseljak.

Na sjednici profesorskog vijeća od 25. rujna 1919. jednoglasno je izabrano vodstvo Tehničke visoke škole. Za rektora je izabran profesor Schön, a Kiseljak za dekana:

> "strojo- i elektroinženjerskog i brodogradjevno- i brodostrojevno inženjerskog odjela."

Profesorsko vijeće zaključilo je da će prvo nastupno predavanje držati prof. dr. Kiseljak o temi *Matematika i tehnika* dana 29. studenog 1919. godine. Rektoru je povjereno:

> "da pozove na to predavanje predstavnike oblasti te kulturni i inih institucija u koliko su u vezi sa tehničkom visokom školom."

Za podatke o Kiseljakovu radu na Tehničkoj visokoj školi važan su izvor izvješća te ustanove. Nazivi tih izvješća su sljedeći:

Program za naučnu godinu 1920. − 21.
Pregled predavanja u zimskom semestru god. 1921. − 1922.
Red predavanja i akademičke oblasti kr. tehničke visoke škole za ljetni semestar god. 1922.
Pregled predavanja u zimskom semestru god. 1922. − 1923.
Pregled predavanja za naučnu god. 1923. − 1924.
Pregled predavanja za naučnu god. 1924./25.

U akademskoj godini 1920./1921. članovi Zavoda za primijenjenu matematiku su predstojnik M. Kiseljak i asistent dr. Vl. Vranić. U akademskoj godini 1921./1922. kao članovi Zavoda uz predstojnika M. Kiseljaka navedeni su asistent dr. V. Vranić te pomoćnici M. Crnić i T. Budisavljević. Sljedeće ak. god. sastav Zavoda je jednak, s tim da se V. Vranić navodi kao pristav. Akad. god. 1922./1923. kao članovi Zavoda navode se samo M. Kiseljak i V. Vranić.

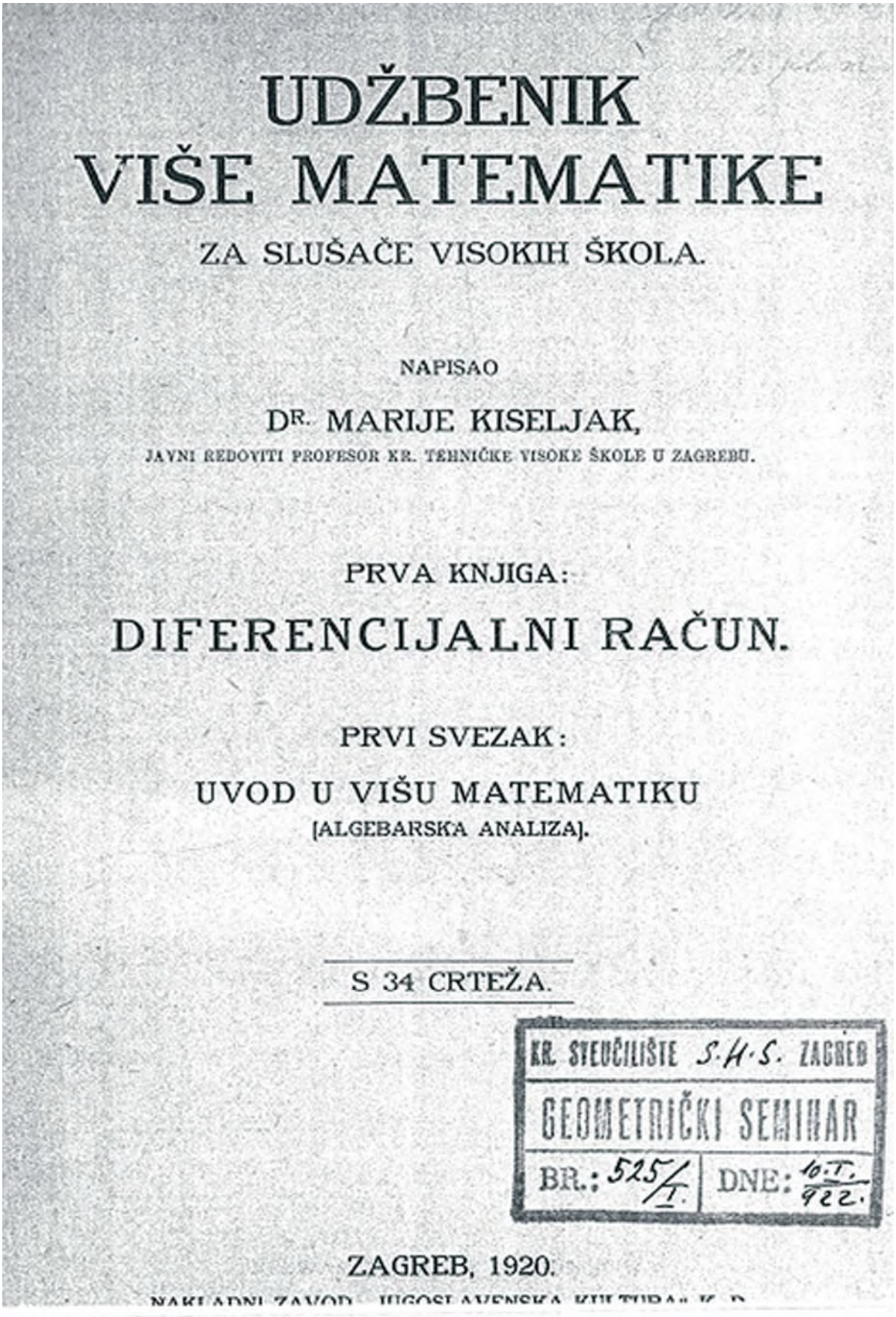
Kiseljak je akad. god. 1920./1921. obnašao dužnost rektora, a sljedeće prorektora Tehničke visoke škole. U to je vrijeme potaknuta izgradnja studentskog doma u Runjaninovoj ulici, odnosno Djačkog doma visokoškolaca. Na čelu Akcijonog Komiteta za izgradnju bio je rektor sveučilišta Karlo Radoničić, a Kiseljak predsjednik Tehničkog odsjeka Akcijonog Komiteta.

Osim tih dužnosti Kiseljak je član i ispitivač za matematiku u više ispitnih povjerenstava, primjerice, Ispitnog povjerenstva za prvi državni ispit gradjevno-inženjerskog i kulturno-inženjerskog odjela, Ispitnog povjerenstva za državni ispit geodetsko-inženjerskog odjela te Ispitnog povjerenstva za prvi državni ispit strojarsko-inženjerskog, elektro-inženjerskog, brodogradjevno-inženjerskog i brodostrojarsko-inženjerskog odjela.

Zanimljivo je da je još jedan matematičar, "javni redoviti profesor Dr. Željko Marković", obnašao dužnost dekana strojarsko-inženjerskog, elektro-inženjerskog, brodograđevno-inženjerskog i brodostrojarsko-inženjerskog odjela.

Popis kolegija koje je M. Kiseljak predavao od 1919. do 1925. na Tehničkoj visokoj školi:

- Matematika I., 6 sati predavanja i 3 sata vježbi
- Matematika II., 6 sati predavanja i 3 sata vježbi
- Matematika III., 3 sata predavanja i 2 sata vježbi
- Matematika IV., 3 sata predavanja i 2 sata vježbi
- Račun vjerojatnosti, 3 sata predavanja
- Nauk o skupovima, 3 sata predavanja
- Matematički proseminar, 2 sata
- Matematička teorija kartografije I., 3 sata predavanja
- Matematička teorija kartografije II., 3 sata predavanja i 1 sat vježbi
- Kartografija I., 3 sata predavanja i 1 sat vježbi
- Kartografija II., 3 sata predavanja i 1 sat vježbi.



UDŽBENIK
VIŠE MATEMATIKE

ZA SLUŠAČE VISOKIH ŠKOLA.

NAPISAO

DR. MARIJE KISELJAK,

JAVNI REDOVITI PROFESOR KR. TEHNIČKE VISOKE ŠKOLE U ZAGREBU.

PRVA KNJIGA:

DIFERENCIJALNI RAČUN.

PRVI SVEZAK:

UVOD U VIŠU MATEMATIKU

[ALGEBARSKA ANALIZA].

S 34 CRTEŽA.

KR. SVEUČILIŠTE S·H·S. ZAGREB
GEOMETRIČKI SEMINAR
BR.: 525/I. DNE: 10. I. 922.

ZAGREB, 1920.

NAKLADNI ZAVOD „JUGOSLAVENSKA KULTURA" D. D.

Sl. 4. Naslovnica *Udžbenika više matematike*

Već je spomenuto kako je Kiseljak 1925. prešao na Mudroslovni fakultet te time prestaje biti predstojnik Zavoda za primijenjenu matematiku. Tu činjenicu Vranić u Ljetopisu zapisuje sljedećim riječima:

> "Budući da je g. prof. dr. Kiseljak imenovan profesorom na filozofskom fakultetu, preuzeo je 6. jula 1925. ovaj zavod g. profesor dr. Željko Marković. U Zagrebu, 6. jula 1925."

Potpisali su se Kiseljak i Vranić. Tu ujedno prestaje Vranićevo vođenje Ljetopisa.

3. Udžbenik više matematike

Predavanja na zagrebačkoj Tehničkoj visokoj školi počela su u listopadu 1919., a već iduće godine tiskan je prvi matematički udžbenik namijenjen studentima tog učilišta. Naziv djela je *Udžbenik više matematike za slušače visokih škola*.

Na naslovnici stoji kako je riječ o prvoj knjizi *Diferencijalni račun* i prvom svesku *Uvod u višu matematiku* (*algebarska analiza*). Iz predgovora, datiranog mjeseca listopada 1920., razvidno je kako je Kiseljak zamislio vrlo ambiciozno djelo, u tri knjige, svaka s po tri sveska. Prvom je knjigom planirao obuhvatiti diferencijalni račun, drugom integralni račun, a trećom diferencijalne jednadžbe. Opseg gradiva odmjeren je prema autorovim predavanjima na Tehničkoj visokoj školi, a Kiseljak smatra da će se njome moći poslužiti i sveučilišni slušači.

Vrijedno je i današnjem nastavniku pročitati Kiseljakove napomene u spomenutom predgovoru. Kiseljak navodi kako:

> "knjiga nije vjerna slika predavanja, a predavanja nisu puko recitiranje te knjige; kod predavanja dolaze jače do izražaja metodičko-didaktičke potrebe obuke."

Prilikom pisanja autor je morao "praviti koncesije zahtjevima sistematskog prikazivanja, naučne strogosti itd." Prema njemu, predavanja pružaju:

> "uobičajenu množinu matematičkoga znanja potrebnom svakom akademički obrazovanom tehničaru, dok knjiga donosi i neke partije, koje su namijenjene tehničaru, koji smatra svoje znanje 'naukom', pa želi s razumijevanjem pratiti razvoj problema iz teorije tehničkih disciplina."

Zanimljivo je i Kiseljakovo mišljenje o izvornosti takvih matematičkih udžbenika. Smatra da se kod knjiga te vrste autorov originalitet "pokazuje u pitanjima izbora i rasporeda gradiva i metodike", dok se u materijalnom pogledu radi "velikim dijelom o teoremima, koji su već pred nekoliko vijekova otkriveni".

Razumije se da je u 'izboru i rasporedu gradiva' namijenjenog 'tehničarima' bio u dvojbama. Tako izrijekom spominje dva djela "koja zauzimaju najoprečnija stajališta", a zacijelo su mu oba bila dostupna. Prvo je klasično Jordanovo djelo *Cours d'analyse de l'École polytechnique*, za koje kaže da je "namijenjeno čistoj teoriji" i da "zalazi do u najsuptilnija pitanja suvremene matematike". Drugo je djelo Perryjev *The Calculus for Engineers*, za koje Kiseljak kaže da je "majstorski složena zbirka izrađenih tehničkih zadataka". Za svoj pristup kaže da "stoji nekako u sredini među tim dvjema stajalištima". Izrijekom navodi autore u čije se "prokušane knjige" ugledao: Appella[4], Czubera[5], Fabryja[6], Frickea[7], Humberta[8], Serreta[9] i Zorretija.

Za primjere i zadatke navodi kako je mislio da je bolje preuzme li "neke valjane instruktivne primjere drugih autora, nego da u težnji za originalitetom" sam sastavi nove zadatke.

Prvi svezak opsega je 149 stranica i posvećen je algebarskoj analizi. Sastoji se od triju poglavlja. Prvo poglavlje uvodi iracionalne brojeve te fundamentalne pojmove limesa, konvergencije, funkcije i kontinuiteta. Drugo poglavlje obrađuje teoriju redova, a treće elementarne transcendentne funkcije.

Kiseljak izrijekom navodi nekoliko tema koje se pri prvom čitanju mogu izostaviti ("početnik neka preskoči"). To je pojam jednolike neprekinutosti funkcije, te paragrafi o uniformnoj konvergenciji redova i beskonačnim produktima.

Na kraju predgovora Kiseljak zahvaljuje svojem asistentu V. Vraniću za pomoć pri korekturi teksta te Eugenu Srp-Matiću na izradi crteža.

Udžbenik ima dotjeran grafički slog, tekst je pregledan, a stil jasan i primjeren studentima. Izvodi su postupni i detaljno objašnjeni. Važni pojmovi

[4]Paul Émile Appell (1855. – 1930.); francuski matematičar, napisao poznati udžbenik *Éléments D'Analyse Mathématique*.

[5]Emanuel Czuber (1851. – 1925.); austrijski matematičar, autor udžbenika *Lehrbuch* über *Differential und Integral rechnung* te *Einführung in die höhere Mathematik*.

[6]Eugène Fabry (1856. – 1944.); francuski matematičar.

[7]Robert Fricke (1861. – 1930.); njemački matematičar, profesor više matematike na Technische Hochschule u Brauschweigu.

[8]Marie Georges Humbert (1859. – 1921.); francuski matematičar, autor udžbenika *Cours d'Analyse*, predavao na École Polytechnique.

[9]Joseph Alfred Serret (1819. – 1885.); francuski matematičar, napisao udžbenik *Cours de calcul differentiel et integral*.

tiskani su s povećanim razmakom među slovima, a bitne riječi u tvrdnjama kurzivnim pismom. Sve to čini tekst vrlo čitljivim i razumljivim.

Razvidno je iz samog teksta prvog sveska da je Kiseljak imao pripremljen sadržaj i sljedećih. Naime, na više mjesta čitatelje upućuje na sasvim određeni paragraf koji će tek biti u nekom od sljedećih planiranih svezaka. Primjerice, hiperboličke funkcije uvodi u posljednjem, 17. paragrafu prvog sveska "geometričkim načinom", a čitatelja upućuje na 78. paragraf, u kojem će se pokazati da su tako definirane funkcije identične onima koje su definirane standardnim jednadžbama s pomoću eksponencijalne funkcije.

Oznake i nazivlje koje upotrebljava Kiseljak, uz nekoliko iznimaka, koriste se i danas. Primjerice, u Kiseljakovu udžbeniku znak množenja je točka na dnu retka, a ne povišena kao danas. Suvremeni način pisanja ciklometrijskih funkcija nema razmaka, dok Kiseljak piše arc sin, arc cos, arc tg i arc cot. Danas se oznake trigonometrijskih i hiperboličkih funkcija pišu prema ISO normama, primjerice tan, sinh, cosh, a ne tg, sh ili ch. Kiseljak je u uporabi nekih važnih matematičkih termina dosljedan hrvatskoj tradiciji. Tako koristi termin 'neprekinuta' funkcija te 'taka' i 'liha' funkcija. Zanimljivo je da ne koristi termin 'poučak' nego 'poučka', dakle imenicu ženskog roda.

Na kraju nekih paragrafa dani su zadatci za vježbu. Kako nisu priložena rješenja, a ni broj zadataka nije dostatan za ozbiljnije pripremanje ispita, djeluju suvišno, gotovo izvan konteksta samog udžbenika, koji inače sadrži pomno riješene primjere. Takav dojam pojačava i činjenica da su zadatci otisnuti puno sitnijim pismom od ostalog teksta.

Kiseljak u tekstu udžbenika izbjegava navođenje povijesnih činjenica jer zna da studentima tehnike, posebice slušačima temeljnih kolegija matematike, one nisu često ni zanimljive, a ni bitne za razumijevanje gradiva. Ipak, na nekoliko mjesta ne uspijeva odoljeti a da ne navede izvor nekih poučaka. Teško je zamisliti da će student tehnike, zacijelo i matematike, posegnuti za izvornom građom, primjerice za *Opuscules mathématiques*, *Paris* 1768, *Memoire* 35, *page* 171, kako u poučku o kriteriju konvergencije redova u fusnoti navodi D'Alembertov rad.

Kiseljakov *Udžbenik više matematike* ambiciozno je zamišljeno, a metodički i metodološki vrlo promišljeno djelo. Velika je šteta što tadašnje društvene i političke prilike nisu dopuštale da se u cijelosti i ostvari. Ovako ostaje pisani svjedok ne samo razine nastave matematike na novoutemeljenoj Tehničkoj visokoj školi nego i dalekovidnih shvaćanja tadašnjih profesora, koji su razumijevali važnost i zamašnost svojeg pothvata, intelektualne širine i domoljubne odgovornosti. Zanimljivo je da je Kiseljakov udžbenik uvršten u popis novih publikacija iz područja elementarne matematike u glasilu *Notes of AMS* iz 1922.

Brojeve a_n u (3) zovemo *članovima* reda, a brojeve s_n u (2) za konačne kazaljke n *parcijalnim* ili *djelomičnim sumama*; geometrijska progresija

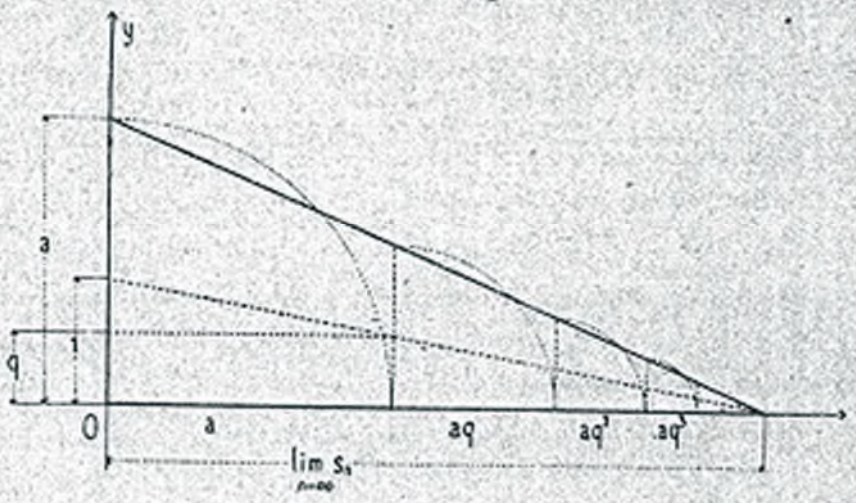
$$a, aq, aq^2, aq^3, \ldots, aq^{n-1}, aq^n, \ldots$$

primjerice ima parcijalnu sumu

$$s_n = a \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1},$$

Ako je $|q| < 1$, imamo (po formuli 11. drugoga paragrafa) $q^n \to 0$ za $n \to \infty$, dakle i

$$\lim_{n \to \infty} s_n = \frac{a}{1 - q},$$



Sl. 8.

pa je ta progresija konvergentna. Ako je $|q| > 1$, ne postoji konačan limes parcijalnih suma s_n za $n \to \infty$, dakle je progresija divergentna; isto je i za $q = 1$ poradi

$$s_n = a + a + \ldots + a = na,$$

jer za $n \to \infty$ raste i s_n preko svake granice. Za $q = -1$ imamo $s_n = a - a + a - a + \ldots \pm a$, dakle $s_n = 0$ za tako n, a $s_n = a$ za liho n; to znači, da je u tom slučaju progresija divergentna, jer s_n nema limesa; za tu posebnu vrst divergentnih redova kažemo, da *osciliraju*. Na 8. slici zornim je načinom pre-

§ 6.

Sl. 5.: Konvergencija geometrijskog reda u Kiseljakovu udžbeniku

KISELJAK (M.). Udžbenik više matematike. Prvi svezak. (Lehrbuch der höheren Mathematik für Hochschulen.) Zagreb, 1920.

Sl. 6.: *Udžbenik više matematike* u popisu novih knjiga, *Notes of AMS*, 1922., str. 423.

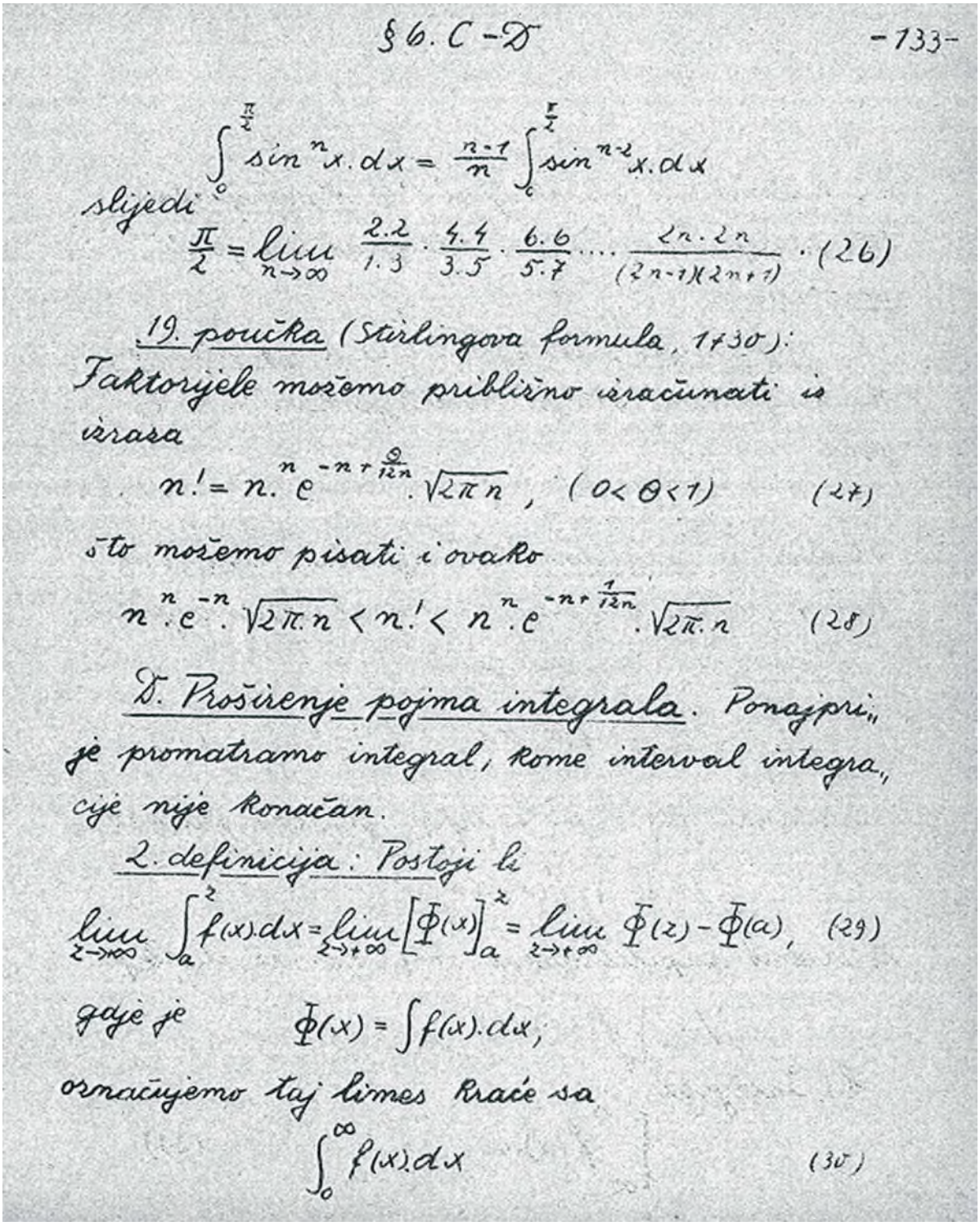
4. *Repetitorij diferencijalnoga i integralnoga računa*

Kiseljaku nije uspjelo izdati predviđene nastavke svojeg udžbenika iz 1920. godine. Stoga je 1925. objavio *Repetitorij diferencijalnoga i integralnoga računa* u izdanju Hrvatskog štamparskog zavoda. Knjiga je opsega 323 stranice, mekog uveza, litografirana. Primjerci se čuvaju u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici te Središnjoj matematičkoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.


REPETITORIJ
DIFERENCIJALNOGA I
INTEGRALNOGA RAČUNA.
SLOŽIO:
PROFESOR Dr. MARIJE KISELJAK.
ZAGREB 1925.

Sl. 7.: Naslovnica *Repetitorija diferencijalnoga i integralnoga računa*

U predgovoru Kiseljak sa žaljenjem konstatira kako su "štamparske cijene naglo poskočile" i moralo se odustati od nakane izdavanja preostalih osam svezaka udžbenika, za koje kaže da su u "čistopisu dovršeni". Stoga je pomišljao litografirati svoju knjigu, ali je i od toga morao odustati. Predviđa da bi ukupan opseg otisnutog djela iznosio oko 1400, a litografiranog oko 4000 stranica.



§6. C-D -133-

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \cdot dx = \frac{n-1}{n} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{n-2} x \cdot dx$$

slijedi

$$\frac{\pi}{2} = \lim_{n\to\infty} \frac{2.2}{1.3} \cdot \frac{4.4}{3.5} \cdot \frac{6.6}{5.7} \cdots \frac{2n \cdot 2n}{(2n-1)(2n+1)} \cdot \quad (26)$$

19. poučka (Stirlingova formula, 1730):
Faktorijele možemo približno izračunati iz izraza

$$n! = n^n e^{-n+\frac{\Theta}{12n}} \cdot \sqrt{2\pi n}, \quad (0<\Theta<1) \qquad (27)$$

što možemo pisati i ovako

$$n^n \cdot e^{-n} \cdot \sqrt{2\pi \cdot n} < n! < n^n \cdot e^{-n+\frac{1}{12n}} \cdot \sqrt{2\pi \cdot n} \qquad (28)$$

D. Proširenje pojma integrala. Ponajprije promatramo integral, kome interval integracije nije konačan.
2. definicija: Postoji li

$$\lim_{z\to\infty} \int_a^z f(x) dx = \lim_{z\to+\infty} \left[\Phi(x)\right]_a^z = \lim_{z\to+\infty} \Phi(z) - \Phi(a), \qquad (29)$$

gdje je $\Phi(x) = \int f(x) \cdot dx$,
označujemo taj limes kraće sa

$$\int_0^\infty f(x) dx \qquad (30)$$

Sl. 8.: Stranica iz *Repetitorija diferencijalnoga i integralnoga računa*

Jasno mu je da bi "cijena tako velike knjige sprečavala njezinu prodaju i obarala svaku granicu rentabiliteta". Nije imao izbora do li svoj opsežni udžbenik "sa svim na široko izvedenim dokazima i tumačenjima" preraditi u repetitorij, "gdje se polaže glavna važnost na potpunost i korektnost formula, preciznost definicija, ispravnost poučaka i jasnoću uputa za uporabu tih formula, definicija i poučaka". Pokušava se utješiti kako dokaze "malo ljudi zaista i čita".

Priručnik je podijeljen na tri poglavlja. Prvo sadrži diferencijalni račun i to osnove diferencijalnog računa, računske primjene derivacija, derivacije i diferencijale funkcija dviju i više varijabli te primjene diferencijalnog računa u geometriji. Drugo sadrži integralni račun i to neodređene, određene i višestruke integrale, Fourierove redove i geometrijske primjene integralnog računa. Treće sadrži obične diferencijalne jednadžbe: diferencijalne jednadžbe prvog i drugog reda te sustave običnih diferencijalnih "jednačaba".

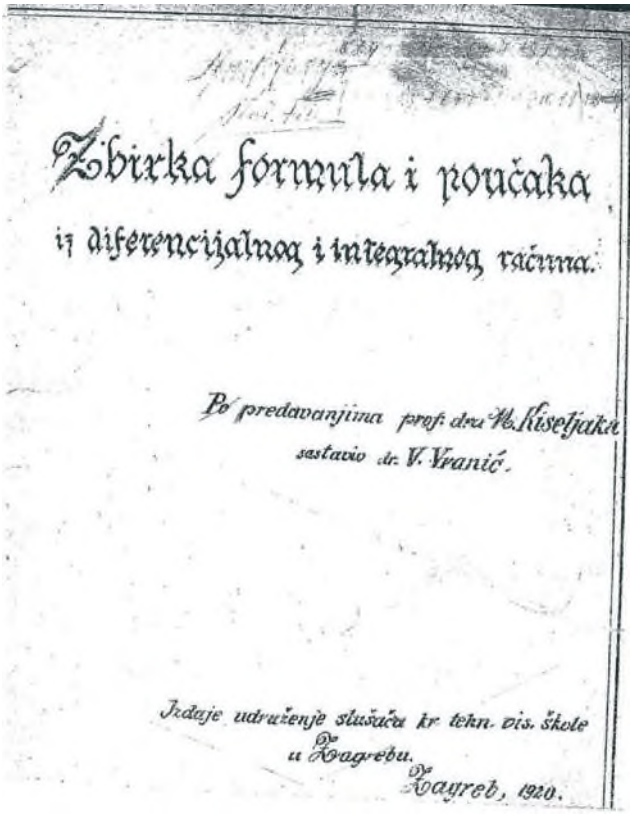
Prikaz *Repetitorija* dali su V. Vranić u *Tehničkom listu* [4] i Vladimir Vrkljan u *Glasniku HPD-a* [5]. Prema Vraniću [4], jedan od razloga izdavanja priručnika bio je i u tome što su njemački matematički udžbenici bili skupi (oko 500 dinara), te su ih mogli nabavljati samo imućniji studenti. Cijena Kiseljakova priručnika bila je znatno niža – 150 dinara. Vranić kao udžbenike koji su se najviše upotrebljavali spominje Czubera i Kieperta[10]. Vrkljan [5] u svojem prikazu, nabrajajući sadržaj repetitorija, zamjećuje kako je šteta što u sadržaj nisu ušle i parcijalne diferencijalne jednadžbe.

Kao i kod spomenutog rukopisa knjige o teoriji skupova, ni u ovom slučaju nije poznata sudbina Kiseljakova rukopisa na osnovi kojeg je *Repetitorij* napisan iako je riječ o više tisuća stranica.

5. Zbirka formula i poučaka iz diferencijalnog i integralnog računa

Kiseljakov suradnik Vladimir Vranić napisao je dvosvezačnu *Zbirku formula i poučaka iz diferencijalnog i integralnog računa*. Na naslovnici je navedeno "Po predavanjima prof. dra M. Kiseljaka sastavio dr. V. Vranić". Oba sveska izdalo je Udruženje slušača Kr. tehn. vis. škole u Zagrebu. Prvi svezak izdan je 1920., a drugi 1921. godine. Svesci su litografirani i primjerci se čuvaju u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu. Prvi svezak, *Matematika I.*, opsega 64 stranice, podijeljen je u četiri poglavlja: Uvod, Diferencijalni račun, Diferencijalna geometrija i Integralni račun.

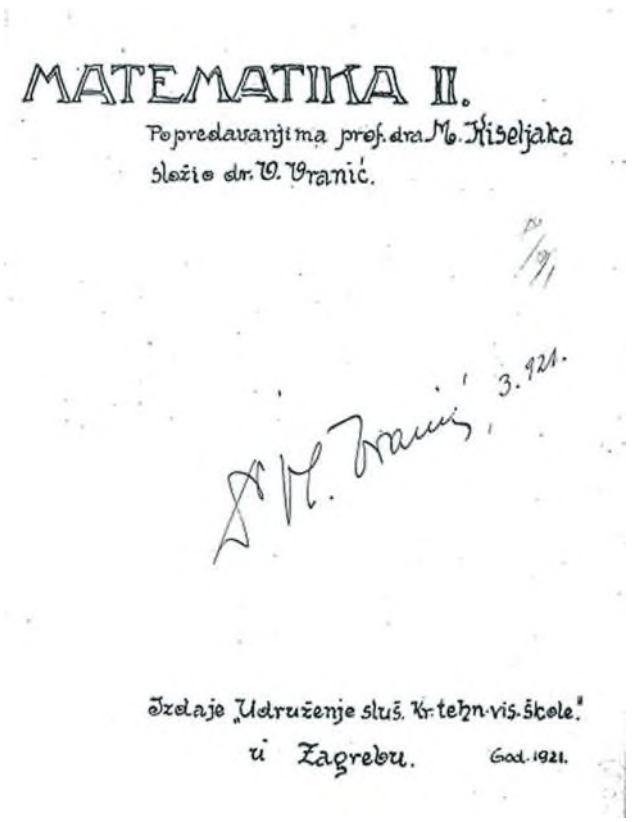
[10] Friedrich Wilhelm August Ludwig Kiepert (1846. – 1934.), njemački matematičar, autor dvosvezačnog udžbenika *Grundriss der Differential und Integral-Rechnung*.


Zbirka formula i poučaka
iz diferencijalnog i integralnog računa.

Po predavanjima prof. dra M. Kiseljaka
sastavio dr. V. Vranić.

Izdaje udruženje slušača kr. tehn. vis. škole
u Zagrebu.
Zagreb, 1920.

Sl. 9.: Naslovnica prvog sveska *Zbirke formula i poučaka*


MATEMATIKA II.

Po predavanjima prof. dra M. Kiseljaka
složio dr. V. Vranić.

Izdaje „Udruženje sluš. Kr. tehn. vis. škole"
u Zagrebu. God. 1921.

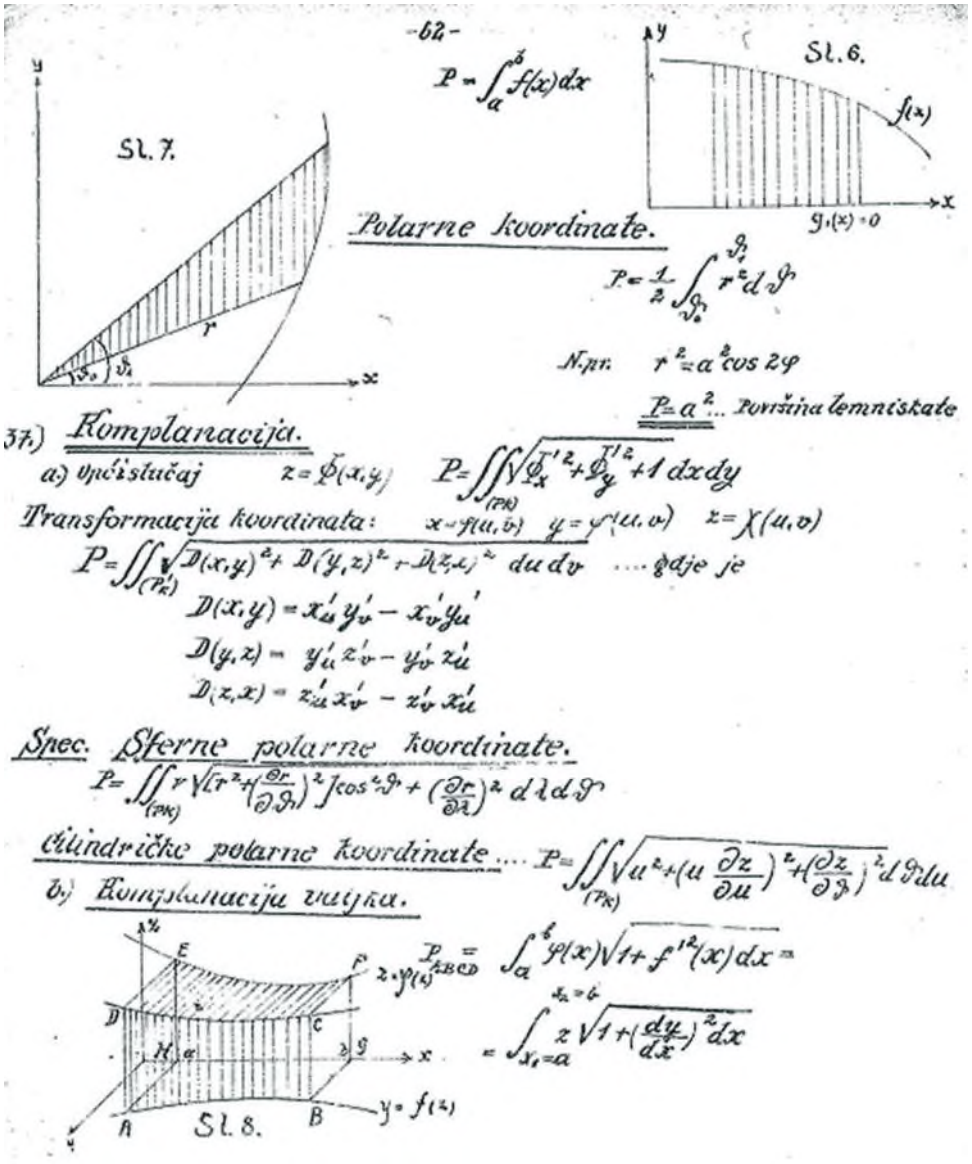
Sl. 10.: Naslovnica drugog sveska *Zbirke formula i poučaka*

Zacijelo je Vranić *Zbirku formula* priredio prema predavanjima samog Kiseljaka. Nije vjerojatno da bi on, kao Kiseljakov mlađi suradnik, dodavao sadržaj koji na predavanjima nije obrađen. Stoga se na osnovi popisa podnaslova može vjernije rekonstruirati sadržaj predavanja negoli iz udžbenika ili repetitorija, gdje autor obično izloži opširniji sadržaj gradiva od onog koje stvarno obradi na nastavi. Sadržaj *Zbirke formula*:

Uvod
Beskonačni slijedovi;
Funkcija;
Beskonačni redovi;
Algebarske i transcedentne funkcije.
Diferencijalni račun
Derivacija;
Viši diferencijalni kvocijent;
Neodređeni oblici;
Ekstremne vrijednosti;
Redovi;
Analitička geometrija prostora;
Diferenciranje funkcija od dvije ili više varijabla;
Ekstremne vrijednosti od dvije ili više varijabla;
Transformacija varijabla;
Diferencijalna geometrija
Tangente i normale;
Asimptote;
Singularne točke;
Zakrivljenost;
Diferencijalna geometrija u prostoru
Integralni račun
Neodređeni integrali;
Metode integracije;
Integracija racionalnih funkcija;
Iracionalne funkcije;
Binomni integrali;
Drugi iracionaliteti;
Transcedentne funkcije;
Određeni integral;
Nepravi integral;
Neke aplikacije;
Integracija beskonačnih redova,
Približna integracija;
Dvostruki integrali;
Trostruki integrali;
Krivocrtni integrali:
Integrali po površini:
Rektifikacija;
Komplanacija;
Kubatura;
Fourierovi redovi.

Na kraju sveska napisana je napomena: Konac II. semestra. Dakle, navedene teme obrađene su u prvim dvama semestrima.

Drugi svezak, naslovljen *Matematika II*., opsega 24 stranice, podijeljen je u dva poglavlja: Jednadžbe i Diferencijalne jednadžbe.



Sl. 11.: Stranica iz *Zbirke formula i poučaka*

Jednadžbe
Algebarske jednadžbe;
Približne metode;
Determinanta;
Diferencijalne jednadžbe
Diferencijalne jednadžbe I. reda.
Separacija varijabla;
Homogene jednadžbe;
Linearne jednadžbe I. reda;
Neki specialni tipovi;
Singularna rješenja.
Trajektorije;
Linija zakrivljenosti i asimptotičke linije;
Diferencijalne jednadžbe reda višega od prvoga.
Geodetske linije:
Linearne diferencijalne jednadžbe;
Sistemi diferencijalnih jednadžbi;
Integracija s pomoću redova;
Parcijalne diferencijalne jedn.

Prema napomeni na kraju teksta, navedene teme obrađuju se u III. semestru. Na zadnjoj stranici, iza sadržaja, dani su ispravci uočenih pogrešaka.

6. Kiseljakov prijevod Bauleova udžbenika

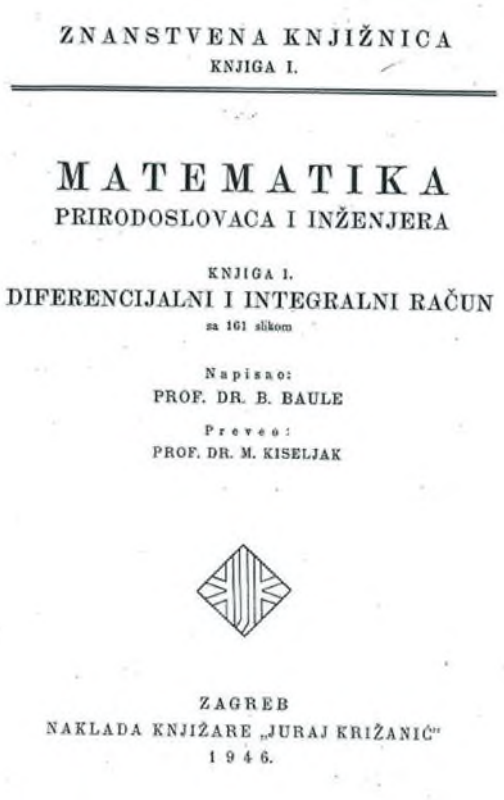
Pri kraju života Kiseljak se, osim pisanja svojeg neobjavljenog djela *Nauk o skupovima*, prihvatio još jednog zahtjevnog posla: prevođenja udžbenika matematike namijenjenog prirodoslovcima i tehničarima. Riječ je o nizu od sedam knjiga njemačkog matematičara Bernharda Baulea *Matematika prirodoslovaca i inženjera*. Ni taj puta Kiseljak nije imao sreće doživjeti tiskanje cjelokupnog djela. Godine 1946. otisnut je samo prvi svezak toga udžbenika u nakladi knjižare Juraj Križanić[11]. Knjiga je izdana kao prva u nizu Znanstvena knjižnica.

Bernhard Baule (München, 1891. – Graz, 1976.), njemačko-austrijski matematičar. Studirao je u Kielu, Münchenu i Göttingenu, gdje je doktorirao kod D. Hinberta. Poznat je po nizu od sedam svezaka *Die Mathematik des Naturforschers und Ingenieurs*, koji su dugo bili u uporabi kao standardni udžbenici na austrijskim visokim učilištima. Baule je cijeli život bio zauzeti član katoličkih udruga i otvoreni neprijatelj nacionalsocijalizma. Ipak, ostao je pošteđen nacističkog progona, kao jedan od rijetkih preživjelih iz bitke kod Langemarcka godine 1917., kojoj je Hitlerov režim pripisao gotovo mitski značaj. Moguće je da je Kiseljak pri odabiru djela koje će prevoditi vodio računa i o autoru. Godine 1946. teško bi se tiskao prijevod nekog autora s njemačkog govornog područja čiji bi odnos prema poraženom režimu bio imalo dvojben. Opseg knjige je 200 stranica, a počinje prevoditeljevim predgovorom, za koji se navodi da je pisan "mjeseca decembra" 1945.

Slijedi Iz piščeva predgovora prvome izdanju. Na kraju knjige, na devet stranica nalaze se Prevodiočevi dodaci prvoj knjizi, tj. ukupno 86 napomena, objašnjenja i povijesnih podataka koji su se Kiseljaku činili važni, toliko da se ispod predgovora nalazi i Važna uputa za čitaoce! Kiseljak upućuje čitatelja da, čim se namjeri na oznaku dodatka, "prekine čitanje teksta i pređe odmah na čitanje tog dodatka".

U predgovoru Kiseljak objašnjava zašto se prihvatio prijevoda takve vrste udžbenika. Svjestan kako je Bauleov udžbenik:

[11] Nakladna knjižara Juraj Križanić izdala je 1946. i *Laboratoriski priručnik za anorgansku kemisku tehničku analizu*, I *Opći dio*, autora Petra Sabiocella i Ivana Filipovića. Nije nam poznato da je poslije taj nakladnik izdao druge naslove.


ZNANSTVENA KNJIŽNICA
KNJIGA I.

MATEMATIKA
PRIRODOSLOVACA I INŽENJERA

KNJIGA I.
DIFERENCIJALNI I INTEGRALNI RAČUN
sa 161 slikom

Napisao:
PROF. DR. B. BAULE

Preveo:
PROF. DR. M. KISELJAK

ZAGREB
NAKLADA KNJIŽARE „JURAJ KRIŽANIĆ"
1946.

Sl. 12.: Naslovnica Bauleove *Matematike za prirodoslovce i inženjere*

> "namijenjen u prvom redu praktičarima, koji odgovara današnjoj tendenciji omladine, koja sve više naginje praktičnoj strani prirodnih nauka i samoj tehnici",

na kraju priznaje da se Bauelu:

> "može u matematičkom pogledu staviti neki prigovor, ali pohvaljuje izbor gradiva s obzirom na praksu te svestran i originalan izbor primjera."

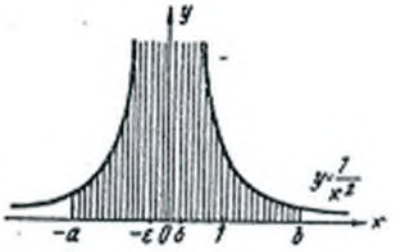
Navedene su i četiri zadaće prevoditeljevih dodataka:

> "da objasne neka mjesta, koja su u originalu ostala za kojeg čitaoca možda nejasna; da nadopune neka mjesta; da pribilježe neke korekure i da donesu neke historijske podatke."

Iz teksta nadopuna vidi se kako je Kiseljaku pomagao i Danilo Blanuša, kojem na više mjesta izrijekom zahvaljuje.

Ipak, uza sva objašnjenja, nije u cijelosti jasno zašto se Kiseljak prihvatio prevođenja tog udžbenika. Već u rujnu 1945. izdan je prvi svezak monumentalnog *Uvoda u višu analizu* Željka Markovića, knjige koja matematičkom

146



116. slika

Primjer 2. Isto za funkciju $y=\frac{1}{x^2}$

$$\int_{-a}^{b}\frac{dx}{x^2}=\lim_{\varepsilon\to 0}\int_{-a}^{-\varepsilon}\frac{dx}{x^2}+\lim_{\delta\to 0}\int_{\delta}^{b}\frac{dx}{x^2}$$

$$=\lim_{\substack{\varepsilon\to 0\\ \delta\to 0}}\left\{\left|-\frac{1}{x}\right|_{-a}^{-\varepsilon}+\left|-\frac{1}{x}\right|_{\delta}^{b}\right\}$$

$$=\lim_{\substack{\varepsilon\to 0\\ \delta\to 0}}\left\{\frac{1}{\varepsilon}-\frac{1}{a}-\frac{1}{b}+\frac{1}{\delta}\right\}=\infty.$$

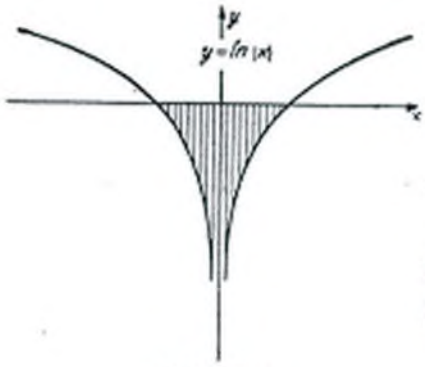
Ovdje bi bilo

$$\int_{-a}^{b}\frac{dx}{x^2}=\left|-\frac{1}{x}\right|_{-a}^{b}=-\frac{1}{b}-\frac{1}{a}$$

pogrješno! (116. slika).

Primjer 3.

$$\int_{-1}^{+1}\ln|x|\,dx=\lim_{\varepsilon\to 0}\int_{-1}^{-\varepsilon}\ln(-x)\,dx+\lim_{\delta\to 0}\int_{+\delta}^{+1}\ln x\,dx$$



$$=\lim_{\varepsilon\to 0}\left|x\ln(-x)-x\right|_{-1}^{-\varepsilon}+\lim_{\delta\to 0}\left|x\ln x-x\right|_{\delta}^{1}$$

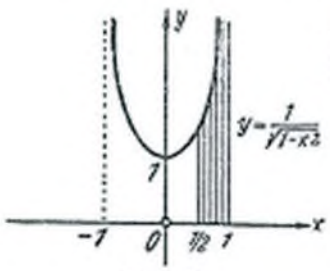
$$=\lim_{\substack{\varepsilon\to 0\\ \delta\to 0}}\left\{-2-\varepsilon\ln\varepsilon-\delta\ln\delta+\varepsilon+\delta\right\}$$

$$=-2$$ (§ 13. 117. slika).

I kad diskontinuitet leži na granici intervala integracije, potreban je graničan prijelaz.

117. slika

Primjer 4. (118. slika).



$$\int_{0,5}^{1}\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}=\lim_{\varepsilon\to 0}\int_{0,5}^{1-\varepsilon}\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$=\lim_{\varepsilon\to 0}\left|\arcsin x\right|_{0,5}^{1-\varepsilon}$$

$$=\lim_{\varepsilon\to 0}\arcsin(1-\varepsilon)-\arcsin 0{,}5$$

$$=\arcsin 1-\arcsin\frac{1}{2}=\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{3}.$$

118. slika

Sl. 13.: Riješeni primjeri u Baulevu udžbeniku

razinom, obiljem povijesnih podataka, pa i njegovanim jezikom i stilom nadmašuje Bauleov udžbenik. Doduše, kao izvor mnoštva razmjerno jednostavnih i postupno riješenih primjera, može biti studentima komplementaran priručnik uz Markovićev udžbenik.

Vranić spominje kako je jedno vrijeme, poslije 1945. godine, izgledalo da će biti ispunjena Kiseljakova želja: vratiti se na sveučilište. Možda je prijevod također bio povezan s tim ciljem. To potkrepljuju i neke, za to vrijeme uobičajene i česte fraze, primjerice:

> "o obnovi opljačkane zemlje, podizanju njezinog blagostanja, velikim vremenima i najsvjetlijim časovima što ih naši oslobođeni i ujedinjeni narodi baš proživljavaju"

i slično, kojima inače nema mjesta u predgovorima matematičkih udžbenika. Možda je Kiseljak time jednostavno želio utrti put ostvarenju svoje želje.

Zaključak

Mariju Kiseljaku, autoru prvog hrvatskog visokoškolskog udžbenika matematike, utemeljitelju i prvom predstojniku Zavoda za primijenjenu matematiku, pripada važno mjesto u povijesti hrvatske znanosti. Spletom nesretnih okolnosti, koje nisu do kraja istražene, Marije Kiseljak nije ostvario svoje zamašne planove, nije objavio udžbenike i knjige koje je napisao niti je ostvario akademsku i znanstvenu karijeru kojoj je težio. Ostaje na istraživačima hrvatske znanstvene baštine rasvijetliti nepoznate detalje životne sudbine samog Kiseljaka, ali i obilja njegovih zagubljenih rukopisa.

Zahvala

Zahvaljujemo profesoru Ivanu Ivanšiću, nekadašnjem predstojniku Zavoda za primijenjenu matematiku, na pomoći pri traženju izvora za pisanje rada.

Literatura

[1] Vladimir Vranić: Dr. Marije Kiseljak (1883. – 1947.), *Glasnik matematičko-fizički i astronomski*, Zagreb, 1948., str. 205-209.

[2] Zvonimir Vrkljan: *Sjećanja*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1995.

[3] Vladimir Vranić: *Ljetopis Zavoda za primijenjenu matematiku*, 1919./20., 6. 7. 1925., rukopis.

[4] Vladimir Vranić: Dr. Marije Kiseljak: Repetitorij diferencijalnoga i integralnoga računa, *Tehnički list*, br. 23. od 1. 12. 1925., str. 356.

[5] Vladimir Vrkljan: Dr. Marije Kiseljak: Repetitorij diferencijalnoga i integralnoga računa, *Glasnik HPD*, god. XXXVI, za god. 1924., str. 151, Zagreb, 1925.

The College Level Mathematics Textbooks of Marije Kiseljak

Ivica Vuković, Anđa Valent, Branko Hanžek, Željko Hanjš

Abstract: This paper presents the first college level mathematics textbook in Croatian, written by Marije Kiseljak. It also presents mathematics manuals which were written either by Kiseljak himself, or they were written on the basis of his lectures and Kiseljak's translation of a German textbook. The paper also provides information about Kiseljak's biography which has not been published before.

Keywords: Marije Kiseljak, Zagreb Technical College, college level mathematics textbooks



Darko Žubrinić

Iskustva s matematičkom tipografijom na Zavodu za primijenjenu matematiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu

Povodom stote obljetnice (1919. – 2019.) Zavoda za primijenjenu matematiku FER-a

Sažetak. Opisana su neka osobna iskustva na Zavodu za primijenjenu matematiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva, s osobitim naglaskom na matematičku tipografiju. Temelje suvremene matematičke tipografije položio je profesor Donald E. Knuth još 1980-ih godina, razvojem tipografskog sustava globalno poznatog pod imenom TeX.

Ključne riječi: Donald E. Knuth, Elektrotehnički fakultet (ETF), Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER), LaTeX, matematička tipografija, TeX, Vilim (William) Feller, Zavod za primijenjenu matematiku FER-a.

Uvod

Osjećam potrebu ovim člankom izraziti zahvalnost kolegama i prijateljima koji su mi puno pomogli tijekom rada na FER-u od 1981. godine do danas (2019.). Ovdje nisu niti izdaleka izrečene sve potrebne zahvale, ali nastojao sam spomenuti barem neke od meni najzanimljivijih poslova koje sam obavljao. Članak je nastao na sugestiju i zamolbu profesora Zvonka Benčića, na čemu

sam mu iskreno zahvalan. Motiviran je također i visokom, stotom obljetnicom osnutka Zavoda za primijenjenu matematiku (ZPM-a) 1919. godine na tadašnjoj Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu. Na taj način, ZPM je najstariji postojeći zavod na današnjem Fakultetu elektrotehnike i računarstva.

1. TeX i profesor Donald Knuth

Kad je riječ o tipografiji općenito, onda se redovito misli na znamenitog Johannesa Gutenberga, izumitelja tiska pomičnim slovima polovinom XV. stoljeća. Pojam 'matematička tipografija' također uključuje ime samo jedne osobe – Donalda E. Knutha, umirovljenog profesora matematike s uglednog američkog Sveučilišta Stanford. Kao što je Gutenberg svojim tehničkim otkrićem izazvao pravu revoluciju u tiskanju knjiga, tako je i Knuth 1980-ih godina udario čvrste temelje za potpuno novi način pripreme matematičkih tekstova (i ne samo matematičkih), računalnim tipografskim sustavom poznatim pod nazivom TeX,[1] te kasnijom nadogradnjom nazvanom LaTeX, kao i mnogim drugim pratećim alatima, razvijanim pod pokroviteljstvom Američkog matematičkog društva. Gutenberg i Knuth bez ikakve su dvojbe dvije najznačajnije osobe u povijesti tiskarstva. Treba naglasiti da se Donald Knuth, nakon dugogodišnjeg rada na razvoju sustava matematičke tipografije, odrekao svih prihoda, za opću korist širom svijeta. Ta je gesta velikog znanstvenika primljena sa simpatijama te je pridonijela upravo nevjerojatnoj raširenosti TeX-a, s raznim nacionalnim prilagodbama, pa tako i u Hrvatskoj. Časopis *TUGboat* (hrv. remorker), specijaliziran za matematičku tipografiju, svoj je naziv dobio po pokrati TUG – TeX Users Group (skupina korisnika TeX-a). Ona ima brojne nacionalne ogranke. U časopisu *TUGboat* među inim su u puno navrata prikazivani rezultati prilagodbi TeX-a za desetke raznih jezika i pisama: kineski, hebrejski, korejski, egipatske hijeroglife, etiopsko pismo, itd., pa tako i za hrvatski jezik.



Sl. 1.: Zaštitni znakovi za TeX i LaTeX

[1]Naziv TeX potječe od grčke riječi τεχ, čije značenje može biti umjetnost, ali i tehnologija. Naziv LaTeX odnosi se na nadogradnju TeX-a, koju je pod Knuthovim nadzorom izradio Leslie Lamport. Na engleskom i hrvatskom TeX se čita kao *teh*.

Za TeX sam prvi put doznao 1988., od prof. dr. sc. Nevena Elezovića, mojeg kolege na Zavodu za primijenjenu matematiku ETF-a (FER), vjerojatno najboljeg poznavatelja tog tipografskog sustava u Hrvatskoj. Te je godine kolega Elezović zajedno s prof. dr. sc. Androm Mikelićem priredio prvi znanstveni rad u Hrvatskoj uporabom TeX-a (objavljen 1991.). Prema informaciji koju sam dobio ljubaznošću prof. Elezovića, prvi znanstveni časopis u Hrvatskoj koji se uređivao uporabom TeX-a bio je *Glasnik matematički*,[2] počevši od 1990. godine, a tehnički ga je (do 1995.) uređivao upravo on.



Sl. 2.: Spomenik Johannesu Gutenbergu u Zagrebu, u Jurišićevoj ulici br. 7, izradio je 1887. godine hrvatski kipar Dragutin Morak (1839. – 1922.)

Nije previše poznato da je grad Zagreb dao još koncem XIX. stoljeća vidljiv znak zahvalnosti tipografskom geniju Johannesu Gutenbergu, postavljanjem njegova kipa u prirodnoj veličini u jednoj niši u Jurišićevoj br. 7 (Kuća Rulić), na visini 4. kata, pri čemu u lijevoj ruci nosi knjigu – Bibliju. Autor tog spomenika, nastalog 1887. godine, malo je poznati hrvatski kipar Dragutin Morak. Meni osobno to je jedan od najljepših spomenika u gradu Zagrebu. Prema nekim izvorima, to je čini se prvi spomenik Gutenbergu postavljen izvan njemačkog govornog područja, a pojavljuje se čak desetak godina prije prvog sličnog spomenika u Beču, gdje je postavljen 1900. godine. Prvu informaciju o tom malo poznatom kulturnom biseru grada Zagreba dugujem gospodinu Ivi Dubravčiću, vodećem hrvatskom skupljaču starih knjiga i rukopisa (preminulom

[2] *Glasnik matematički* je najstariji hrvatski znanstveni časopis iz područja matematike, a objavljuje ga Hrvatsko matematičko društvo u Zagrebu. Mrežna adresa časopisa je https://web.math.pmf.unizg.hr/glasnik/.

2018. u Delftu, "u Niskozemlju", što je bio njegov šaljivi naziv za Nizozemsku). U Zagrebu je, prema informaciji koju u jednoj od svojih knjiga navodi publicist Zvonimir Kulundžić, između 1906. i 1914. izlazio stručni časopis *Gutenberg*.

Matematička tipografija jedan je od najtežih dijelova tipografske struke, iz razumljivih razloga: radi velikog broja neobičnih znakova, kao i mnoštva slova iz različitih pisama, nerijetko na vrlo neobičnim položajima. Knuthov rad na razvoju TeX-a potaknuo je nezapamćen interes stručnjaka iz mnogih drugih područja: tipografa, filologa, fizičara, kemičara, elektrotehničara, programera itd. Knuthov sustav među inim je omogućio potpunu kontrolu nad smještanjem slova (i općenitije – bilo kakvih znakova) u tekstu, nad regulacijom njihovih veličina, s mogućnošću rotiranja slova, zadavanja boja itd. Štoviše, Knuth je stvorio i sustav za stvaranje novih znakova (i skupova slova, tj. pisama) pod nazivom METAFONT, koji je izazvao isto tako velik interes širom svijeta. Kao gljive poslije kiše počele su nicati i nacionalne udruge korisnika TeX-a, koje su rješavale problematiku svojih jezika: stvaranja specijalnih znakova u nacionalnim pismima s pomoću METAFONT-a, tablice automatskog rastavljanja riječi itd. Tako se danas uz pomoć TeX-a pripremaju tisuće članaka i knjiga širom svijeta na različitim pismima. U to se vrijeme u svijetu javila neobična "epidemija" pod nazivom METFONTitis, od koje sam i ja "obolio". Za uspješnu uporabu METAFONT-a dovoljno je uz srednjoškolsku geometriju poznavati temelje linearne algebre i kompleksnih brojeva, u opsegu prvog semestra studija na FER-u.



Sl.3.: Donald E. Knuth, istaknuti američki matematičar,vodeći ekspert za računalno programiranje i orguljaš

Zanimljivo je da je glavni poticaj za Knuthov golemi napor oko stvaranja računalnog tipografskog sustava bio čisto estetske naravi. Naime, Knuth je već kao mladi znanstvenik u dobi od 27 godina počeo izdavati knjige pod zajedničkim naslovom *Umjetnost računalnog programiranja* (*The Art of Computer Programming*), te je bio nezadovoljan nezgrapnošću tipografskih rješenja u izdavačkom poduzeću koje ih je pripremalo. Radi toga odlučio je sam stvoriti tipografski sustav u kojem će njegove knjige izgledati puno ljepše i elegantnije.

U ovom slučaju vidimo da su kriteriji za napredak određene struke (ili više njih) ne samo egzaktni kriteriji znanstvene istine nego i oni koji spadaju u umjetnost i estetiku. Nije čudno da je Donald Knuth ne samo vrhunski matematičar, po mnogima i vodeći stručnjak u svijetu za računalno programiranje, nego i graditelj (i svirač) orgulja. Pogledajte (Knuth), gdje osim matematičkih i programerskih sadržaja možete poslušati i neke njegove skladbe za orgulje. Taj nam primjer (kao i mnogi drugi) pokazuje da uspješno poučavanje u nekoj struci nije moguće sasvim odvojiti od drugih struka, koje naoko s njom nemaju nikakve veze. Pritom bismo podsjetili da se, za ilustraciju, područje glazbe nekad (pa i u antici), smatralo dijelom matematike!

U Hrvatskoj danas postoji desetak znanstvenih časopisa iz području matematike, a svi se pripremaju uz pomoć TeX-a i njegovih inačica. Kao što smo rekli, prvi je uporabom TeX-a uređivan *Glasnik matematički*, časopis koji pokriva sva područja matematike. Prvi znanstveni časopis specijaliziran unutar nekog užeg područja matematike utemeljen je u Hrvatskoj 1998. godine zahvaljujući suradnji dvojice matematičara, prof. dr. sc. Nevena Elezovića s FER-a i akad. Josipa Pečarića s TTF-a (Tekstilno-tehnološki fakultet), i pripremljen uporabom TeX-a. Osobito je uspješna djelatnost izdavačkog poduzeća *Element* iz Zagreba, osnovanog 1992. godine, specijaliziranog za matematiku, fiziku, elektrotehniku, strojarstvo, informatiku i TeX. Dosad je to poduzeće objavilo gotovo sedamsto izdanja, vidi (Element). Danas objavljuje šest znanstvenih časopisa iz područja matematike, koji se mogu vidjeti na adresi http://ele-math.com/. Lijepo je te časopise vidjeti na policama stranih sveučilišnih knjižnica.

Na FER-u se od 1993. objavljuje znanstveni časopis *Journal of Computing and Information Technology* (CIT), koji se tijekom nekoliko prvih godina uređivao u *Wordu*, a zatim do 2016. uporabom LaTeX-a, u suradnji s *Elementom*. Svi materijali koji se koriste za potrebe nastave matematike na FER-u (riječ je o desecima knjiga i priručnih materijala), temelje se na uporabi tog tipografskog sustava i njegovih inačica. Na Zavodu za primijenjenu matematiku priprema se od 2009. godine znanstveni časopis *Differential Equations and Applications* (DEA), s prof. Mervanom Pašićem kao jednim od glavnih urednika, u suradnji s *Elementom*. Povremeno se i neke od doktorskih disertacija na FER-u pripremaju s pomoću LaTeX-a. Na Matematičkom odsjeku PMF-a u pravilu se sve

doktorske disertacije pripremaju uporabom LaTeX-a, a vjerujem i znatan dio disertacija na Fizičkom odsjeku PMF-a.

Ovdje bih spomenuo da je na poticaj nekadašnjeg ravnatelja V. gimnazije u Zagrebu profesora Petra Mladinića pokrenut 2005. školski časopis *Playmath*, koji su tehnički u cjelosti pripremali sami učenici, rabeći LaTeX. Rezulati njihova rada bili su zadivljujući.

2. *Fundamentals of Applied Functional Analysis*, knjiga nastala u suradnji s prof. dr. sc. Dragišom Mitrovićem

Oko 1990. godine počeo sam s Dragišom Mitrovićem, professor emeritus na Sveučilištu u Zagrebu (ekspert za teoriju distribucija), raditi na pripremi knjige pod naslovom *Fundamentals of Applied Functional Analysis*. Priprema knjige od 400 stranica nastajala je u ugodnom ozračju, iako nije bila jednostavna ni s matematičke ni s tipografske strane. Pripremana je uporabom TeX-a te kao *camera ready book* predana uglednom poduzeću Addison Wesley Longman (s kojim smo ugovor potpisali još početkom 1990-ih), te objavljena 1998., nakon oko osam godina rada. Sjećam se mnogih mojih posjeta domu obitelji Mitrović, gdje nas je gđa Veronika Mitrović (rodom iz Međimurja, inače vrhunski psiholog i defektolog), znala iznenaditi svojim biranim slasticama. Tijekom pripreme knjige razmijenjeno je na desetke pisama s materijalima i raznim dopunama i ispravcima, koji su poštom putovali od stana obitelji Mitrović do FER-a (tj. do mene) i obratno. U završnoj tehničkoj doradi knjige, neposredno prije slanja uglednom izdavaču u Veliku Britaniju, puno nam je pomogao naš TeXspert prof. Neven Elezović.

Imali smo vrlo ugodnu suradnju s izdavačima u Engleskoj, koji su naš prvobitni prijedlog za knjigu razmotrili pažljivo i zainteresirano. Osoba za kontakt bila nam je gđa Mary Lince (Senior production editor, Mathematics), zaposlena u Longman Higher Education pri Longman House u Essexu. Sjećam se pitanja poput:

> "Gdje će se ta knjiga u svijetu najviše prodavati? Komu je točno namijenjena? Navedite sveučilišta kojima bi se mogla preporučiti. Opišite planirani sadržaj i strukturu knjige. Pošaljite nam prvih dvadesetak stranica teksta planirane knjige.",

i puno drugih, na koja je trebalo pažljivo odgovoriti u odgovarajućim formularima. Sama prijava prijedloga knjige prošla je uspješnu recenziju čak četvero neovisnih recenzenata. Napominjem da je riječ o anonimnim recenzentima, čija

se imena ne nalaze u knjizi. Štoviše, za razliku od društvenih struka, u matematičkim knjigama poznatih izdavača nezamislivo je vidjeti imena recenzenata.

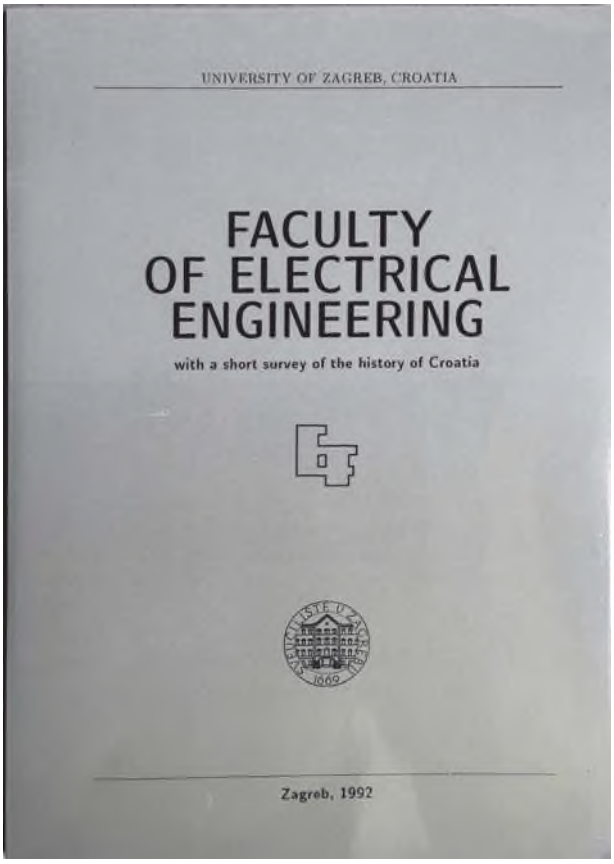
Od prof. Mitrovića doznao sam za poslovicu koju je rado i često ponavljao: "Zanat treba učiti od majstora, a ne od šegrta." Odnosilo se to među inim i na nekadašnji problem nedostatka dovoljno kvalitetnih matematičkih knjiga, pa i na problem matematičkog poučavanja općenito. Profesor Mitrović bio je zagovornik "mekog" načina poučavanja, gdje sve pojedinosti moraju biti do kraja objašnjene, s pažljivo odabranim primjerima. Budući da je bio jedan od rijetkih matematičara na Sveučilištu u Zagrebu s iskustvom nastavnika u zagrebačkim srednjim školama, imao je za probleme učenika iznadprosječno razvijen osjećaj. Da bi čitatelju bilo jasnije o čemu je riječ, spomenut ću da je i sad u uporabi knjiga za zagrebačke studente matematike, čija prva rečenica glasi "Neka je X vektorski prostor."

Za usporedbu, treba vidjeti kako izgleda uvodni dio prvog sveska knjige iz teorije vjerojatnosti najvećeg hrvatskog matematičara u povijesti Vilima (Williama) Fellera, rođenog u Zagrebu 1906., koji je 1950. (u svojoj 44. godini) postao redoviti profesor na prestižnom Sveučilištu u Princetonu. Prvih nekoliko stranica pisano je bez ikakvih formula pa imate osjećaj kao da vas autor knjige vodi za ruku. Te početne stranice mislim da imaju i beletrističku vrijednost. Prema mišljenju uglednog američko-talijanskog matematičara Gian-Carla Rote (poznatog osobito u području kombinatorike), Fellerova knjiga jedno je od najljepše pisanih matematičkih djela u cijelom dvadesetom stoljeću.

3. Publikacija o ETF-u iz 1992. godine

U prvoj polovini 1992. stigla mi je neočekivana zamolba tadašnje uprave ETF-a (točnije, od prodekana prof. Slavka Krajcara, tad je dekan bio prof. Danilo Feretić), da na engleskom jeziku pripremim prikaz o našem fakultetu, njegovoj strukturi i djelatnosti, pod naslovom *Faculty of Electrical Engineering*. Pristao sam, a publikaciju sam pripremao s pomoću TeX-a. Nakon šest mjeseci rada publikacija je bila zgotovljena. Budući da je Hrvatska u to vrijeme bila u dramatičnim okolnostima ratne agresije, gdje je trećina zemlje bila okupirana, uputio sam molbu upravi Fakulteta da kao dodatak bude uvršten i opći, vrlo sažeti prikaz o hrvatskoj povijesti, kulturi i znanosti, na što je uprava pristala.

Tijekom pripreme publikacije dragocjenu pomoć pružili su mi svi zavodi na Fakultetu, mnogi kolege, a osobito profesori Vatroslav Lopašić, Vladimir Muljević i Vladimir Ćepulić. Uvelike su mi još pomogli dr. Trpimir Macan iz Leksikografskog zavoda (po struci povjesničar), i Krešimir Mikolčić, glavni tajnik Matice hrvatske. Kao kuriozitet spominjem da sam te 1992. godine od



Sl. 4.: Publikacija *Faculty of Electrical Engineering* (Zagreb, 1992.)

profesora Ćepulića doznao za ime najvećeg hrvatskog matematičara u povijesti, Vilima (Williama) Fellera. O Felleru sam u toj publikaciji napisao ukupno tri rečenice, uz čuđenje i nevjericu da za njega nisam čuo ne samo tijekom studija matematike nego ni u svojstvu tadašnjeg docenta na Sveučilištu u Zagrebu. Ali, dvadesetak godina poslije, točnije, 2011., o njemu sam objavio monografiju, o čemu će poslije biti nešto više riječi.

U to sam vrijeme bio zaokupljen pripremom triju knjiga: spomenute reprezentativne publikacije o ETF-u, knjige s profesorom Dragišom Mitrovićem te knjige *Biti pismen biti svoj*, objavljene 1994. u izdanju Hrvatskog književnog društva sv. Jeronima na 350 stranica.[3]

Koncem 1992., neposredno prije posjeta Diplomatskog kora ETF-u, otisnuta je publikacija o Fakultetu. Mala knjižica na 86 stranica izazvala je interes diplomata čim je podijeljena, a oni su je (prema osobnoj informaciji prof. Vladimira Mikuličića s našeg Fakulteta), počeli odmah prelistavati. Bio je to pun pogodak, osobito što se tiče drugog, općeg dijela o hrvatskoj povijesti, kulturi i znanosti, na nešto više od 30 stranica. Profesor Mikuličić mi je poslije ispričao da je nedugo nakon objavljivanja te knjižice ponio desetak primjeraka u Krško

[3] Drugo je izdanje te knjige, pod naslovom *Hrvatska glagoljica*, objavljeno 1996. u sunakladništvu poduzeća *Element* na 400 stranica.

u Sloveniju, gdje je grupa američkih stručnjaka došla obaviti pregled i remont nuklearne elektrane. Svakom je darovao po primjerak, a prigodom ponovnog susreta američki su ga kolege gledali "sasvim drugim očima".

Ono što me osobito iznenadilo (a to sam doznao petnaestak godina poslije), jest da je prof. Mikuličić bio izvrsno upoznat sa svescima spomenute Fellerove monografije iz teorije vjerojatnosti. Vlastiti primjerak prvog sveska posudio mi je na neko vrijeme. Prelistavajući ga, iz mnoštva rubnih zabilježaka shvatio sam da je prof. Mikuličić tu Fellerovu knjigu od oko 400 stranica proučio od korica do korica.

Materijal o hrvatskoj povijesti, kulturi i znanosti, objavljen u spomenutoj knjižici o ETF-u iz 1992. godine, dostupan je od travnja 1995. putem interneta, a idućih je godina dopunjavan. Sad je na adresi www.croatianhistory.net. U postavljanju na mrežu 1995. godine dragocjenu sam stručnu pomoć dobio od prof. dr. sc. Maje Matijašević sa Zavoda za telekomunikacije na FER-u.

4. Glagoljički fontovi i knjiga *Hrvatska glagoljica*

Objavljivanjem članka pod naslovom *Croatian fonts* u časopisu *TUGboat* početkom 1996. godine, imao sam neočekivanu i posve slučajnu, vrlo rijetku čast, da se početak mojeg članka našao na istoj stranici gdje je i sam Donald Knuth imao objavljen vrlo kratak prilog (zapravo obavijest) za korisnike TeX-a. Tim sam člankom predstavio oko četiristo znakova izrađenih s pomoću METAFONT-a tijekom nekoliko prethodnih godina, pod nazivom *Croatian fonts: glagoljica* (uglasta, obla i kurzivna, tj. brzopisna), hrvatska ćirilica, pleterna ornamentika i ornamentika stećaka. Drago mi je što poduzeće *Element* rabi te pleterne ornamente u nekim od svojih tiskanih matematičkih izdanja namijenjenih studentima FER-a. Opsežnu anonimnu recenziju članka dobio sam od Uredništva časopisa *TUGboat*[4] u vrijeme kad sam bio mobiliziran nakon vojno-redarstvene operacije *Oluja* u drugoj polovini 1995. godine.[5] Proveo sam točno sto dana na području prekrasne rijeke Une, uglavnom blizu Kostajnice i Hrvatske Dubice.

Odgovor recenzentu i korekturu članka pripremio sam tijekom jednog od povremenih mjesečnih dvodnevnih "dopusta". Članak sam koncem te 1995. godine poslao elektroničkom poštom, a kad je nakon unesene korekture (dosta opsežne) članak bio od strane redakcije časopisa *TUGboat* prihvaćen, došlo je za nekoliko dana još jedno ugodno iznenađenje. Običnom poštom sam iz SAD-a

[4]Točnije, od glavne urednice Barbare Beeton.

[5]Dr. Slobodan Lang, znameniti hrvatski humanitarac, *Oluju* definira kao humanitarnu vojnu operaciju koja je spriječila genocid.

od redakcije časopisa dobio vrlo kvalitetan otisak članka (točno onako kako bi trebao izgledati u časopisu), s popratnim pitanjem jesam li zadovoljan izgledom članka, te da im svoj odgovor i eventualne primjedbe pošaljem što prije e-poštom. Ponovno sam pažljivo pregledao cijeli članak i javio da sam jako zadovoljan onim što su mi poslali.

Kad je članak uskoro, nakon samo dva tjedna, bio u časopisu *TUGboat* objavljen početkom 1996. godine, mojem veselju nije bilo kraja. Po mojoj evidenciji, u to se vrijeme spomenuti časopis slao na razna sveučilišta u više od pedeset zemalja širom svijeta. Popratni je paket fontova pod nazivom *Croatian fonts* postavljen na tzv. CTAN arhiv (Comprehensive TeX Archive Network), gdje se nalazi i danas. Tek puno kasnije shvatio sam da ti fontovi dolaze i kao dio standardne (potpune) mrežne instalacije TeX-a na osobna računala, uključujući i vrlo popularni MikTeX. CTAN arhiv danas je zrcaljen na više od sto sveučilišta širom svijeta.

Spomenuti članak iz 1996. bio je moj drugi članak objavljen u časopisu *TUGboat*. Prvi sam objavio 1992., pod naslovom The exotic Croatian glagolitic alphabet, u kojem je otisnuto i ime Donalda Knutha hrvatskom glagoljicom.

Rad s TeX-om i raznim drugim računalnim alatima zamišljen je sredinom 1990-ih godina kao dio vrlo opsežnog programa koji je osmislio prof. Mario Essert s Fakulteta strojarstva i brodogradnje[6]. Naziv njegova vrijednog programa bio je vrlo slikovit: “Laboratorij za pomoć moćnima i skrb za nemoćne”.

5. Mrežni prikaz i monografija o Vilimu Felleru, najistaknutijem hrvatskom matematičaru u povijesti

Moje znanje o Vilimu Felleru ostalo je tijekom više godina nepromijenjeno, opsegom na razini triju rečenica iz knjižice o ETF-u (poslije FER-u), objavljene 1992. godine. Prekretnica je nastupila 2006., kad me koncem srpnja kolega Vladimir Ćepulić obavijestio o postojanju prekrasne obiteljske grobnice Fellerovih, izrađene u bijelom mramoru u zidu mirogojskih arkada.[7] Otišao sam za

[6]Prof. dr. sc. Mario Essert bivši je student FER-a. Znanstveno se orijentirao prema matematici – blokovnim nacrtima i matematičkoj lingvistici. Doktorirao je pod vodstvom prof. dr. Vladimira Ćepulića s FER-a.

[7]Vilim Feller predstavljen je na velebnoj izložbi *Znanost u Hrvata* godine 1996. u Klovićevim dvorima u Zagrebu, kao jedan od najistaknutijih hrvatskih znanstvenika u povijesti, uz imena kao što su hrvatski nobelovci Lavoslav Ružička i Vladimir Prelog, zatim Faust Vrančić, Ruđer Bošković, Nikola Tesla, Milislav Demerec (istaknuti hrvatsko-američki genetičar) itd. Postoje opsežni tiskani katalozi, objavljeni na hrvatskom i engleskom jeziku, koji su tijekom petnaestak godina bili dostupni i putem interneta, ali su, nažalost, ugašeni.

nekoliko dana po velikoj vrućini do Mirogoja te zatim produljio odmah lijevo od glavnog ulaza, arkadama do te grobnice. Bio sam u tom času jedan od rijetkih šetača na Mirogoju. Kad sam stigao do odredišta snimio sam fotoaparatom nekoliko kadrova, gdje su na grobnici bila imena brojne obitelji s prezimenom Feller. Tu je među dvanaestero djece Eugena Viktora Fellera i njegove supruge Ide bilo navedeno i ime Vilima Fellera (iako on nije pokopan na Mirogoju, nego u New Yorku), kao i ime njegove supruge Clare Nielsen. Iznenada je u trenutku mojeg fotografiranja naišao jedan prolaznik, koji mi je prišao i upitao: "A što vi tu radite?" Odgovorih da fotografiram grobnicu obitelji Feller. "A otkud vi njih znate?" upita neznanac. Opisah mu ukratko razlog mojeg interesa za Vilima Fellera. Neznanac mi je na to rekao da osobno poznaje potomke obitelji Feller u Zagrebu te mi je odmah dao telefonski broj gđe Marte Zdenković, unuke Ferdinanda Fellera, Vilimova najstarijeg brata.[8] Bio je to dr. Damir Kišić.

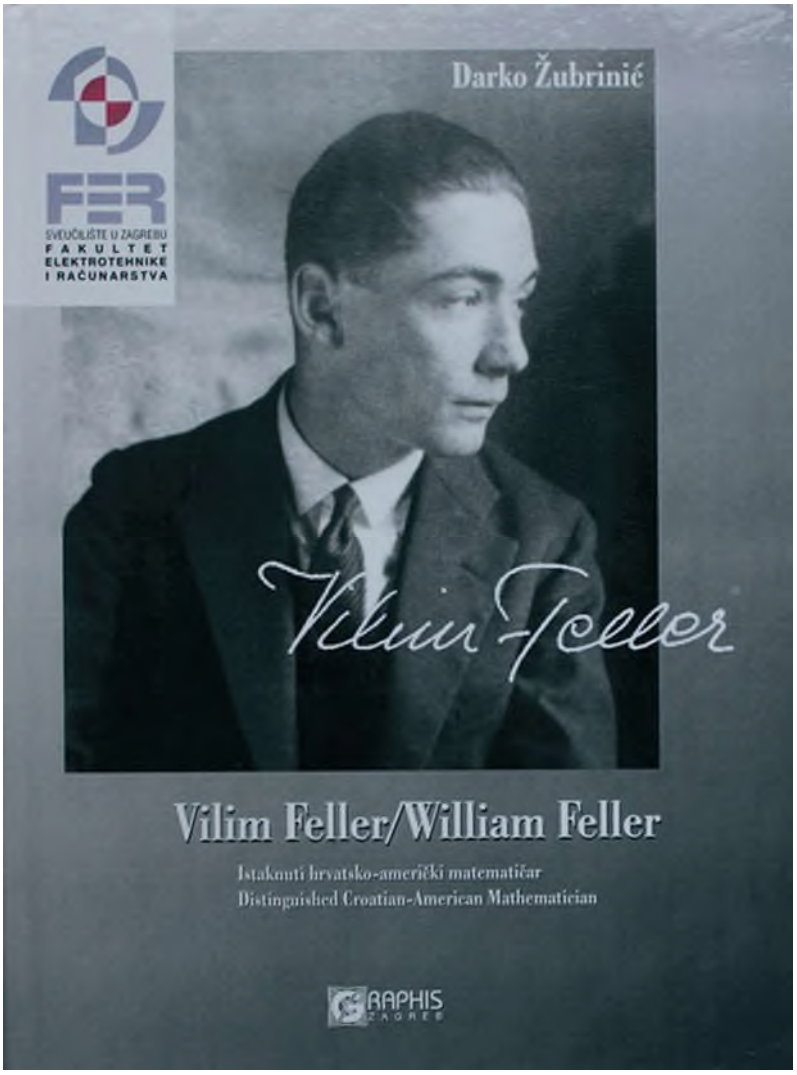
Susret s gđom Martom Zdenković bio mi je iznimno važan i dragocjen jer mi je otvorio put do mnogih spoznaja o toj obitelji, a osobito o Vilimu Felleru. Prikupljeni podaci potaknuli su pripremu mrežne stranice o Vilimu Felleru na engleskom jeziku, koja je već te jeseni poprimila opseg manje knjižice, s mnoštvom dotad neobjavljenih fotografija, dobivenih dobrotom gđe Marte Zdenković. Budući da se 2006. godina podudarala sa stotom obljetnicom rođenja Vilima Fellera (1906. – 1970.), ponudio sam Hrvatskom matematičkom društvu u Zagrebu tribinu s predavanjem o najvećem našem matematičaru u povijesti, što je bilo odmah prihvaćeno. Tribinu je vodio prof. Mirko Primc, uz vrlo lijep broj posjetitelja, a nazočilo je i nekoliko potomaka obitelji Feller, uključujući i gđu Martu Zdenković i njezina brata Nikolu.[9]

U to sam vrijeme o važnosti Vilima Fellera[10] često na FER-u razgovorao s prof. Zvonkom Benčićem. On mi je uskoro predložio da bi bilo dobro sav prikupljeni materijal objaviti kao knjigu. U međuvremenu sam biografiju Vilima Fellera ponudio kao temu seminarskog rada za četvero studenata FER-a. Na jednom od seminara bili su gđa Marta Zdenković i njezin brat Nikola, što mu je dalo posebnu draž. Seminarski su radovi, među inim, rezultirali i prijevodom prikaza o Felleru s engleskog na hrvatski jezik, koji su napravile studentice Marta Kolar i Ines Leskovar. Dodatne su dorade nakon nekoliko godina rezultirale mrežnim prikazom dovoljno zrelim za pripremu prve zaokružene biografske knjige o Vilimu Felleru.

[8] Vilim Feller bio je najmlađi od osmero braće, a imao je i četiri sestre, od kojih su dvije preminule vrlo mlade.

[9] Njihova je majka Eva Zdenković r. Feller kći Ferdinanda Fellera, najstarijeg Vilimova brata. Ferdinand je autor onog lijepo zvjezdastog slova *G* u nazivu *Ghetaldus* (optička industrija) u Zagrebu.

[10] Vilimov otac Eugen Viktor Feller važan je za povijest farmaceutske industrije i ljekarništva u Hrvatskoj.



Sl. 5.: Naslovnica monografije o Vilimu Felleru (Zagreb, 1906. − New York, 1970.), najvećem hrvatskom matematičaru u povijesti, objavljene 2011. u Zagrebu.

Godine 2011. prijedlog prof. Zvonka Benčića ostvaren je objavljivanjem moje dvojezične (hrvatsko – engleske) monografije *Vilim Feller, istaknuti hrvatsko – američki matematičar / William Feller, distinguished Croatian – American Mathematician*, u izdanju poduzeća Graphis iz Zagreba. U pripremi knjige dobio sam veliku i nesebičnu stručnu pomoć od pok. akademika Sibe Mardešića i kolege prof. dr. Hrvoja Šikića s Matematičkog odsjeka PMF-a, a potporu je dala i tadašnja uprava FER-a na čelu s prof. dr. Nedjeljkom Perićem, što se odrazilo i na naslovnici knjige. Na taj su način moje prvobitne tri rečenice o Felleru, objavljene 1992. u publikaciji o ETF-u, evoluirale u knjigu od 140 stranica.

Ovdje bih naglasio da je Vilim Feller jedini hrvatski znanstvenik u SAD-u koji je od američkog predsjednika dobio Nacionalnu medalju za znanost (National Medal of Science ili Presidential Award). Evo imena znanstvenika koji prethode Felleru za područje matematike i informatike:

1. Wiener, Norbert, Massachusetts Institute of Technology,1963.
2. Lefschetz, Solomon, Princeton University, 1964.
3. Morse, H. Marston, Institute for Advanced Study,1964.
4. Zariski, Oscar, Harvard University,1965.
5. Milnor, John W., Princeton University,1966.
6. Cohen, Paul J., Stanford University,1967.
7. Neyman, Jerzy, University of California, Berkeley, 1968.
8. **Feller, William**, Princeton University,1969.

Zanimljivo je da je među kasnijim dobitnicima te nagrade bio i već spomenuti američki znanstvenik Donald Knuth:

9. Brauer, Richard D., Harvard University, 1970.
10. Tukey, John Wilder, Princeton University, 1973.
11. Gödel, Kurt, Institute for Advanced Study, 1974.
12. Backus, John W., IBM San Jose Research Lab, 1975.
13. Chern, Shiing-shen, University of California, Berkeley, 1975.
14. Dantzig, George B., Stanford University, 1975.
15. Friedrichs, Kurt Otto, New York University, 1976.
16. Whitney, Hassler, Institute for Advanced Study, 1976.
17. Doob, Joseph L., University of Illinois, 1979.
18. **Knuth, Donald E.**, Stanford University, 1979.

U osobito ugodnoj uspomeni ostalo mi je predstavljanje knjige o Felleru održano 2011. godine u dupkom punoj Sivoj vijećnici FER-a, u nazočnosti tadašnjeg dekana prof. Nedjeljka Perića, kao i dvojice predstavljača knjige – akad. Sibe Mardešića i profesora Hrvoja Šikića s Matematičkog odsjeka PMF-a. Predstavljanju su također nazočili dr. sc. Ognjen Kraus, predsjednik Židovske općine u Zagrebu[11], gđa Marta i Nikola Zdenković te mnogi drugi kolege i prijatelji. Predstavljanje su otvorili dekan FER-a prof. dr. sc. Nedjeljko Perić i predstojnica Zavoda za primijenjenu matematiku FER-a prof. dr. sc. Vesna Županović. S nekoliko prekrasnih kratkih klavirskih izvedaba u predstavljanje knjige uvela nas je mlada pijanistica Tamara Gal[12], tad studentica Muzičke akademije u Zagrebu, koja se prije nastupa obratila skupu s nekoliko nadahnutih misli o dubokoj vezi između glazbe i matematike. Osobito je lijepo bilo neformalno druženje nakon predstavljanja knjige, uz izvrsne kolače koje je pripremila gđa Marta Zdenković. Predstavljanju je nazočio čak i tadašnji gradonačelnik Donje Stubi-

[11] Naime, Vilim Feller po svojem djedu Davidu Felleru ima židovske korijene.

[12] Do pijanističkog nastupa Tamare Gal došlo je na prijedlog prof. Zvonka Benčića i posredovanjem kolegice Snježane Božić.

ce, u kojoj je nekad djelovala tvornica Eugena Viktora Fellera, znamenita širom svijeta po svojem proizvodu *Elsa Fluid*.

Vjerujem da je objavljivanje knjige o Vilimu Felleru pridonijelo odluci da glavni trg u Donjoj Stubici, na kojem se nalaze župna crkva i spomenuta tvornica (planira se pretvoriti u muzej), bude imenovan po njegovu ocu Eugenu Viktoru Felleru. Još jedan, meni vrlo zanimljiv rezultat objavljivanja mrežnog prikaza o Vilimu Felleru kao i same knjige, jest imenovanje jedne od zagrebačkih ulica po Vilimu Felleru (u naselju Sloboština), a na prijedlog publicista i aktivista Saše Šimprage. Premda je riječ o slijepoj ulici koja (zasad) nema niti jedne kuće, držim to lijepim uspjehom. Točnije, u Sloboštini cijela četvrt ima nazive ulica po raznim hrvatskim matematičarima, a najistaknutiji među njima posljednji je dobio svoju! Koliko mi je poznato, Vilimov otac Eugen Viktor Feller u Zagrebu još nema svoju ulicu iako to nedvojbeno zaslužuje.

Gospođa Marta Zdenković je tijekom naših susreta i razgovora primijetila neke netočnosti u biografskom prikazu o Williamu Felleru, objavljenom u uglednoj Matematičkoj internetskoj enciklopediji na Sveučilištu St. Andrews u istoimenom gradu u Škotskoj (*MacTutor History of Mathematics Archive*). Javio sam se e-porukom dvojici autora tog golemog arhiva (to su profesori John J. O'Connor i Edmund F. Robertson), koji su nakon provjera iznenađujuće brzo (u samo mjesec i pol dana) reagirali i unijeli predložene ispravke. Štoviše, na vlastitu su inicijativu stavili poveznicu na vrlo opsežan mrežni prikaz o njemu na engleskom jeziku; vidi (Žubrinić, 2006.) i (MacTutor).

Fellerova dvosveščana monografija iz teorije vjerojatnosti prevedena je s engleskog na ruski, mađarski, kastiljski[13], kineski, poljski i mađarski. Oko šest godina nakon objavljivanja moje knjige doznao sam da je Fellerova monografija prevedena još dosta davno i na japanski jezik. U pronalaženju japanskog prijevoda pomogao mi je profesor Satoshi Tanaka sa Sveučilišta u Okayami, kojeg sam upoznao zahvaljujući kolegi Mervanu Pašiću.

Iz osobne komunkacije s dr. Benjaminom Weissom, Fellerovim doktorandom (sad u Haifi), doznao sam da je 1960-ih godina Feller (u to vrijeme profesor na prestižnom Sveučilištu u Princetonu), bio jedan od savjetnika IBM-ova istraživačkog centra za razvoj. IBM-ov interni časopis *Scientific Research* objavio je 1969. iznimno zanimljiv intervju s Fellerom o zloporabama u statistici, koji bi vrijedilo prevesti na hrvatski jezik. O Vilimu Felleru je povodom njegove smrti 1970. vrlo lijep članak, objavljen u *Glasniku matematičkom*, napisao prof. Vladimir Vranić, koji spominje da su se dopisivali na hrvatskom jeziku do konca njegova života, pa čak i u godini njegove smrti. Vladimir Vranić je mladom Felleru, tijekom studija matematike od 1923. do 1925. na Mudroslovnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, predavao kolegij Uvod u teoriju realnih

[13] Kastiljski je jedan od četiriju službenih jezika Španjolskoj, uz katalonski, galjego (tj. galicijski) i baskijski.

funkcija. Kontaktirao sam s Vranićevim sinom akademikom Mladenom Vranićem, istaknutim hrvatskim znanstvenikom u Kanadi[14] i upitao je li što od te prepiske sačuvano. Njegov je odgovor bio negativan, ali poštom mi je poslao oveći portret Vilima Fellera, dotad nepoznat, meni jedan od najljepših.

Profesor Zoran Vondraček s Matematičkog odsjeka PMF-a je zajedno s dvojicom svojih kolega, Renéom L. Schillingom iz Njemačke i Wojborom A. Woyczyńskim iz SAD-a, priredio sabrana djela (*William Feller Selected Papers* I, II, 2014. i 2015.), u dvama opsežnim svescima (svaki po oko 800 str.). Obje su knjige priređene s pomoću LaTeX-a i objavljene kod uglednog izdavača Springer. Za te informacije zahvaljujem pok. akad. Sibi Mardešiću.[15]

6. Monografija s Michelom L. Lapidusom i Goranom Radunovićem u izdanju Springera

Tijekom druge polovine 1990-ih na temelju izvrsnog prijedloga prof. Mervana Pašića naši su znanstveni interesi uključili i fraktalnu geometriju, u prvom redu *box* dimenziju (ili Minkowskijevu dimenziju) i Hausdorffovu dimenziju. Jako sam zahvalan kolegi Pašiću na sugestiji da uđemo u nama potpuno novo područje matematike, jer je to rezultiralo lijepim brojem znanstvenih radova iz primjena fraktalne geometrije u diferencijalnim jednadžbama i dinamičkim sustavima. Ta je Pašićeva sugestija dovela do plodne znanstvene suradnje većeg broja kolegica i kolega na Zavodu za primijenjenu matematiku, uz mnoštvo referata na znanstvenim seminarima i međunarodnim konferencijama. U tom je području na FER-u obranjeno nekoliko doktorskih disertacija.

Jedan od meni vrlo zanimljivih smjerova istraživanja ostvaren je pozivom prof. dr. sc. Vesne Županović (početkom 2000-ih godina), da se fraktalnom analizom pokušaju proučiti neke pojave u teoriji dinamičkih sustava. Naši zajednički radovi, objavljeni u vrlo kvalitetnim međunarodnim znanstvenim publikacijama (u prvom redu u Francuskoj i u Belgiji), doveli su do poziva kolegici Županović[16] da priredi pregledni članak pod naslovom Fractal dimensions in dynamics, za potrebe novoutemeljene, vrlo ambiciozne i opsežne petosveščane *Enciklopedije matematičke fizike* (*Encyclopedia of Mathematical Physics*, Oxford, Elsevier, 2006.). Taj smo pregledni rad zajedno pripremili za oko pola

[14] Akad. Mladen Vranić ekspert je za dijabetes, jedan od vodećih u svijetu.

[15] Akad. Sibe Mardešić autor je zanimljive autobiografske knjige *Kako sam postao i ostao matematičar*, objavljene 2016. u Zagrebu, koju je priredio uporabom LaTeX-a.

[16] Poziv joj je uputio francuski matematičar Jean-Pierre Françoise, zaposlen na Université Pierre et Marie Curie u Parizu, jedan od trojice glavnih urednika planirane *Enciklopedije matematičke fizike*, ekspert u području dinamičkih sustava.

godine, a objavljen je u drugom svesku te enciklopedije (na str. 394 – 402). Zanimljivo da je naš članak u toj enciklopediji klasificiran (na naše ugodno iznenađenje) u područje fizike, a ne matematike. Naravno, svi su članci prireñeni uporabom LaTeX-a.

U zajedničkom radu koji smo kolegica Županović i ja imali čast objaviti u uglednom francuskom časopisu *Bulletin des sciences mathématiques*, anonimni recenzent našeg članka sam se otkrio na vrlo neobičan način. Naime, u svojoj je recenziji među inim zamolio da u naš zapis njegova prezimena (koje se pojavljivalo u našem članku na nekoliko mjesta) bude stavljen ispravan francuski akcent. Bio je to francuski matematičar Michel Mendès France.

Sjećam se neobične zgode s jednim mojim radom na temu fraktalne analize, dosta opsežnim (40 str.), koji sam poslao u američki časopis *Real Analysis Exchange*. Postupak recenzije otegnuo se na čak dvije i pol godine pa sam odlučio osobno s našeg Zavoda za primijenjenu matematiku FER-a nazvati telefonom prof. Richarda Daniela Mauldina, glavnog urednika tog časopisa. Tadašnja tajnica ZPM-a gña Zdenka Komerički otipkala mi je izlazni broj za telefonski razgovor s SAD-om, i na moje iznenađenje, prof. Mauldina sam s druge strane zemaljske kugle dobio otprve. Predstavio sam se i objasnio mu da je moj članak neuobičajeno dugo na recenziji te da sam ga odlučio povući. Prof. Mauldin me je, uz ispriku, odmah zamolio da se strpim još mjesec ili dva, jer da je na recenziji kod jednog vrlo istaknutog stručnjaka, koji ima enormnu međunarodnu suradnju, te da je kašnjenje rezultat njegove prezauzetosti. Složio sam se s njegovim prijedlogom. I doista, za oko mjesec i pol dana stigla je vrlo opsežna recenzija, s pozitivnim mišljenjem, ali uz uvjet da sve primjedbe (navedene na nekoliko stranica) budu uzete u obzir, ili ako se ne slažem, da objasnim zašto se ne slažem.

U to sam vrijeme doznao za ime Michela L. Lapidusa, profesora na University of California, Riverside, istaknutog međunarodnog stručnjaka za Feynmanove integrale i fraktalnu analizu, inače rodom Francuza, koji je doktorirao s državnim doktoratom u Parizu. Odlučio sam mu poslati svoj netom objavljen članak, a od njega sam kroz kratko vrijeme zauzvrat poštom dobio čak četiri velike pošiljke s ukupno više od sto njegovih objavljenih radova. Nakon nekoliko razmijenjenih poruka e-poštom, prof. Lapidus obavijestio me je da u SAD-u planira uskoro organizirati međunarodnu matematičku konferenciju pod okriljem Američkog matematičkog društva, koja pokriva i fraktalnu analizu, s pozivom da se prijavim. Ja sam mu odgovorio da bih mogao sudjelovati s predavanjem na daljinu, koje bih mogao održati iz telekonferencijske dvorane na FER-u u Zagrebu. Profesor Lapidus glatko je odbio takvu mogućnost.

Nekoliko godina kasnije osobno smo se sreli, najprije na Sveučilištu Taormina na Siciliji, a nakon toga 2009. i na Sveučilištu u Cataniji na istom otoku. Na Sveučilištu u Cataniji nekoliko sam godina bio gost na osobni poziv prof.

Francesca Nicolosija[17], kao pozvani predavač na njegovu doktorskom studiju. Tom sam prigodom imao čast održati šest dvosatnih predavanja za grupu od desetak doktoranda i suradnika profesora Nicolosija. Neću nikad zaboraviti telefonski poziv prof. Nicolosija u moju radnu sobu na FER-u, kad me zamolio bih li mogao doći kod njega za dva tjedna. Nakon mojeg potvrdnog odgovora, idućeg me dana ponovno nazvao telefonom i upitao bih li mogao biti spreman doći u Cataniju za tjedan dana. Uz kratko razmišljanje, odgovorio sam i na to potvrdno. Nakon pola sata ponovno je nazvao i rekao da očekuje da će moja predavanja biti održana bez ikakvih prozirnica (folija) ili računalnih alata, nego samo uporabom krede i ploče![18] Tom sam prigodom vrlo detaljno, do u najsitnije pojedinosti, tijekom šest dvosatnih predavanja (uz mnoštvo popratnih pitanja, te uz naknadne diskusije), referirao o zajedničkom opsežnom radu koji je nekoliko godina prije potaknuo prof. dr. sc. Mervan Pašić, u kojem je osim mene suradnik bio i izv. prof. dr. sc. Luka Korkut.[19]

Odmah nakon mojeg plenarnog 40-minutnog predavanja održanog 2009. godine, također na Sveučilištu u Cataniji, taj put o singularnim dimenzijama prostora funkcija i klasa slabih rješenja p-Laplaceovih jednačaba (kao i o maksimalno singularnim funkcijama u prostorima Soboljeva), profesor Michel Lapidus prišao mi je i predložio suradnju. Naime, tijekom mojeg predavanja, vidjevši neke od prikazanih integrala, došao je na ideju za uvođenje nove klase zeta funkcija, kojom bi se teorija fraktalnih struna (na kojoj je tijekom prethodnih petnaestak godina intenzivno radio, zajedno s mnoštvom suradnika širom svijeta), mogla prenijeti na višedimenzionalni slučaj. Naš zajednički rad, kojem se uskoro pridružio i znanstveni novak na FER-u Goran Radunović, rezultirao je nakon osam godina objavljivanjem zajedničke knjige (Lapidus et al.) u Springeru, u uglednoj seriji Springer Monographs in Mathematics, na gotovo 700 stranica. U prvom razdoblju imali smo viziju da će rezultat naše suradnje biti

[17]Profesor Francesco Nicolosi bio je voditelj organizacije goleme međunarodne konferencije *Third World Congress of Non-Linear Analysts – Catania*, Italy, 19–26 July 2000., na kojoj je sudjelovalo oko 1200 eksperata iz cijelog svijeta, među njima i američki nobelovac John Nash (koji je u jednom od svojih najznamenitijih radova iz 1956. godine citirao istaknutog hrvatskog matematičara akad. Danila Blanušu). Na toj sam konferenciji imao čast prvi put sresti prof. Nicolosija, koji se zainteresirao za naš rad u Zagrebu u tolikoj mjeri da me pozvao na primanje najužeg kruga od pedesetak uzvanika, uz uvjet da moram imati kravatu i odijelo ili sako (koje sam onda posudio od jednog njegova mlađeg kolege).

[18]Moram spomenuti još jedan doista neuobičajen uvjet prof. Nicolosija, a to je da na predavanju na njegovu doktorskom studiju moram obvezno nositi kravatu uz odijelo, ili barem uz sako. Budući da mi je prtljaga za Cataniju kasnila avionom jedan dan, morao sam prvo predavanje održati u sakou i kravati koje sam posudio od njegova mlađeg kolege.

[19]Ostao mi je u živom sjećanju slučaj kad sam s prof. Nicolosijem ušao u knjižnicu Fakulteta matematike i informatike u Cataniji, gdje je on nekad bio i dekan. Budući da smo u knjižnici (punoj studenata koji su u tišini učili) razmjerno glasno razgovarali, do nas je dotrčao knjižničar s kažiprstom na usnama i upozoravajućim pogledom. Od tog smo časa u knjižnici prof. Nicolosi i ja razgovarali samo šaptom.

opširniji članak. Međutim, kad je članak nakon oko dvije godine rada opsegom prešao sto stranica, dobili smo e-poštom vrlo kratak upit prof. Lapidusa *Shall we stop somewhere*? (Hoćemo li negdje stati?)

Bilo je i dramatičnih trenutaka. Ne bih ovdje opisivao one koji su bili matematičkog sadržaja. Spomenut ću samo da mi se u jednom trenutku golema LaTeX-datoteka s petim poglavljem naše knjige, opsega više od sto stranica, pojavila na ekranu računala potpuno ispražnjena, puna nekakvih čudnih kvadratića. Sva je sreća što sam imao spremljenu staru inačicu tog poglavlja na sigurnom mjestu, koja je sadržavala materijal od samo nekoliko dana prije.

Knjiga je tijekom svih tih godina pripremana uporabom LaTeX-a, zadnje dvije godine uz tehničku podršku osoblja u Springeru, jer su bile potrebne odgovarajuće prilagodbe Springerovu tipografskom stilu. Kolega Radunović došao je tijekom pripreme knjige do vrijednih izvornih rezultata na temelju kojih je nastala i njegova doktorska disertacija, obranjena 2015. godine pod mentorstvom preostale dvojice autora. Bilo nam je iznimno drago kad je prof. Lapidus doputovao u Zagreb kao član komisije za obranu. Uglednog je gosta u ime uprave FER-a vrlo lijepo primio izv. prof. dr. sc. Gordan Gledec, tad prodekan za znanost na FER-u, te u kratkom 20-minutnom izlaganju zanimljivo opisao osnovno o Sveučilištu u Zagrebu i o našem fakultetu. Nakon toga posjetili smo Botanički vrt, koji se nalazi nedaleko od FER-a. Iako je padala sitna kišica, prof. Lapidus zainteresirano je obišao cijeli vrt. Imali smo vrlo kompetentnog vodiča (biologa zaposlenog na PMF-u Sveučilišta u Zagrebu), koji nam je izvrsno opisao posebnosti Botaničkog vrta. Rječ je o pravom biseru Sveučilišta u Zagrebu i cijelog grada. Meni je bila velika novost da je Botanički vrt u Zagrebu zapravo Sveučilišni botanički vrt, utemeljen još davne 1889. u suradnji s tadašnjom gradskom upravom.

Nakon uspješne obrane doktorata i svečanog ručka na koji nas je pozvao Goran, kolegica Vesna Županović predložila je malo kružno putovanje njezinim autom po Zagrebu. Došli smo među inim predvečer do Mirogoja, gdje smo se na moj prijedlog zaustavili. Nakon ulaska u Mirogoj prof. Lapidus je zastao i samo kratko prokomentirao: “Pa ovo je ljepše nego Père Lachaise!”[20] Od glavnog ulaza smo zatim skrenuli lijevo duž arkada do grobnice obitelji Feller, gdje je u bijelom mramoru uklesano i ime Vilima Fellera. Naravno, Michel je znao za Fellera još iz svojih studentskih dana u Parizu, ali nije znao da je rodom iz Zagreba te da je u Zagrebu i počeo studij matematike. Fellerove knjige i pojedine radove Lapidus je citirao u mnogim od svojih publikacija. Odšetali smo i do židovskog dijela Mirogoja (to je onaj dio Mirogoja koji je najbliži Institutu *Ruđer Bošković*). Spustivši se autom do Zvijezde, Vesna nas je odvezla do

[20] Père Lachaise glavno je i najveće gradsko groblje u Parizu.

Jurjevske ulice, gdje smo došli do znamenite vile Eugena Viktora Fellera (na broju 31a), dovršene 1913. za njegovu veliku obitelj s dvanaestero djece (osmero sinova i četiri kćeri, od kojih su dvije preminule vrlo mlade). Danas u toj zgradi živi petnaest obitelji. Profesor Lapidus idućeg je dana bio gost Hrvatskog matematičkog društva, gdje je na njegovu kolokviju održao šezdesetminutno pregledno predavanje o svojem znanstvenom radu zadnjih tridesetak godina, spomenuvši i zajednički rad s dvojicom zagrebačkih kolega prethodnih osam godina. Predavanje je bilo dobro posjećeno. Profesor Lapidus ima enormnu međunarodnu znanstvenu suradnju, što se može vidjeti iz Lapidus, Homepage.

Zanimljivo da je rad na našoj zajedničkoj monografiji rezultirao još jednim doktoratom, obranjenim na University of California, Riverside, pod mentorstvom profesora Lapidusa. Smatram potrebnim naglasiti da je on često u kontaktu sa svojim rabinom te da jednom tjedno pomaže čistiti stolove u restoranu za siromašne. Kaže da među siromasima nailazi na vrlo zanimljive i produhovljene osobe. S druge strane, tijekom konferencije održane 2011. u gradu Messini[21], prof. Lapidus je zajedno s prof. Nicolosijem dobio uglednu talijansku nagradu za međunarodnu znanstvenu suradnju[22], a ceremoniju je prenosila i talijanska televizija. Organizatori konferencije u Messini bili su profesori Francesco Nicolosi i Michel Lapidus, a naša mala grupa s FER-a iz Zagreba (u sastavu dr. sc. Maja Resman, dr. sc. Goran Radunović, prof. dr. sc. Mervan Pašić[23] i autor ovih redaka), imala je osiguran besplatan jednotjedni boravak.

Rad na spomenutoj knjizi zajedno s prof. Lapidusom i dr. sc. Radunovićem uvjerio me da se i u Zagrebu može vrlo kvalitetno raditi. S prof. Lapidusom sam se tijekom osmogodišnjeg rada na našoj monografiji osobno sreo samo dvaput. Ali, imao sam osjećaj kao da je u susjednoj sobi.

7. Jupyter

Jedan od fascinantnih smjerova u razvoju LaTeX-a očituje se u njegovoj simbiozi s različitim programskim jezicima, u prvom redu Pythonom (ali i s pedesetak drugih), te s HTML-om. Odgovarajući alat poznat je pod nazivom Jupyter. To je idealno sredstvo s pomoću kojeg se ulazi istodobno u svijet LaTeX-a i u svijet programiranja, s velikim mogućnostima suradnje više osoba ili timova pa nije čudno da je zadnjih godina postao toliko raširen u svijetu.

[21] U tom gradu na Siciliji nekad je bilo i diplomatsko predstavništvo Dubrovačke Republike.

[22] Anassilaos International Prize 2011 “Renato Calapso”.

[23] Profesor Francesco Nicolosi imao je problem zapamtiti ime kolege Pašića pa je Mervan izgovarao kao Marvin (vjerojatno prema američkom glumcu Leeju Marvinu). Svi smo to prihvatili sa simpatijama i smješkom, uključujući i Mervana.

Zahvaljujem prof. Mariju Essertu na prvoj informaciji o Jupyteru. Alati razvijeni s pomoću Jupytera za potrebe studenata iznimno su zanimljivi i korisni jer omogućavaju vlastito eksperimentiranje s visokim stupnjem interaktivnosti, vidi (Jupyter).

Važnu ulogu pritom ima MathJax, koji omogućuje prikaz matematičkih formula pisanih u LaTeX-u vrhunske estetske razine u bilo kojem *browseru*[24], a što je dugo bio velik problem. Formule se u HTML-dokument unose jednako kao i u LaTeX. Zanimljivo da je član Tehničke komisije za razvoj MathJax-a i jedan ekspert podrijetlom iz Hrvatske, dr. sc. Marko Obrovac[25], vidi (MathJax).

Jedna je od najpoznatijih konstanti u matematici znameniti Eulerov broj ‘e’ (približna mu je vrijednost 2,718). U kolegiju Matematika 1 za brucoše na FER-u (kao i širom svijeta), taj se broj definira kao limes poznatog niza čiji su članovi n-te potencije broja $1 + 1/n$, gdje je n prirodan broj. Eksperimentirajući s Jupyterom (zapravo Pythonom), iznenadilo me kako spomenuti niz sporo konvergira prema Eulerovu broju ‘e’. O tome sam s dr. sc. Željkom Hanjšom pripremio članak za *Matematičko-fizički list*, namijenjen srednjoškolcima, koji bi trebao biti objavljen ove (2019.) godine. Časopis se tehnički priprema uporabom LaTeX-a, a završna dorada obavlja se u poduzeću *Element*, vidi (Hanjš, Žubrinić).

Posebno me u Jupyteru obradovala mogućnost vrlo efektne dinamičke vizualizacije eksponencijalne funkcije, približavanjem prema ishodištu i udaljavanjem od njega. Naime, u knjigama i priručnicima graf eksponencijalne funkcije obično se prikazuje samo u blizini ishodišta koordinatnog sustava, čime dobivamo sliku najnetipičnijeg dijela njezina grafa. Od profesora Zvonka Benčića doznao sam da se taj dio grafa (gdje eksponencijalna funkcija ima najveću zakrivljenost), u inženjerskim krugovima zove “koljeno”. Više pojedinosti može se vidjeti u (Žubrinić, 2018.).

8. Normizacija matematičkih oznaka

Knuthov tipografski sustav TeX uveo je potpuno nove, vrlo visoke estetske kriterije u matematičku publicistiku, koje su za *Word* nedostižne. Naravno, uveo je (pa i nametnuo), matematičke oznake koje nisu svuda uobičajene, iako sustav omogućuje visoku fleksibilnost i različite prilagodbe. To se odnosi, na primjer,

[24] program za pregledavanje podataka

[25] Marko Obrovac, rodom iz Rovinja, 2008. godine diplomirao je računalne znanosti na FER-u u Zagrebu, a 2013. doktorirao na institutu INRIA Rennes u Francuskoj. Moram se pohvaliti da je kao student kod mene slušao kolegij Linearna algebra.

na uporabu decimalne točke umjesto decimalnog zareza. U pogledu matematičkih oznaka, na Sveučilištu u Zagrebu (pa i na našem FER-u), postoji veliko šarenilo. Običaji pojedinih profesora u matematičkom označavanju ne slijede uvijek preporuke Hrvatskog ureda za normizaciju. Čini se da mnogi hrvatski znanstvenici niti ne znaju za postojanje tog Ureda.

Skup prirodnih brojeva **N** prema spomenutom Uredu počinje nulom, a ne jedinicom. Radi se o odredbi prenesenoj iz EU-a. Nije mi poznato da itko u Hrvatskoj slijedi (ili da je ikad slijedio) taj naputak našeg Ureda za normizaciju. Izgleda da se na taj način skup prirodnih brojeva **N** definira jedino u Francuskoj. Oznaka za funkciju tangens u Hrvatskoj je svuda i oduvijek 'tg', ali kod Knutha i u većini zemalja EU-a (kao i u svijetu), uobičajena je oznaka 'tan'. To je više rezultat običaja u Hrvatskoj, koji se zadržao vjerojatno još iz XIX. stoljeća, od vremena Austro-Ugarske. Još 1990-ih godina Njemačka je napustila oznaku 'tg' za tangens u korist 'tan'.

Zanimljivo da je prof. dr. sc. Marije Kiseljak, prvi predstojnik Zavoda za primijenjenu matematiku Visoke tehničke škole u Zagrebu, utemeljene 1919. godine, rabio oznaku 'tg' za tangens kao i danas, ali oznaku 'cot' za kotangens (a ne 'ctg', kao danas). To se može vidjeti u njegovu šapirografiranom rukopisnom *Repetitoriju diferencijalnoga i integralnoga računa*, objavljenom godine 1925. u Zagrebu. Oznaku 'cot' za kotangens (kakvu je rabio i prof. Marije Kiseljak još 1919.), preporučuje i današnji Ured za normizaciju, a nalazi se među osnovnim funkcijama i u TeX-u.

Funkcija sinus hiperbolički u Hrvatskoj ima kratku i vrlo zgodnu oznaku 'sh' (rabio ju je i prof. Marije Kiseljak), dok je oznaka u TeX-u, kao i u većini zemalja EU-a, puno dulja: 'sinh'. Preporučuje se pisanje konstanata uspravnim slovima (na primjer 'e' za Eulerov broj, a ne 'e', ili 'π' za Ludolphov broj, a ne 'π').Također se preporučuje da oznake operatora i diferencijala u derivacijama i integralima budu pisane uspravno (dakle 'dx', a ne 'dx').

9. Stota obljetnica Zavoda za primijenjenu matematiku FER-a

Donosimo popis svih dosadašnjih predstojnika Zavoda za primijenjenu matematiku FER-a u razdoblju od proteklih sto godina:[26]

1. **1919.** − 1925., prof. dr. sc. Marije Kiseljak
2. 1925. − 1949., prof. dr. sc. Željko Marković
3. 1949. − 1975., prof. dr. sc. Danilo Blanuša
4. 1975. − 1976., izv. prof. dr. sc. Dimitrije Ugrin-Šparac

[26]Titule predstojnika ZPM-a odnose se na stanje u naznačenim vremenskim intervalima.

5. 1976. − 1978., doc. dr. sc. Petar Javor
6. 1978. − 1982., Alfred Žepić, viši predavač
7. 1982. − 1984., doc. dr. sc. Petar Javor
8. 1984. − 1988., prof. dr. sc. Alfred Žepić
9. 1988. − 1990., doc. dr. sc. Petar Javor
10. 1990. − 1994., izv. prof. dr. sc. Neven Elezović
11. 1994. − 1996., prof. dr. sc. Alfred Žepić
12. 1996. − 2000., prof. dr. sc. Neven Elezović
13. 2000. − 2004., doc. dr. sc. Luka Korkut
14. 2004. − 2008., izv. prof. dr. sc. Mario-Osvin Pavčević
15. 2008. − 2012., prof. dr. sc. Vesna Županović
16. 2012. − 2016., izv. prof. dr. sc. Ilko Brnetić
17. 2016. − **2019.**, izv. prof. dr. sc. Tomislav Šikić.

To stogodišnje razdoblje možemo ugrubo podijeliti u dva dijela: na razdoblje prije uporabe TeX-a na ZPM-u (od 1919. do 1988., oko 70 godina) i razdoblje nakon toga. Uporaba TeX-a autorima je omogućila potpunu kontrolu nad organizacijom matematičkog teksta, u svim pojedinostima. Na ZPM-u su se tek s pojavom TeX-a mogli za studente FER-a pripremati priručnici i knjige visoke estetske razine. To se, naravno, odnosi i na znanstvene članke i knjige. Vrijedi primijetiti da su Željko Marković i Danilo Blanuša bili predstojnici ZPM-a tijekom čak četvrt stoljeća svaki. Prva trojica na popisu (Kiseljak, Marković i Blanuša) bili su predstojnici ZPM-a ukupno tijekom prvih 56 godina, tj. više od pola stoljeća.

Zainteresirane čitatelje upućujemo na zgusnut i vrlo sadržajan prikaz povijesti ZPM-a od 1919. do 2009., koji je povodom 90. obljetnice Zavoda pripremio prof. dr. Ivan Ivanšić. Pogledajte članak (Ivanšić), pripremljen s pomoću LaTeX-a. Profesor Ivanšić voli se pohvaliti da je osobno poznavao sve dosadašnje predstojnike ZPM-a, osim prvog, u zadnjih sto godina. Ja sam, kao i kolega Neven Elezović, imao čast osobno poznavati sve predstojnike ZPM-a osim prve dvojice.

Budući da je ovaj članak pripremljen uporabom *Worda*, a ne LaTeX-a, vrlo malo smo mogli pokazati od svakojakih čuda koje nudi TeX, a pred kojima je *Word* potpuno bespomoćan. Već i sama oznaka TeX (kao i LaTeX) ovdje je, pisanjem u *Wordu*, zapravo jako daleko od onoga što se prikazuje tim alatom. Pogledajte sliku 1. na početku članka. Putem ključnih riječi *tex* ili *latex* ili Donald Knuth moguće je pronaći brojne izvore dostupne putem interneta. Onima koji imaju želju bolje upoznati matematičku tipografiju preporučujemo da si na računalu instaliraju MikTeX, koji je dostupan besplatno.

Literatura

[1] CTAN − Comprehensive TEX Archive Network, https://ctan.org/ (pristupljeno travnja 2019.)

[2] ELEMENT d.o.o. za nakladništvo, https://element.hr/ (pristupljeno travnja 2019.)

[3] Ž. Hanjš, D. Žubrinić, O Eulerovu broju e i odgovarajućoj eksponencijalnoj i logaritamskoj funkciji, *Matematičko-fizički list*, LXX (2019. – 2020.), pripremljeno za tisak

[4] I. Ivanšić, 90 godina Zavoda za primijenjenu matematiku FER-a u Zagrebu*, Glas. Mat.* Ser. III. 43(63)(2008), 528-541., http://www.croatianhistory.net/mat/zavod_pov/ (pristupljeno travnja 2019.)

[5] Jupyter, https://jupyter.org/ (pristupljeno travnja 2019.)

[6] D. E. Knuth, *Homepage*, https://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/ (pristupljeno travnja 2019.)

[7] M. L. Lapidus, *Homepage*, http://math.ucr.edu/~lapidus/ (pristupljeno travnja 2019.)

[8] M. L. Lapidus, G. Radunović, D. Žubrinić, *Fractal Zeta Funcions and Fractal Drums*, Springer Monographs in Mathematics, 2017.

[9] *MacTutor History of Mathematics*, http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Feller.html, University of St. Andrews, Scotland (pristupljeno travnja 2019.)

[10] MathJax, https://www.mathjax.org/ (pristupljeno travnja 2019.)

[11] D. Žubrinić, Croatian fonts, *TUGboat*, Vol. 17, 1996., No. 1, str. 29–33, http://tug.org/TUGboat/Articles/tb17-1/tb50zubr.pdf (pristupljeno travnja 2019.)

[12] D. Žubrinić, *William Feller*, www.croatianhistory.net/etf/feller.html 2006 (pristupljeno travnja 2019.)

[13] D. Žubrinić, *Vilim Feller, istaknuti hrvatsko-američki matematičar / William Feller, distinguished Croatian-American Mathematician*, Graphis, Zagreb, 2011.

[14] D. Žubrinić, Interaktivni uvod u Matematiku 1 (uporabom Jupytera), www.croatianhistory.net/mat/jupyter/mat1.html (pristupljeno travnja 2019.)

Experiences with Mathematical Typography at the Department of Applied Mathematics of the Faculty of Electrical Engineering and Computing of the University of Zagreb

Darko Žubrinić

Abstract: This article describes some personal experiences at the Department of Applied Mathematics of the Faculty of Electrical Engineering in Zagreb, with a special emphasis on mathematical typography. The basis of modern mathematical typography has been laid down by Professor Donald E. Knuth already in the 1980s, by developing his typographic system globally known under the name of TeX.

Keywords: Department of Applied Mathematics of the FER, Donald E. Knuth, Faculty of Electrical Engineering (ETF), Faculty of Electrical Engineering and Computing (FER), mathematical typography, LaTeX, TeX, Vilim (William) Feller

Isak Karabegović, Husein Pašagić

Razvoj i implementacija višeg i visokog obrazovanja u gradu Bihaću − Bosna i Hercegovina[1]

Sažetak: Više i visoko obrazovanje u gradu Bihaću, odnosno Unsko-sanskom kantonu počinje s osnivanjem odjeljenja Više mašinske škole iz Karlovca 1970. godine. Razvoj višeg obrazovanja se odvijao sve do 1997. godine kada je u gradu Bihaću formiran Univerzitet u Bihaću. Sam razvoj višeg i visokog obrazovanja u gradu Bihaću je rezultat društvenih i privrednih potreba za kadrovskim resursima, znanjem koje je bilo neophodno za razvoj privrednih resursa. Samo visoko obrazovanje ima veliku ulogu u razvoju kako opštem tako i privrednom, kako grada Bihaća tako i ostalih gradova u Unsko-sanskom kantonu. U radu je opisan razvoj i implementacija višeg i visokog obrazovanja u gradu Bihaću Bosne i Hercegovine u periodi 1970. − 2018. godine

Ključne riječi: Bihać, BiH, razvoj, Unsko-sanski kanton, visoko obrazovanje, više obrazovanje

[1] Članak donosimo u izvornoj inačici.

1. Grad Bihać i Unsko-sanski kanton

1.1. Kanton

Unsko-sanski kanton[2] obuhvata područje sjeverozapadnog dijela Bosne i Hercegovine. Po geoprometnom položaju predstavlja regionalnu ekonomsku cjelinu uključujući osam općina: 1. Bihać, 2. Bosansku Krupu, 3. Bosanski Petrovac, 4. Bužim, 5. Cazin, 6. Ključ, 7. Sanski Most i 8. Veliku Kladušu.

Prostor USK-a je granično područje s Republikom Hrvatskom preko koje je komunikacijski dobro povezan s ostalim zemljama na pravcu osnovnih koridora Evropa – Mediteran − Bliski Istok.



Sl. 1.: Geoprometni položaj USK-a



Sl. 2.: Teritorijalna struktura USK-a

Tablica 1.: Struktura USK-a (općine) iz socioekonomske analize

Društveno ekonomski indikatori		
Pokazatelji	**Kvantifikacije**	
	Federacije	**USK-a**
1. Površina u km^2	26.110	4.125 (15,80 %)
2. Ukupno stanovnika (procjena)	2.323.339	304.181 (13,09 %)
3. Procenat zaposlenih od ukupne populacije	16,67 %	9,96 %
4. Prosječni broj zaposlenih u 2003	387.381	31.492
5. GDP per capita u KM*	2.805	2.694

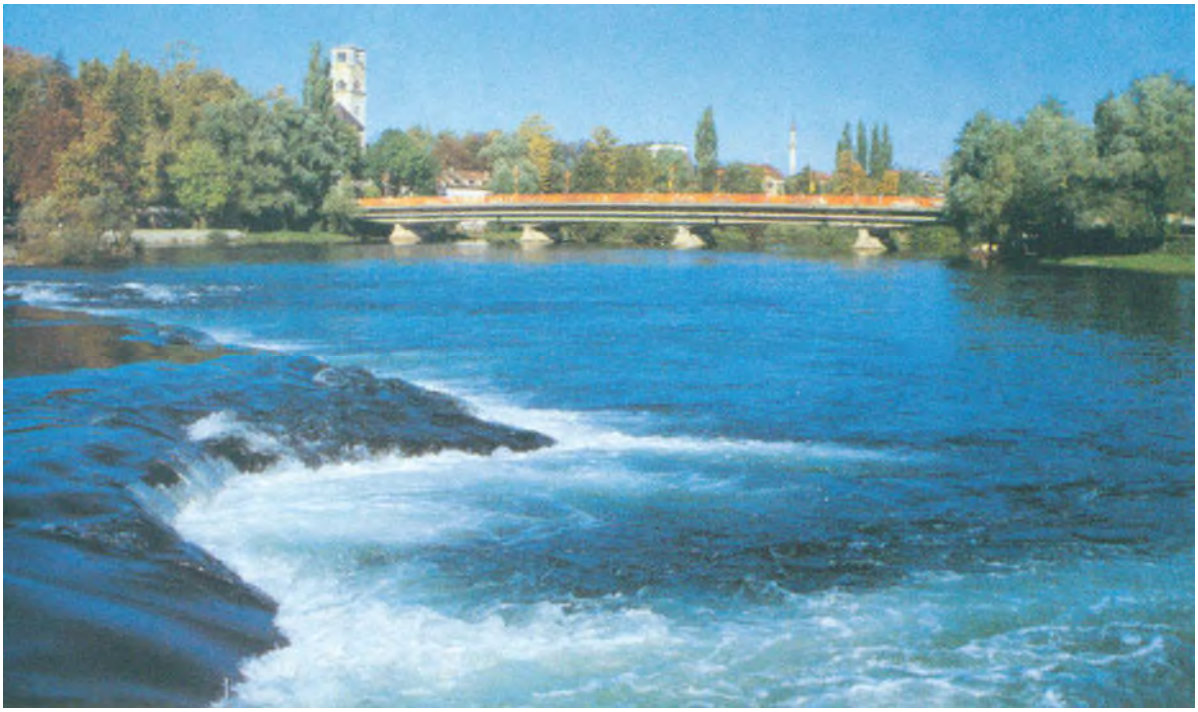
*konvertibilna marka

[2]Kratica: USK

1.2. Bihać

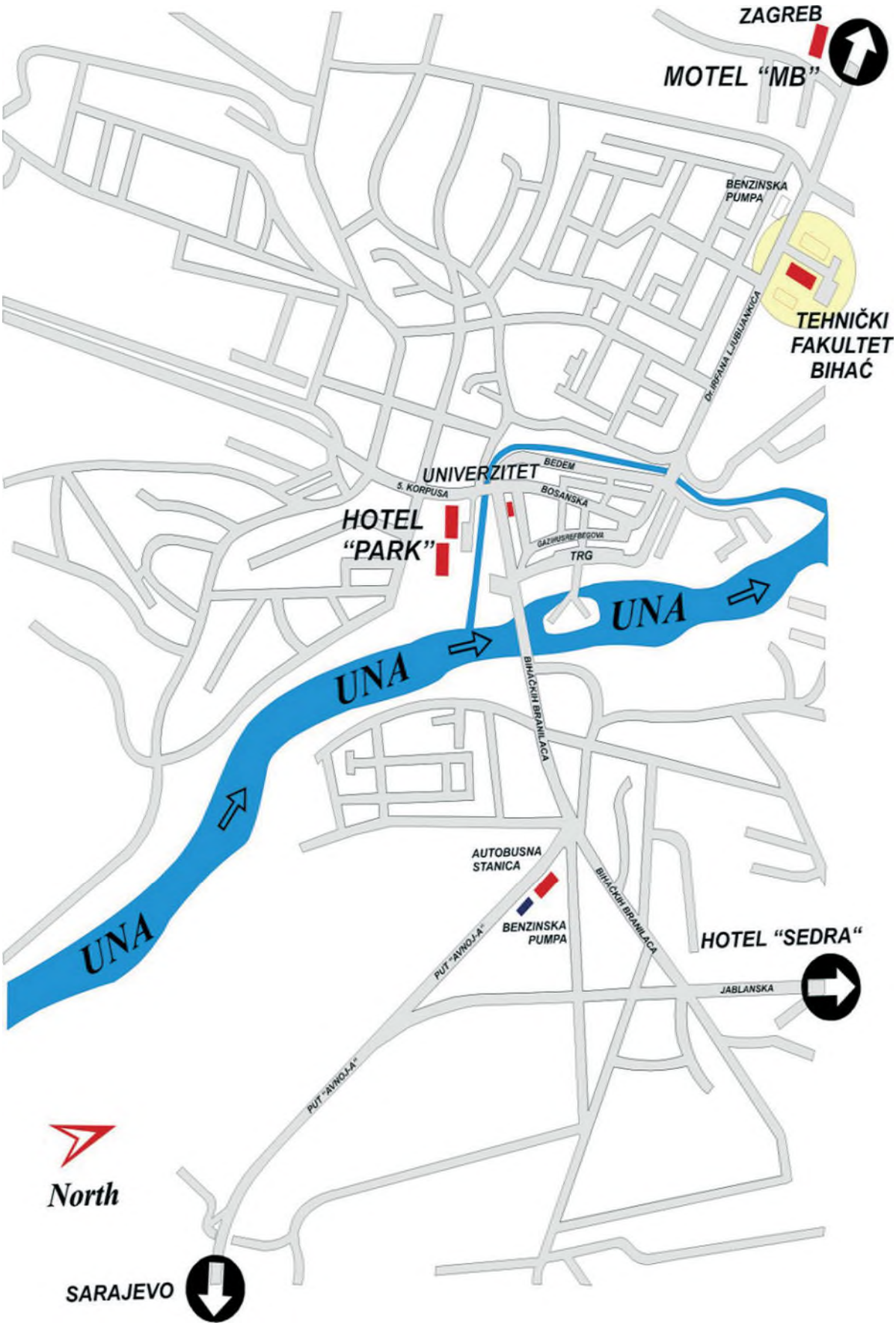
Bihać kao i svaki grad ima svoje karakteristike i posebnosti u prostoru i vremenu. Osim Sarajeva i Jajca ni jedan grad nije povijesno znamenit kao Bihać, kaže najistaknutiji obrađivač o njegovom istorijskom značaju R. Lopašić[3]. Spada među šest najvećih gradova u BiH, a postoji više od sedam stoljeća, a stajao je na granicama svjetova, dijelio ih i spajao. U domovinskom obrambenom ratu Bihać i USK bili su izloženi neprekidnim nasrtajima agresora.

Postratni period Bihaća obilježen je obnovom i nastojanjem da se ostvari što dinamičniji razvoj. Ekonomska osnova i proizvodne snage nisu još na potrebnom nivou, ali se može razvijati i vlastitim kadrovima, koristiti sve prednosti prirodnih i ostalih raspoloživih resursa. Bihać je glavni grad i gravitacijsko središte USK-a, a ujedno je upravni, privredni, društveni, kulturni i posebno univerzitetski centar. U tom procesu kapitalan i istorijski značaj ima Univerzitet u Bihaću. Polazeći od prioritetne pozicije proizvodnje u privrednoj strukturi Univerzitet u Bihaću ima posebno naglašenu funkciju.



Sl. 3.: Prepoznatljive konstituente Bihaća − Una rijeka života

[3]Radoslav Lopašić (Karlovac, 1835.− Zagreb, 1893.), hrvatski povjesničar, po struci pravnik (stric oca profesora Vatroslava Lopašića)



Sl. 4.: Mikrolokacija Univerziteta u Bihaću

2. Razvoj obrazovanja do osnivanja Tehničkog fakulteta

Razvoj visokog obrazovanja na Bihaćkoj regiji ima svoj istorijski put. Nalazi se u centru veoma prostranog gravitacijskog područja Bosanske Krajine i šireg područja susjednih regiona Republike Hrvatske. Zbog izraženog interesa privrede ovog kraja, postojanje većeg broja srednjih škola, formirano je čvrsto opredjeljenje za razvoj viših škola kao prve prethodnice ne samo visokog obrazovanja nego i snažnijeg sveukupnog društveno ekonomskog razvoja.

Retrospekt tog istorijskog razvoja kreće sedamdesetih godina prošlog vijeka preko Odjeljenja Više tehničke strojarske škole iz Karlovca na kojem je upisano prvih 153 studenta. Nakon petogodišnjeg iskustva sa školovanjem ovog profila kadrova, a poticano bezrezervnom podrškom vlasti grada Bihaća i zahtjeva privrede kojoj su bili neophodni pogonski inženjeri, Odjeljenje prerasta u Višu tehničku školu.

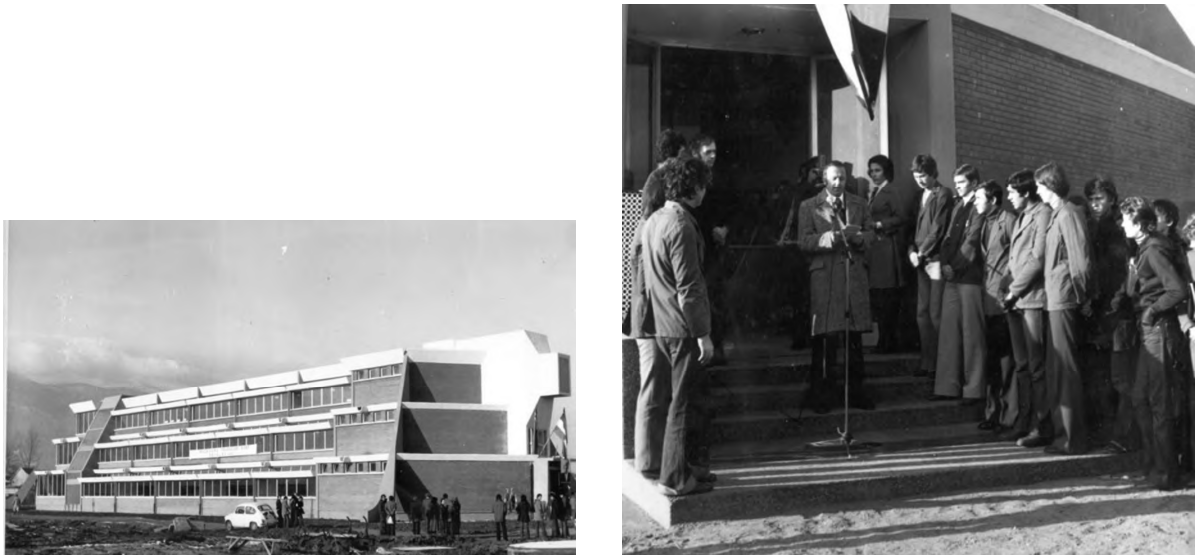


Sl. 5.: Zgrada Općine Bihać



Sl. 6.: Zgrada Rektorata

Viša tehnička škola osnovana je odlukom Skupštine SR Bosne i Hercegovine na sjednici 23. maja 1975. godine. Već od samog početka djelovanja interes za upis na ovu školu je bio veliki, pa je broj studenata kako redovnih tako i na studiju uz rad stalno rastao. Proizvodna praksa se je vezala za Krajinametal − Tvornicu rastavljača i kablovskih glava, a prvi asistenti su regurutovani iz tih organizacija. Djelovanje Više tehničke škole pratilo je stalno nastojanje matične društveno političke zajednice i odgovornih za njen razvoj da se što prije osposobe unutarnji kadrovi u vršenju odgovornih funkcija visokoškolske organizacije. Taj proces je pratilo postepeno rješavanje kadrovskih problema (stipendije za postdiplomski studij i stanovi za deficitarne kadrove matične općine Bihać), ishrane studenata i njihovu društvenu djelatnost.



Sl. 7.: Otvaranje zgrade Fakulteta

Istovremeno prostor za izvođenje nastavno obrazovnog procesa se je mijenjao od općinske zgrade preko zgrade današnjeg rektorata, do zgrade nastava 1. tehničke škole s projektovanim amfiteatrima. Nosilac investicija u građevinske objekte za potrebe srednjeg ali i višeg obrazovanja je bio regionalni SIZ[4] usmjerenog obrazovanja. Polazeći od naše privredne strukture od akademske 1978./79. godine na školi je organizovana nastava u dva odsjeka: a) mašinskom i b) tekstilnom.



a) b)

Sl. 8.: a) Dekani i prodekani Više tehničke škole, b) Čelni ljudi Općine i zaslužni pojedinci za razvoj predratnog obrazovanja

[4]Samoupravna interesna zajednica

Tekstilni odsjek je dimenzioniran za potrebe tekstilne privrede cijele BiH jer je to bila i ostala do danas jedina obrazovna institucija tog nivoa na njenom području. U nastavno obrazovni proces su bili uključeni eminentni profesori s fakulteta BiH i Hrvatske, uz osnovno opredjeljenje i orijentaciju na jačanje vlastitog nastavničkog kadrovskog jezgra.

Daljnji razvoj ide preko otvaranja drvno-prerađivačkog odsjeka na temelju potreba zahtjeva drvne privrede, ne samo regije Bihać, nego u cjelini BiH eksponirane preko respektabilnog poslovnog sistema Šipad. Tih godina polazeći od naše sirovinske osnove kao fudamentalnog resursa bila je evidentna ekspanzija u pravcu finalizacije, ne samo na našoj regiji nego i prostoru naše tadašnje Republike kroz otvaranje tvornica namještaja i druge drvno-prerađivačke kapacitete.

Zahvaljujući naporima nosioca razvoja višeg obrazovanja na našem području a polazeći od izraženog interesa privrede ovog kraja, 1979. godine počela je s radom i Viša ekonomska škola u Bihaću. Viša tehnička škola kao naučnoistraživačka jedinica nastupala je kao kooperant sa zavodom za društveno planiranje Bihaća u nekoliko istraživačkih tema. Upornim nastojanjem nosioca razvoja višeg obrazovanja u Bihaću je kroz decentralizaciju SIZ-a nauke BiH formirana i osnovna zajednica nauke Bihać. Samostalno raspolažući sredstvima omogućila je realizaciju dvadesetak projekata, a u jednom broju od njih nosilac je bila Viša tehnička škola. Već tada je sazrijevala ideja da se na našem području formira zajednica viših škola (mini univerzitet). Više škole će biti okosnica kasnijeg prerastanja u fakultete i osnivanja budućeg Univerziteta u Bihaću.

3. Osnivanje prvog fakulteta u gradu Bihaću – Mašinskog fakulteta

3.1. Kako je nastao Mašinski fakultet i Univerzitet u Bihaću

a) Sjećanje prof. dr. Isaka Karabegovića

U vihoru rata 1993. godine našao sam se u Minhenu u Njemačkoj sve do početka septembra 1995. godine. Pošto sam bio aktivan na prikupljanju pomoći i organiziranju naših ljudi u dijaspori za logistiku V. i VII. korpusa Armije BiH, sreo sam se s pukovnikom Asimom Koričićem februara 1995. godine, gdje smo razgovarali o stanju u BiH i šta uraditi po prestanku rata.

Drugo naše sastajanje je bilo u maju 1995. godine gdje mi je predložio da se vratim u Zenicu na Mašinski fakultet jer su tamo neophodni kadrovi za

organizovanje nastave. S obzirom, da sam ja, prije rata, već predavao na tom fakultetu, nisam bio raspoložen za tu varijantu. Predložio sam mu moj projekat osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću.

Bihać je bio još opkoljen. Pukovnik Asim Koričić me je blijedo gledao s nevjericom za tu ideju. Pitao me kako ja to mislim da se formira Mašinski fakultet u Bihaću. Objasnio sam mu da imamo Višu tehničku školu u Bihaću i dio kadrova, da sam u kontaktu sa svim profesorima na raznim univerzitetima a neki su iz Bihaća, odnosno Krajine, te da kontaktiram sa prof. dr. Milanom Jurkovićem i svim nastavnicima koji su radili na Mašinskom i Elektro-fakultetu u Banja Luci, a zbog rata su protjerani i po cijelom su svijetu (profesori koji su bili spoljnji saradnici Više tehničke škole u Bihaću, a rade na univerzitetima širom bivše Jugoslavije) i mnogi drugi. Predložio sam mu da te profesore sve iskupimo i na taj način krenemo u akciju osnivanja fakulteta. Pitao sam ga da li on može da obezbijedi političku podršku. Taj dan se vraćao u BiH i obećao mi je da će pogledati i javiti mi. U razgovoru s njim predložio mi je i prof. dr. Ahmeta Hadžipašića, prof. dr. Esada Jakupovića i prof. dr. Ramu Atajića, koji su angažirani na Mašinskom fakultetu u Zenici i da oni mogu se uključiti, što sam ja i podržao.

Pukovnik Asim Koričić se vratio u BiH. S obzirom, da se u augustu desila "Oluja", prolaz za Bihać je obezbijeđen i ja dolazim kući 7. septembra 1995. godine. Isti dan pukovnik Asim Koričić dolazi kod mene i kaže da je obavio razgovor s određenim ljudima u Sarajevu i da misli da može obezbijediti političku podršku za osnivanje prvog fakulteta u Bihaću. Dolazi po mene 8. septembra 1995. godine da idemo u Sarajevo, ali pošto su putevi blokirani idemo preko Plitvičkih jezera na Knin, Vran planinu, Travnik, te u Zenicu. U Zenici ja i pukovnik Koričić se sastajemo u stanu prof. dr. Rame Atajića s prof. dr. Ahmetom Hadžipašićem i prof. dr. Esadom Jakupovićem**.** Ispričao sam im svoju ideju o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću. Kao inicijativna grupa u sastavu: prof. dr. Isak Karabegović, prof. dr. Ahmet Hadžipašić, prof. dr. Esad Jakupović, prof. dr. Ramo Atajić i pukovnik Asim Koričić razgovaramo o načinu organizovanja prvog fakulteta u Bihaću i Univerziteta u Bihaću, dogovaramo se da sve napišemo u pisanoj formi kako bi mogli prezentirati ideju u Sarajevu (dokument Inicijativne grupe od 09. 09. 1995. god.). S obzirom da nismo imali mašine za kucanje, prof. dr. Ahmet Hadžipašić nosi rukopis u firmu "Metalno" gdje će to prekucati, a mi kad pođemo u Sarajevo da se navratimo u "Metalno", uzmemo polazni dokument i ponesemo sa sobom.

S tim dokumentom i idejom odlazimo u Sarajevo u sastavu: prof. dr. Isak Karabegović, prof. dr. Esad Jakupović i pukovnik Asim Koričić 9. septembra 1995. godine. Pošto je Sarajevo bilo opkoljeno, morali smo ići preko Kiseljaka, Igmana. U Sarajevo smo ušli preko Aerodroma, uz pomoć propusnica koje je

imao pukovnik Koričić. Tu noć sastajemo se s prof. dr. Vlatkom Dolečekom i razgovaramo s njim o toj ideji gdje nas on gleda s nevjericom u polumraku uz lojnu svijeću, jer u Sarajevu nema struje, on nas ipak ohrabruje i daje nam punu podršku uz par korisnih savjeta. Sutradan, 10. septembra 1995. godine odlazimo kod Ministra obrazovanja BiH prof. dr. Enesa Karića u zgradu Predsjedništva, gdje nas je toplo primio, ugostio, te objašnjava pukovniku Asimu Koričiću da je njegova jedinica oslobodila njegovo selo Višnjić. Razgovorom s ministrom prof. dr. Enesom Karićem predajemo mu napisanu inicijativu i objašnjavamo mu na koji način želimo formirati Mašinski fakultet u Bihaću i Univerzitet u Bihaću. On nam daje punu podršku, naziva telefonom premijera g-dina Harisa Silajdžića i objašnjava mu da ima inicijativu grupe s USK-a i traži da nas primi. Za 10 minuta silazimo kod premijera Harisa Silajdžića, objašnjavamo mu našu inicijativu. Kad nas je saslušao rekao je: "Imate moju punu podršku i ja ću to već noćas da objavim na Dnevniku." Te iste noći premijer Haris Silajdžić zvanično objavljuje da je inicijativna grupa USK-a dobila podršku za osnivanje Mašinskog fakulteta u Bihaću. Ministar prof. dr. Enes Karić nam piše dokument o podršci broj 03-612-4995/95 i da istim upoznamo kantonalnog ministra



Sl. 9.: Članovi Inicijativne grupe: prof. dr. Isak Karabegović, pukovnik Asim Koričić i prof. dr. Ahmet Hadžipašić (1995.)

Ismeta Botonjića. Pošto je Sarajevo bilo opkoljeno nismo ga mogli napustiti nego je ministar prof. dr. Enes Karić tražio da nam Ministarstvo policije napiše propusnicu kojom možemo da napustimo Sarajevo preko Aerodroma, Igmana, Kiseljaka do Zenice. Iz Zenice vraćamo se preko Knina, Plitvičkih jezera do Bihaća. Moramo napomenuti da je put trajao dva dana i prelazili smo 52 punkta, gdje nas je nekad zaustavljala policija, a nekad vojska Federacije BiH.

Po povratku u Bihać pišem Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću pri Univerzitetu u Sarajevu, jer je naše više obrazovanje (Viša tehnička škola, Viša ekonomska škola i Pedagoška škola) bilo pri Univerzitetu u Sarajevu, ali mi kao Inicijativna grupa smo već u prvim dokumentima predvidjeli osnivanje Univerziteta u Bihaću i s tom idejom smo morali kasnije krenuti, prvi korak bio je osnivanje fakulteta. U Bihaću od nekih smo dobili podršku kao npr. Ministra obrazovanja Ismeta Botonjića i tadašnjeg guvernera Mirsada Veladžića a od nekih nismo, kao npr. tadašnjeg načelnika Opštine Bihać. Elaborat o osnivanju je morao dobiti podršku od Nastavno-naučnog vijeća Univerziteta u Sarajevu, a zatim od Skupštine BiH u Sarajevu. Urađeni Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću pri Univerzitetu u Sarajevu predajem kroz protokol na Nastavno-naučno vijeće Univerziteta u Sarajevu. Odlazimo na Univerzitet u Sarajevu kod tadašnjeg rektora prof. dr. Nedžada Mulabegovića gdje nas prima i daje nam punu podršku, te stavlja na dnevni red Nastavno-naučnog vijeća Univerziteta u Sarajevu tačku: “Davanje saglasnosti na Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću pri Univerzitetu u Sarajevu”.

Sjednica Naučno-nastavnog vijeća Univerziteta u Sarajevu održana je 12. 12. 1995. godine. Sjednici Naučno-nastavnog vijeća Univerziteta u Sarajevu ispred inicijativne grupe prisustvovali su prof. dr. Isak Karabegović, pukovnik Asim Koričić i prof. dr. Esad Jakupović.

Pošto se radi o tehničkom fakultetu, onda mišljenje o Elaboratu mora dati grupacija tehničkih fakulteta: Mašinskog, Građevinskog, Saobraćajnog, Elektrotehničkog i Arhitektonskog. Ispred grupacije tehničkih fakulteta, na sjednici Nastavno-naučnog vijeća stav grupacije izlaže prof. dr. Edhem Seferović i njihov je prijedlog da se u Bihaću formira punkt Mašinskog fakulteta u Sarajevu i to samo dvije godine a da studenti treću i četvrtu godinu dolaze u Sarajevo ili u Zenicu da studiraju. Poslije tog prijedloga sam ja uzeo riječ i objasnio koje kadrove imamo što je i prikazano u Elaboratu osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću, a prof. dr. Edhemu Seferoviću sam rekao da u Elaboratu o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću imamo tri doktora matematike iz Bihaća (prof. dr. Husein Pašagić, prof. dr. Meho Oručević i prof. dr. Arif Zulić), a da kod njih i dan danas predaje magistar matematike (mr. Muhamed Bračković) koji je meni predavao kad sam studirao na tom fakultetu. Tražio sam u potpunosti da odbiju

Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću ili u potpunosti da ga prihvate. Za riječ se javio rektor prof. dr. Nedžad Mulabegović s objašnjenjem da u potpunosti treba podržati Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću i da mi to možemo organizirati i da smo zaslužili da Krajina ima fakultet i Univerzitet u Bihaću. Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću je u potpunosti prihvaćen na toj sjednici (Odluka Nastavno-naučnog vijeća broj: 01-2015/95 od 12. 12. 1995. godine).

Trebali smo da s Elaboratom o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću, s Odlukom Nastavno-naučnog vijeća Univerziteta u Sarajevu i kompletnim materijalom idemo na Skupštinu BiH, međutim pošto je formiran USK, a visoko obrazovanje je prešlo u ingerenciju Kantona, naš Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću je vraćen na Skupštinu USK-a.

Pošto u Opštini Bihać nismo naišli na razumjevanje da dobijemo jednu-dvije kancelarije za organizovanje Mašinskog fakulteta, a određeni profesori i asistenti na Višoj tehničkoj školi u Bihaću su bili isto protiv toga da Viša tehnička škola preraste u Mašinski fakultet u Bihaću, čak su išli toliko daleko da su išli po opštinama Kantona da se to ne desi, morali smo iznaći rješenje za prostor. U sadašnjoj zgradi Tehničkog fakulteta je bila vojska bataljona Bangladeša i iselila. Ja sam s pukovnikom Asimom Koričićem otišao u zgradu, našao ulazna vrata, zamolio žene koje su trebale da očiste zgradu da izađu iz zgrade, objasnio im da ćemo mi tu useliti i očistiti zgradu. Pošto nije bilo vrata na zgradi, pronašli smo ih kod fiskulturne dvorane, donijeli ih, postavili, te zaključali smo zgradu lancem i na svakom prozoru napisali MAŠINSKI FAKULTET BIHAĆ.

Da bi Skupština USK-a donijela odluku o osnivanju Mašinskog fakulteta bilo je potrebno pribaviti mišljenje Ministarstva obrazovanja Sarajevo da je ispunjen minimum uslova za osnivanje istog fakulteta. U kontrolu dolaze dva gospodina, Mensur Suljagić, glavni inspektor za visoko obrazovanje, i inspektor Đemko Ruždić da napišu izvještaj da li ispunjavamo minimum uslova. Provodao sam ih kroz zgradu, a pošto je tu prodefilovalo više vojnih formacija, zgrada je bila devastirana, a ja sam im objašanjavao gdje će biti kabineti, amfiteatar, učionice, biblioteka i laboratorije. Oni su gledali s nevjericom ali su ipak napisali da ispunjavamo minimum uvjeta, gdje im se ja ovom prilikom zahvaljujem (Zapisnik inspektora za visoko obrazovanje Mensura Suljagića od 10. 01. 1996. godine).

Da bi Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću pri Univerzitetu u Sarajevu otišao na Skupštinu USK-a morao je prvo dobiti saglasnost Vlade USK-a. Na sjednici Vlade USK-a prisustvovali smo ja i pukovnik Asim Koričić, a tada premijer vlade je bio g-din mr. Mersud Ferizović. Na Vladi smo bili svi ‘za’, ali je samo jedan bio ‘protiv’ da se formira Mašinski fakultet u Bihaću a to je tadašnji ministar za pravdu g-din Salih Hodžić. Ja i pukovnik Koričić

otišli smo kod guvernera Mirsada Veladžića i to mu objasnili. Isti tren je pozvao Ministra Hodžića i držao mu predavanje da je to projekt od interesa za cijeli narod USK-a. Vlada je donijela odluku o prihvatanju Elaborata o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću (Odluka Vlade USK-a broj: 03-612-15/96 od 24. 01. 1996. godine).

Nakon toga Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću sa svim dokumentima ide na Skupštinu USK-a, gdje je predsjednik Skupštine USK-a bio gospodin Adem Borić. Na sjednici Skupštine USK-a Elaborat o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću je dobio podršku i donesena je Odluka broj 01-5/96 o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću 06. 03. 1996. godine. Mi smo već na fakultet upisali 260 studenata. Prvi radnik fakulteta pored prof. dr. Isaka Karabegovića bila je g-đa Indira Piralić, koja je vodila upis studenata, a drugi Besima Midžić, koja je vodila finansije, zatim većina s Više tehničke škole koji i danas rade na fakultetu.

Godine 1997./98. idu aktivnosti osnivanja vlastitog univerziteta. Odlukom Skupštine USK-a br. 01-1-88/97 od 28. jula 1997. godine osniva se Univerzitet u Bihaću s Mašinskim fakultetom, Višom ekonomskom školom, Pedagoškom akademijom i Islamskom pedagoškom akademijom, kao pridružnom članicom. U toku 1998. godine osnovana su četiri fakulteta i jedna viša škola i to: Biotehnički fakultet, Pedagoški fakultet, Pravni fakultet i Ekonomski fakultet. Iste godine, na moju inicijativu, formira se Viša medicinska škola pri Univerzitetu u Bihaću, s idejom da se formira Univerzitetski klinički centar u Bihaću.

S obzirom, da je mali broj studenata upisivao Mašinski fakultet, odlučujemo se na transformaciju Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet školske godine 1999./2000. gdje uvodimo nove odsjeke tako da ima pet odsjeka (mašinski, elektro, građevinski, drvni i tekstilni). Na elektroodsjeku formiramo fakultet informatike, a na tekstilnom i drvnom odsjeku formiramo industrijsko dizajnerstvo i dizajn tekstila i odjeće. Toj transformaciji se suprostavljao tadašnji Ministar obrazovanja prof. dr. Esad Jakupović. Ja i pukovnik Koričić, koji je bio prvi predsjednik Upravnog odbora Mašinskog fakulteta u Bihaću morali smo savladati i tu prepreku kako bi došlo do transformacije.

Konačno na Skupštini USK-a dana 09. 07. 1999. godine donosi se Odluka o transformaciji Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću broj: 01-1-95/99, gdje mi kao ustanova postajemo prvi Tehnički fakultet u Bosni i Hercegovini.

Ovom prilikom zahvaljujem se svima onima koji su na neki način pomogli osnivanju prvog fakulteta u Bihaću i Univerziteta u Bihaću, a nisu spomenuti u ovom sjećanju.

b) Sjećanje akademika Vlatka Dolečeka

Tačno devetog septembra 1995. godine, u vrijeme kada je Sarajevo bilo u potpunom okruženju i kada je rat još uvijek bjesnio u punom kapacitetu, a njegov se kraj nije nazirao, na vratima moje kancelarije na Fakultetu pojavio se profesor Isak Karabegović. Bio sam jako iznenađen kad sam ga vidio, jer nisam mogao ni pretpostaviti da se neko mogao "uvući" u Grad oko kojeg je bilo toliko naoružanja i koji se svakodnevno, u to vrijeme već pune tri i pol godine, granatirao i u kome se svakodnevno ginulo.

Poslije uobičajenog pozdrava i razmjene nekoliko konvencionalnih rečenica u kojima smo evocirali predratne i ratne uspomene, profesor Karabegović mi je otkrio prave razloge njegovog dolaska u opkoljeno Sarajevo. Ispričao mi je da pokreće inicijativu za osnivanje Mašinskog fakulteta u Bihaću. Iako sam znao, da je još prije rata postojala Viša tehnička škola, bio sam, ne malo, iznenađen tim njegovim prijedlogom. Pomislio sam: "Bože moj da li je moguće da i u ovim ratnim vremenima neko razmišlja o tako konkretnoj budućnosti?" I samo poslije nekoliko trenutaka shvatio sam da profesor Karabegović na veoma racionalan način razmišlja o budućnosti i da ima sasvim konkretan plan kako da to i ostvari.

Sjećam se da sam mu postavio samo tri pitanja prije nego sam mu rekao šta ja mislim o toj njegovoj inicijativi. Između ostalog, pitao sam ga koliki je broj stanovnika koji gravitira tom budućem Fakultetu. Pošto sam dobio vrlo precizne odgovore na moja pitanja, dao sam mu nedvosmislen odgovor: "Mislim da postoje svi preduvjeti da se u Bihaću formira Mašinski fakultet".

U nastavku razgovora predložio sam mu i adresu na koju treba da se obrati, ukoliko bi neko stao na put realizaciji ove njegove inicijative. Kasnije mi je profesor Karabegović ispričao na koje je sve prepreke nailazio dok konačno ova njegova ideja nije postala i stvarnost.

Prvom prilikom, kada se za to ukazala mogućnost, otišao sam u Bihać, gdje mi je kolega Karabegović, između ostalog, pokazao i zgradu budućeg Fakulteta. Zgrada je bila prilično devastirana i ličila je na sve, samo ne na buduću visokoškolsku ustanovu u kojoj će se školovati diplomirani mašinski inženjeri i magistri tehničkih nauka.

Prilikom mojih kasnijih dolazaka, svaki put sam imao nešto novo da vidim. Zgrada je realtivno brzo dovedena u normalno stanje, a ono što je i mnogo važnije, svakog mog dolaska čekalo me je i neko novo pozitivno saznanje o novonabavljenoj opremi i angažovanju dokazanih naučnih radnika s više domaćih i inostranih univerziteta, što će biti i garancija za uspješnu realizaciju bolonjskog pocesa.

Tako je ovaj mladi fakultet, u izvanredno kratkom vremenu, po mnogo čemu prestigao i mnogo starije fakultete u našoj državi, a što se moglo

realizovati samo ogromnom energijom, u čemu profesor Karabegović nikada nije oskudjevao.

Imao sam čast i priliku da budem predsjednik komisije pri odbrani prvog diplomskog i prvog magistarskog rada na ovoj visokoškolskoj ustanovi. S punom naučnom i stručnom odgovornošću mogu da potvrdim da su oba ova rada bili na potrebnom nivou, odnosno u rangu odgovarajućih radova na sličnim evropskim fakultetima.

To mi je bila najbolja potvrda vizionarskog prijedloga kolege Karabegovića tog devetog septembra 1995. ratne godine.

3.2. Dokumentarnost i dinamika aktivnosti

Mladi bihaćke regije su tokom pedesetih i šezdesetih godina prošlog vijeka išli na studije u Sarajevo i druge univerzitetske centre Zagreb i Beograd. I pored nespornih rezultata u procesu edukacije i usavršavanja viših škola u Bihaću osiguranje kvalitetnog visokoobrazovanog kadra za potrebe privrede i društvenih djelatnosti regije ostao je evidentan problem.

Potreba za osnivanjem visokoškolske institucije posvećene obrazovanju mladih i naučnoistraživačkom radu je postojala, dakle i u predratnom periodu. Realizacija te ideje nije ostvarena do početka rata tako da su u edukativno stručnom smislu samo više škole bile potencijal izgradnje potrebnih kadrova u proizvodnoj privredi.

U takvom stanju je dočekana stravična agresija na BiH i u okviru nje na Bihaćku regiju. Iako u okruženju kao "bihaćki džep" krenula je aktivnost da se predratne višegodišnje zamisli i nastojanja doista ostvare i osnuje Fakultet koji bi obrazovao diplomirane stručnjake tehničkog profila.

Sama ideja o osnivanju Fakulteta i inicijativa grupe nastavnika entuzijasta i k tome u takvim ratnim uvjetima činila se gotovo utopijskom. Pokretati bilo šta van elementarne funkcije preživljavanja činilo se apsurdnim. Međutim, njeni protagonisti vođeni izuzetnom dozom entuzijazma su bili uvjereni da je ona moguća i realno ostvariva. Oni su izradili Elaborat o društveno naučnoj opravdanosti osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću.

Inicijativa osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću je bezrezervno podržana od strane Federalnog ministarstva obrazovanja, nauke, kulture i sporta uz saglasnost Predsjednika vlade BiH, te Univerziteta u Sarajevu. Ministarstvo je utvrdilo i radnu grupu za provedbu daljnjih aktivnosti.

Elaborat o društveno-ekonomskoj opravdanosti priređen u formi i sadržaju je poslužio kao dokumentaciona podloga da se uđe u daljnju proceduru osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću. Svoje pozitivno mišljenje kao učesnici u proceduri dali su matično nadležno Ministarstvo kao i drugi učesnici. Elaborat je prihvaćen i na kolegiju Univerziteta u Sarajevu. Odluku o podnošenju



Incijativna grupa univerzitetskih profesora i građana Unsko-sanskog kantona

- Ministru obrazovanja nauke, kulture i sporta R/F BiH prof. dr Enesu Kariću

Incijativni materijal grupe univerzitetskih nastavnika i građana sa područja Unsko-sanskog kantona za dislociranje dijela Banjalučkog univerziteta i osnivanje Univerziteta u Bihaću.

Svi fakulteti bi bili stepenovani sa prihvatljivim nastavnim programima za nastavak studija na slijedećem stepenu.
Također, nastavni planovi i programi bi na odsjecima u okviru čistog fakulteta bili maksimalno unificirani radi racionalnosti korištenja nastavnika.

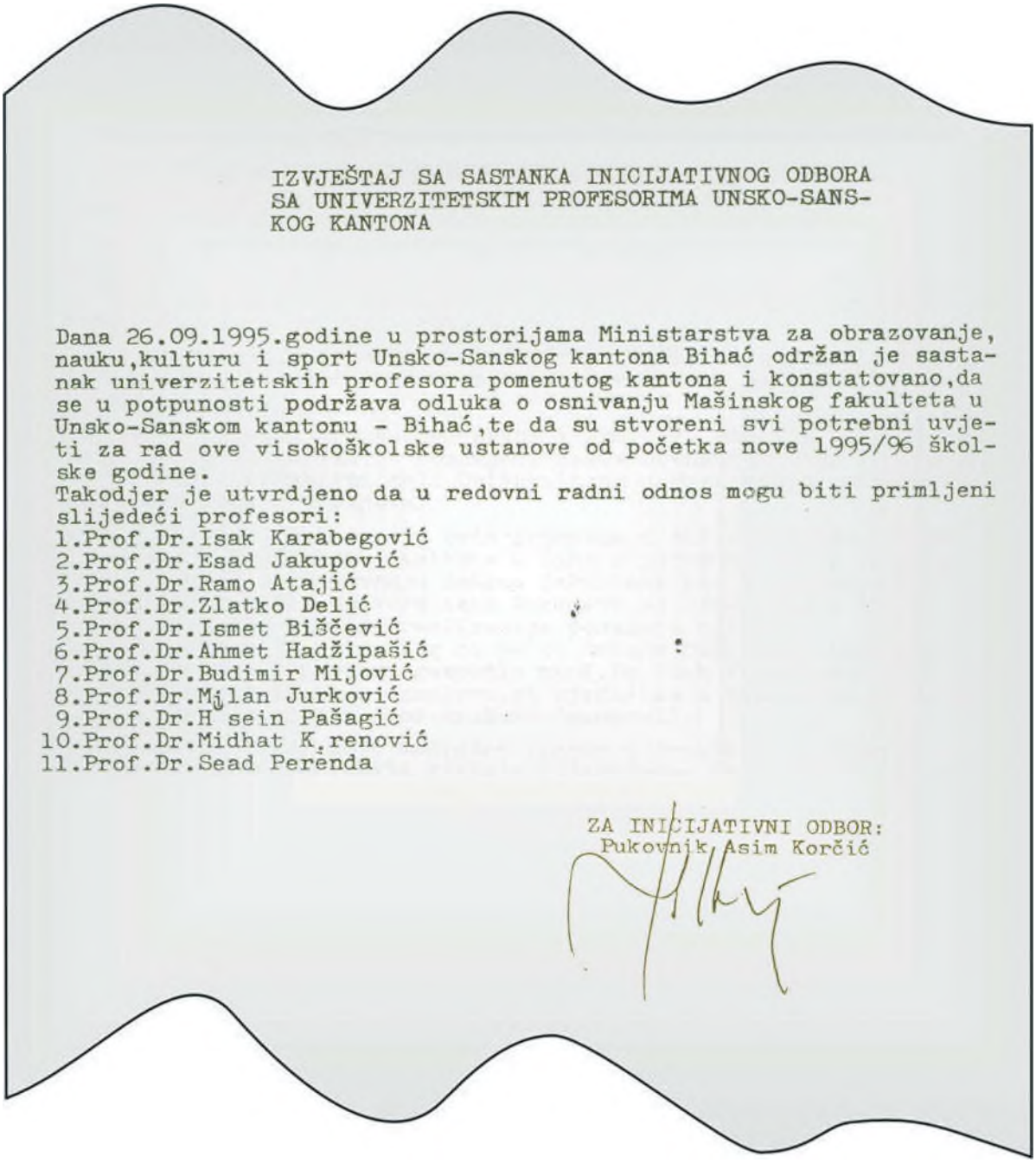
Bihać, 09.09.95

Za inicijativnu grupu:
Asim Koričić

Sl. 10.: Faksimil (skraćeni) Inicijativnog odbora univerzitetskih profesora i građana Unsko-sanskog kantona Ministarstvu za obrazovanje, nauku, kulturu i sport FBiH

elaborata o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću Univerzitet u Sarajevu je uputio Skupštini Republike BiH na dalji postupak.

Na temelju Elaborata o opravdanosti otvaranja Mašinskog fakulteta u Bihaću i saglasnosti Ministarstva za obrazovanje, nauku, kulturu i sport, te Univerziteta u Sarajevu, obrazovana je Komisija matičara. Njena funkcija je uključivala sve potrebne pripremne radnje za osnivanje ove visokoškolske institucije. Komisija matičara je poduzela sve temeljite i ozbiljne aktivnosti da



IZVJEŠTAJ SA SASTANKA INICIJATIVNOG ODBORA
SA UNIVERZITETSKIM PROFESORIMA UNSKO-SANS-
KOG KANTONA

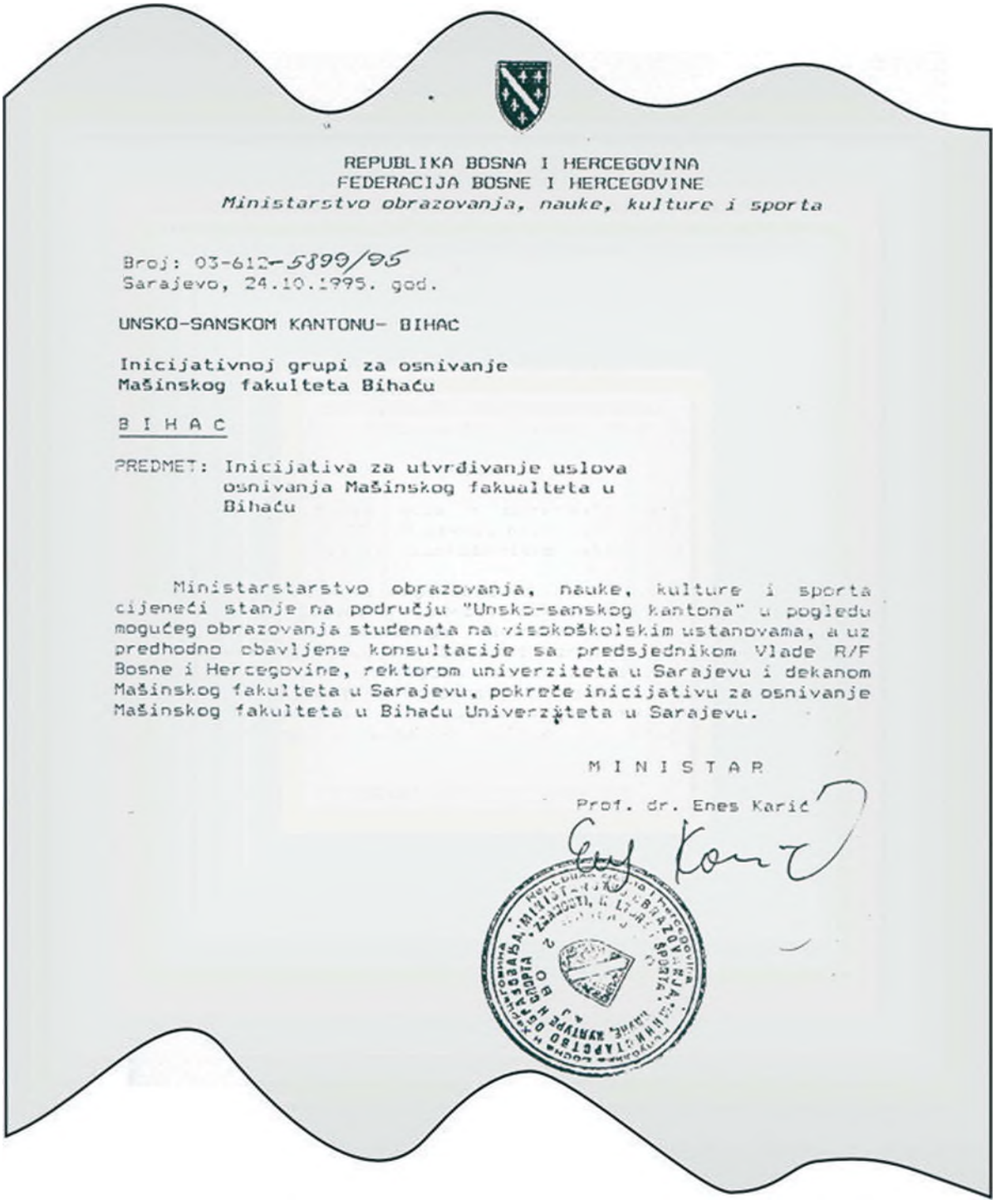
Dana 26.09.1995.godine u prostorijama Ministarstva za obrazovanje, nauku,kulturu i sport Unsko-Sanskog kantona Bihać održan je sastanak univerzitetskih profesora pomenutog kantona i konstatovano,da se u potpunosti podržava odluka o osnivanju Mašinskog fakulteta u Unsko-Sanskom kantonu - Bihać,te da su stvoreni svi potrebni uvjeti za rad ove visokoškolske ustanove od početka nove 1995/96 školske godine.
Takodjer je utvrdjeno da u redovni radni odnos mogu biti primljeni slijedeći profesori:
1.Prof.Dr.Isak Karabegović
2.Prof.Dr.Esad Jakupović
3.Prof.Dr.Ramo Atajić
4.Prof.Dr.Zlatko Delić
5.Prof.Dr.Ismet Biščević
6.Prof.Dr.Ahmet Hadžipašić
7.Prof.Dr.Budimir Mijović
8.Prof.Dr.Milan Jurković
9.Prof.Dr.Hasein Pašagić
10.Prof.Dr.Midhat Karenović
11.Prof.Dr.Sead Perenda

ZA INICIJATIVNI ODBOR:
Pukovnik Asim Korčić

Sl. 11.: Faksimil predviđenih profesora za redovan radni odnos u nastavno-obrazovnom procesu

novoosnovani Mašinski fakultet profunkcionira što brže i efikasnije. Komisija je raspisala konkurs za izbor nastavnika. Primanjem u stalni radni odnos pokriven je jedan dio nastavnih predmeta, a ostali izborom nastavnika u dopunski radni odnos.

Utvrđeni su nastavni planovi i programi, te početna organizacijska struktura Mašinskog fakulteta. Komisija matičara je donijela i opći akt o pravilima studiranja. Izvršeni su praktično svi potrebni kadrovski, organizacijski i



REPUBLIKA BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta

Broj: 03-612-5899/95
Sarajevo, 24.10.1995. god.

UNSKO-SANSKOM KANTONU- BIHAC

Inicijativnoj grupi za osnivanje
Mašinskog fakulteta Bihaću

B I H A C

PREDMET: Inicijativa za utvrđivanje uslova osnivanja Mašinskog fakualteta u Bihaću

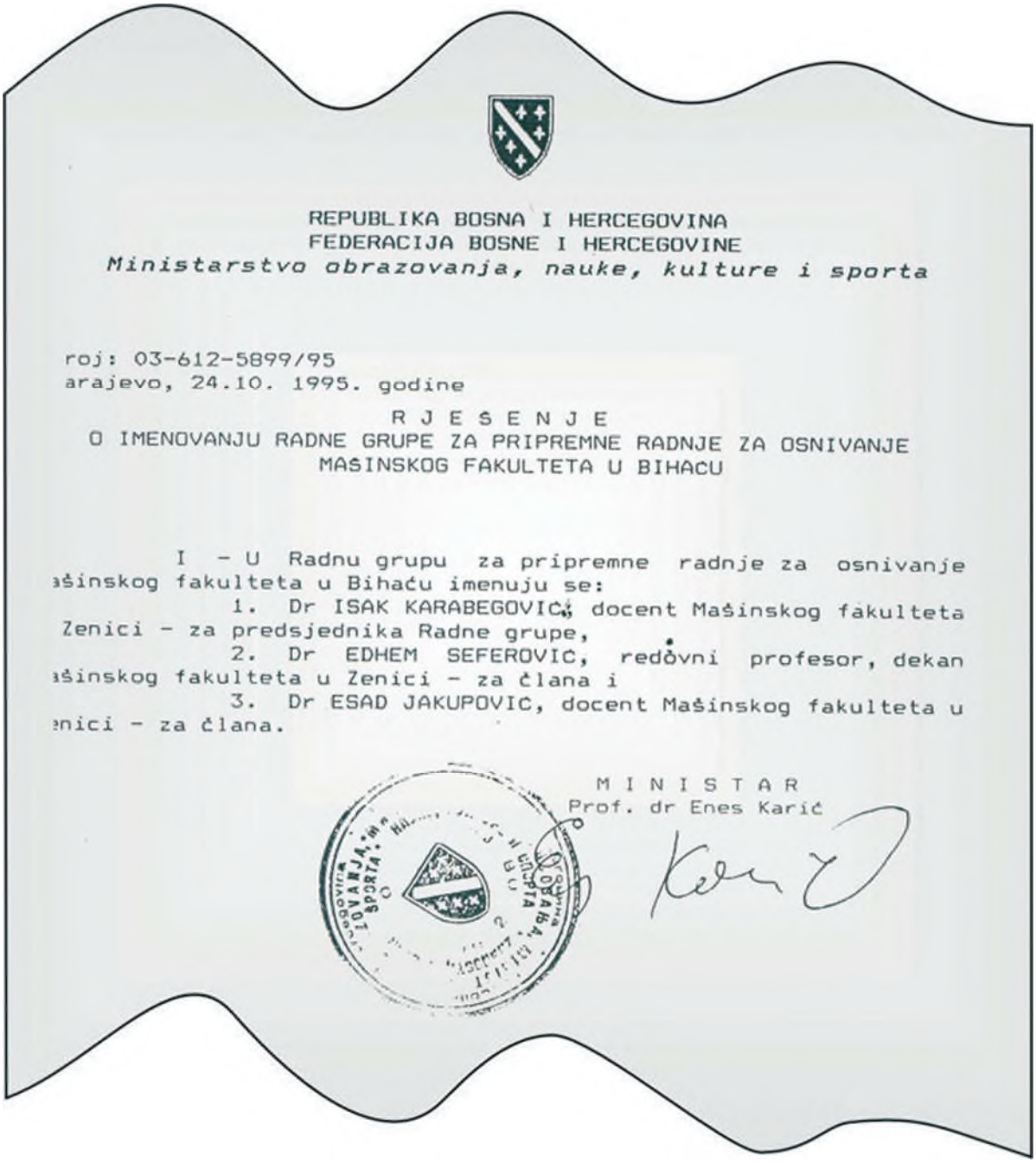
Ministarstarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta cijeneći stanje na području "Unsko-sanskog kantona" u pogledu mogućeg obrazovanja studenata na visokoškolskim ustanovama, a uz predhodno obavljene konsultacije sa predsjednikom Vlade R/F Bosne i Hercegovine, rektorom univerziteta u Sarajevu i dekanom Mašinskog fakulteta u Sarajevu, pokreće inicijativu za osnivanje Mašinskog fakulteta u Bihaću Univerziteta u Sarajevu.

M I N I S T A R

Prof. dr. Enes Karić

S. 12.: Faksimil dopisa Ministarstva obrazovanja, nauke, kulture i sporta Federacije BiH Inicijativnoj grupi za osnivanje Mašinskog fakulteta Bihać

tehničko operativni poslovi. Komisija matičara je na temelju provedenih aktivnosti u okviru svojih nadležnosti podnijela izvještaj o obavljenim zadacima Ministarstvu obrazovanja, nauke, kulture i sporta FBiH-u. Inspekcija matičnog Federalnog ministarstva je to potvrdila konstatujući da su ispunjeni potrebni uvjeti za početak rada i nastavno-naučni proces Mašinskog fakulteta u Bihaću.



REPUBLIKA BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta

roj: 03-612-5899/95
arajevo, 24.10. 1995. godine

R J E Š E N J E
O IMENOVANJU RADNE GRUPE ZA PRIPREMNE RADNJE ZA OSNIVANJE
MAŠINSKOG FAKULTETA U BIHAĆU

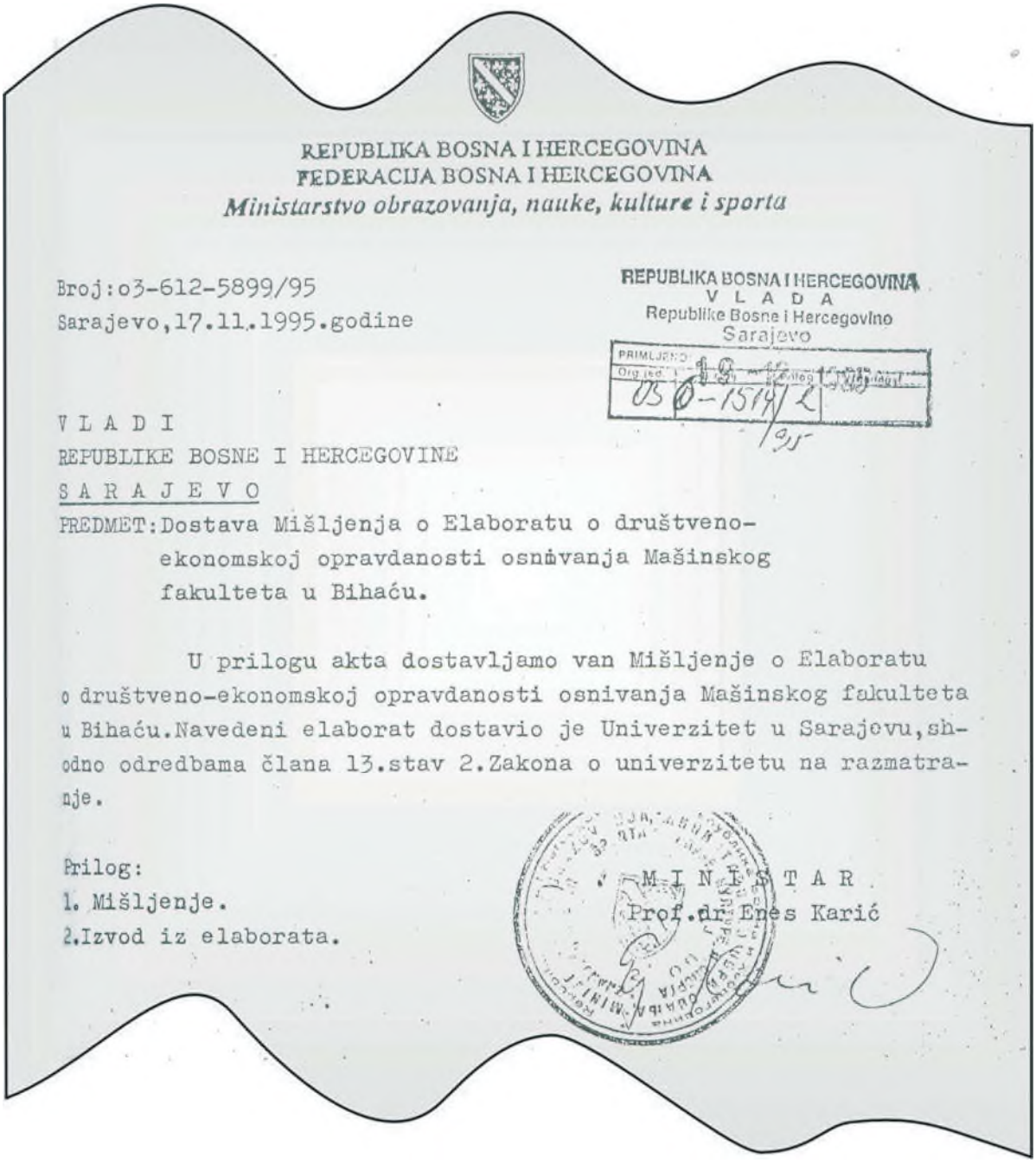
I - U Radnu grupu za pripremne radnje za osnivanje
ašinskog fakulteta u Bihaću imenuju se:
1. Dr ISAK KARABEGOVIĆ, docent Mašinskog fakulteta
Zenici - za predsjednika Radne grupe,
2. Dr EDHEM SEFEROVIĆ, redovni profesor, dekan
ašinskog fakulteta u Zenici - za člana i
3. Dr ESAD JAKUPOVIĆ, docent Mašinskog fakulteta u
enici - za člana.

M I N I S T A R
Prof. dr Enes Karić

Sl. 13.: Faksimil – rješenje o imenovanju radne grupe

Čitav tok navedenih aktivnosti oko osnivanja prve visokoškolske institucije na našoj regiji je bio bezrezervno podržan i od svih nosilaca odlučivanja na USK-u. Okončanje zvanične procedure je utvrđeno odlukom Skupštine USK-a o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću objavljene u službenom listu USK-a 6. marta 1996. godine.

Mašinskom fakultetu je dodijeljen objekat "nastava II", koji je bio u ratu zbog granatiranja skoro potpuno devastiran. Oštećen je bio krov i voda je natapala prostorije, unutarnji zidovi demolirani, vrata i prozori, bez struje i vode, a



REPUBLIKA BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNA I HERCEGOVINA
Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta

Broj:o3-612-5899/95
Sarajevo,17.11.1995.godine

REPUBLIKA BOSNA I HERCEGOVINA
V L A D A
Republike Bosne i Hercegovine
Sarajevo
PRIMLJENO:
Org.jed. 05 0-1514/95

V L A D I
REPUBLIKE BOSNE I HERCEGOVINE
S A R A J E V O
PREDMET:Dostava Mišljenja o Elaboratu o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću.

U prilogu akta dostavljamo van Mišljenje o Elaboratu o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću.Navedeni elaborat dostavio je Univerzitet u Sarajevu,shodno odredbama člana 13.stav 2.Zakona o univerzitetu na razmatranje.

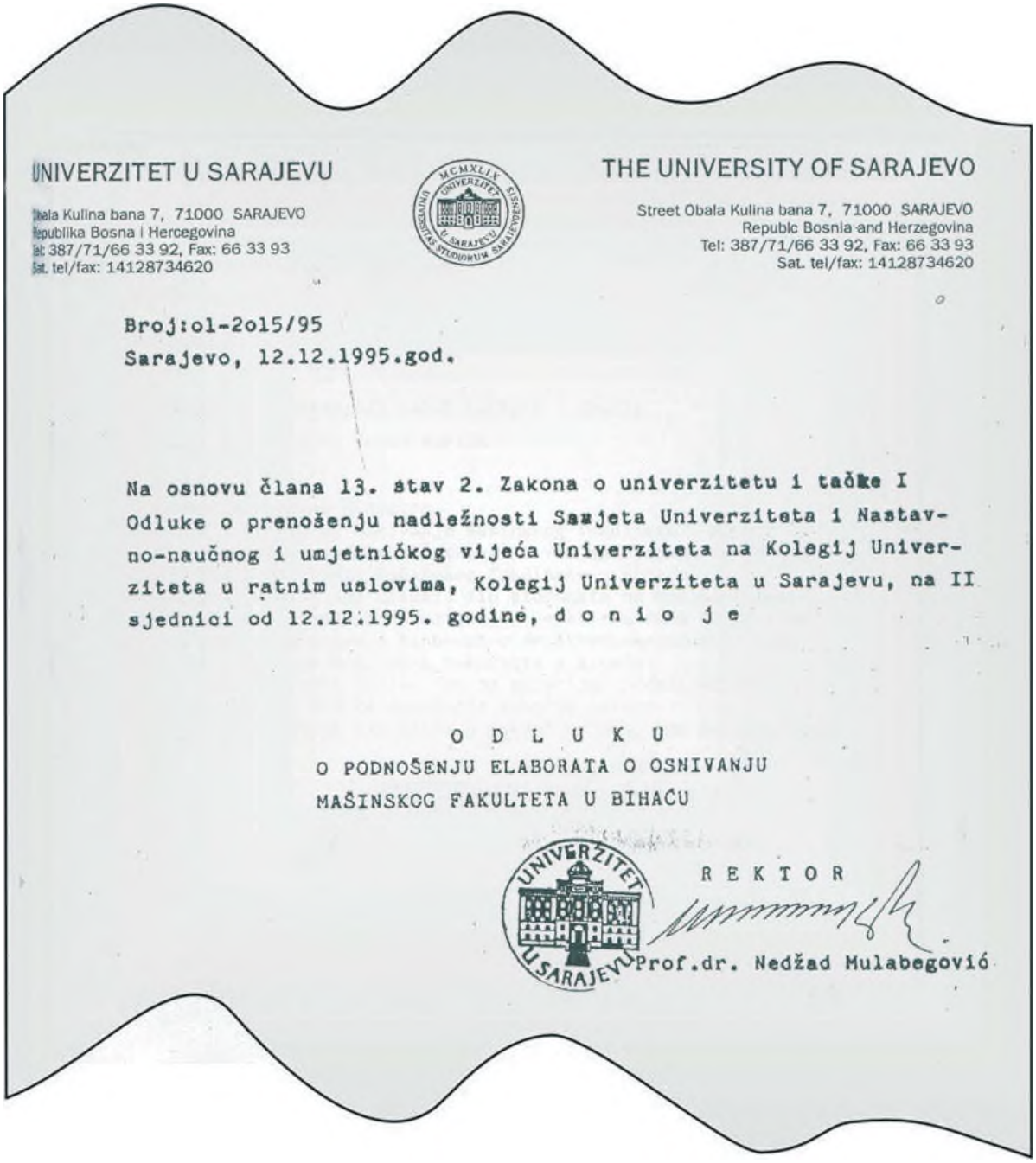
Prilog:
1. Mišljenje.
2.Izvod iz elaborata.

M I N I S T A R
Prof.dr.Enes Karić

Sl. 14.: Faksimil dopisa Ministarstva obrazovanja, nauke, kulture i sporta FBiH s mišljenjem o elaboratu o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću

čak bez klupa i stolica. Prvenstveno izvanrednim zalaganjem menadžmenta Mašinskog fakulteta uspjelo se je za relativno kratko vrijeme postepeno, ne samo sanirati stanje objekta i amfiteatra nego ga učiniti funkcionalnijim i opremiti bolje nego čak u predratnom periodu.

Istovremeno s ovim procesom otpočela je nastava za akademsku 1995./96. godinu. Nastavni kolegij i infrastrukturni personal (studentska služba, biblioteka, tehnički poslovi) je postavljen s malim brojem izvršilaca. Međutim



UNIVERZITET U SARAJEVU

Obala Kulina bana 7, 71000 SARAJEVO
Republika Bosna i Hercegovina
Tel: 387/71/66 33 92, Fax: 66 33 93
Sat. tel/fax: 14128734620

THE UNIVERSITY OF SARAJEVO

Street Obala Kulina bana 7, 71000 SARAJEVO
Republic Bosnia and Herzegovina
Tel: 387/71/66 33 92, Fax: 66 33 93
Sat. tel/fax: 14128734620

Broj:01-2015/95
Sarajevo, 12.12.1995.god.

Na osnovu člana 13. stav 2. Zakona o univerzitetu i tačke I Odluke o prenošenju nadležnosti Saveta Univerziteta i Nastavno-naučnog i umjetničkog vijeća Univerziteta na Kolegij Univerziteta u ratnim uslovima, Kolegij Univerziteta u Sarajevu, na II sjednici od 12.12.1995. godine, d o n i o j e

O D L U K U
O PODNOŠENJU ELABORATA O OSNIVANJU
MAŠINSKOG FAKULTETA U BIHAĆU

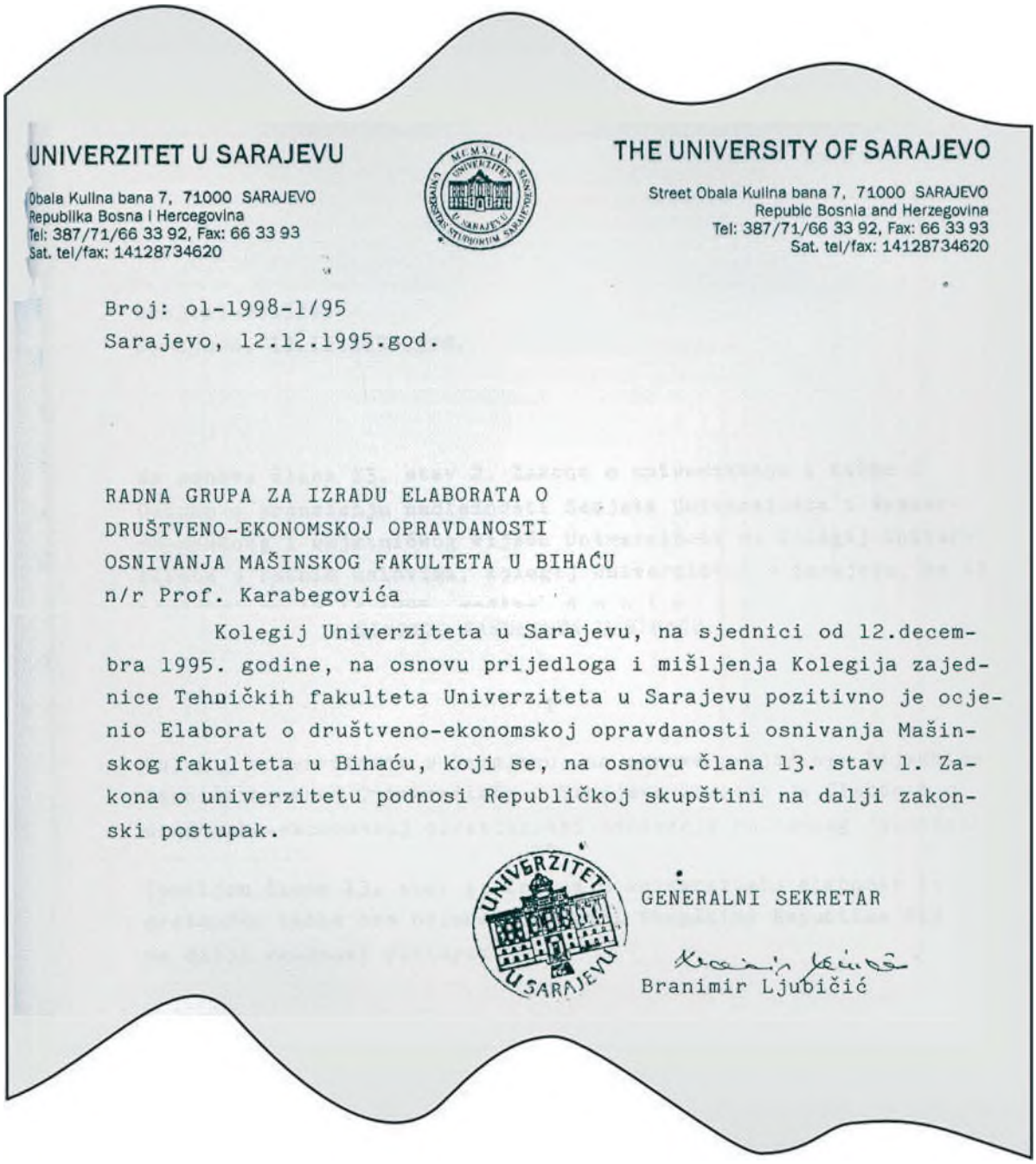
UNIVERZITET U SARAJEVU

REKTOR

Prof.dr. Nedžad Mulabegović

Sl. 15.: Faksimil sa sjednice kolegija Univerziteta u Sarajevu i dopisa radnoj grupi sa pozitivnim mišljenjem o elaboratu

angažman i zalaganje profesora, administrativnog kadra ali i studenata bio je izvanredan. To je bilo praćeno sa pojačanom pažnjom i odobravanjem ne samo vlasti USK-a, nego i javnosti koja je u tome prepoznala opći društveni interes. Time je bila otklonjena i ako je postojala ponešto skepsa u pogledu funkcioniranja prve fakultetske institucije na našem području. Biće time olakšani napori u pravcu daljeg razvoja ne samo Mašinskog fakulteta nego i visokog obrazovanja u cjelini USK-a. Njegova budućnost više nije bila sporna.



UNIVERZITET U SARAJEVU

Obala Kulina bana 7, 71000 SARAJEVO
Republika Bosna i Hercegovina
Tel: 387/71/66 33 92, Fax: 66 33 93
Sat. tel/fax: 14128734620

THE UNIVERSITY OF SARAJEVO

Street Obala Kulina bana 7, 71000 SARAJEVO
Republic Bosnia and Herzegovina
Tel: 387/71/66 33 92, Fax: 66 33 93
Sat. tel/fax: 14128734620

Broj: ol-1998-1/95
Sarajevo, 12.12.1995.god.

RADNA GRUPA ZA IZRADU ELABORATA O
DRUŠTVENO-EKONOMSKOJ OPRAVDANOSTI
OSNIVANJA MAŠINSKOG FAKULTETA U BIHAĆU
n/r Prof. Karabegovića

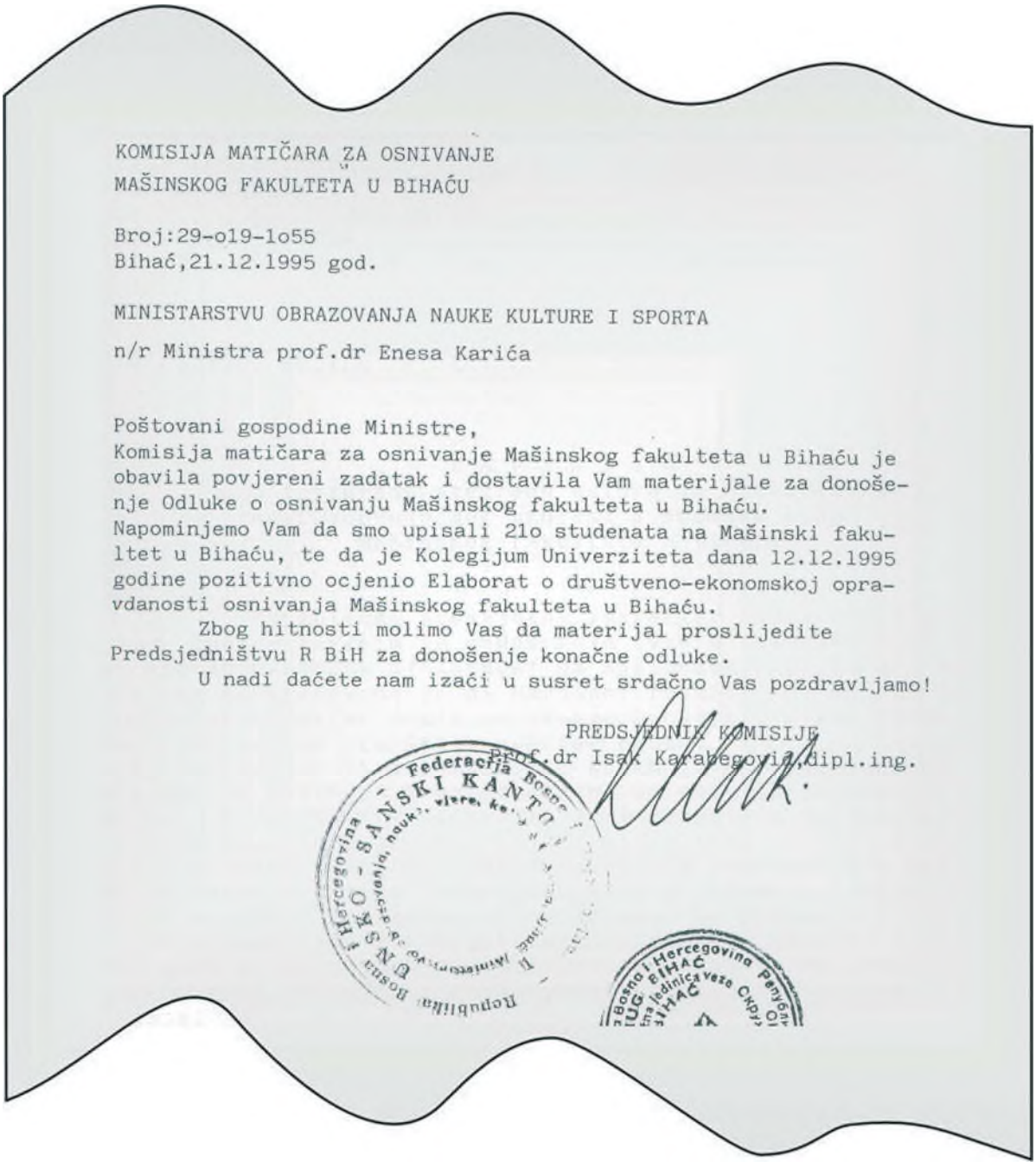
Kolegij Univerziteta u Sarajevu, na sjednici od 12.decembra 1995. godine, na osnovu prijedloga i mišljenja Kolegija zajednice Tehničkih fakulteta Univerziteta u Sarajevu pozitivno je ocjenio Elaborat o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću, koji se, na osnovu člana 13. stav 1. Zakona o univerzitetu podnosi Republičkoj skupštini na dalji zakonski postupak.

UNIVERZITET U SARAJEVU

GENERALNI SEKRETAR

Branimir Ljubičić

Sl. 16.: Faksimil odluke Univerziteta u Sarajevu upućene Skupštini RBiH



KOMISIJA MATIČARA ZA OSNIVANJE
MAŠINSKOG FAKULTETA U BIHAĆU

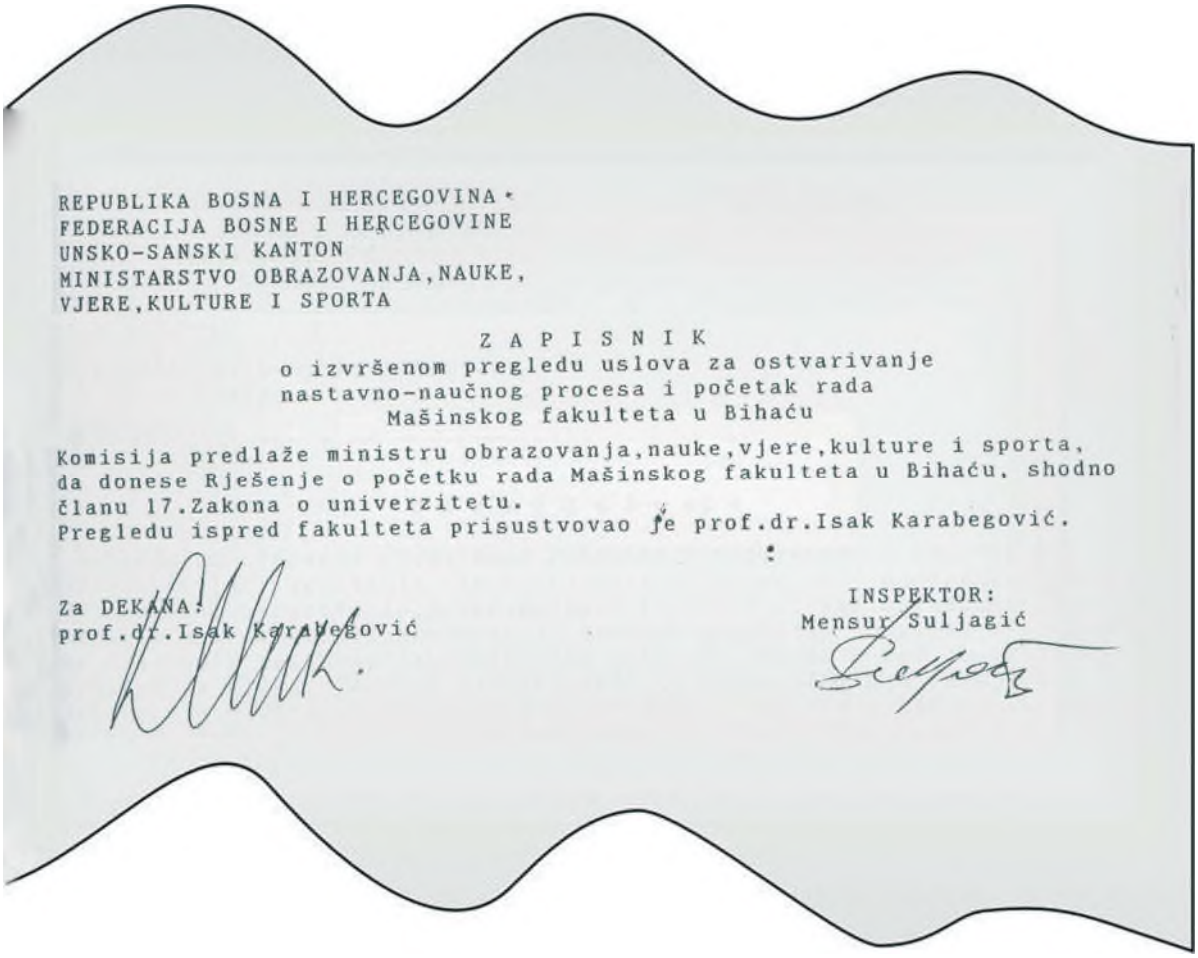
Broj:29-o19-1o55
Bihać,21.12.1995 god.

MINISTARSTVU OBRAZOVANJA NAUKE KULTURE I SPORTA
n/r Ministra prof.dr Enesa Karića

Poštovani gospodine Ministre,
Komisija matičara za osnivanje Mašinskog fakulteta u Bihaću je obavila povjereni zadatak i dostavila Vam materijale za donošenje Odluke o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću.
Napominjemo Vam da smo upisali 21o studenata na Mašinski fakultet u Bihaću, te da je Kolegijum Univerziteta dana 12.12.1995 godine pozitivno ocjenio Elaborat o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja Mašinskog fakulteta u Bihaću.
Zbog hitnosti molimo Vas da materijal proslijedite Predsjedništvu R BiH za donošenje konačne odluke.
U nadi daćete nam izaći u susret srdačno Vas pozdravljamo!

PREDSJEDNIK KOMISIJE
Prof.dr Isak Karabegović,dipl.ing.

Sl. 17.: Faksimil izvještaja Komisije matičara Ministarstvu obrazovanja, nauke, kulture i sporta FBiH



REPUBLIKA BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
UNSKO-SANSKI KANTON
MINISTARSTVO OBRAZOVANJA,NAUKE,
VJERE,KULTURE I SPORTA

Z A P I S N I K
o izvršenom pregledu uslova za ostvarivanje
nastavno-naučnog procesa i početak rada
Mašinskog fakulteta u Bihaću

Komisija predlaže ministru obrazovanja,nauke,vjere,kulture i sporta,
da donese Rješenje o početku rada Mašinskog fakulteta u Bihaću, shodno
članu 17.Zakona o univerzitetu.
Pregledu ispred fakulteta prisustvovao je prof.dr.Isak Karabegović.

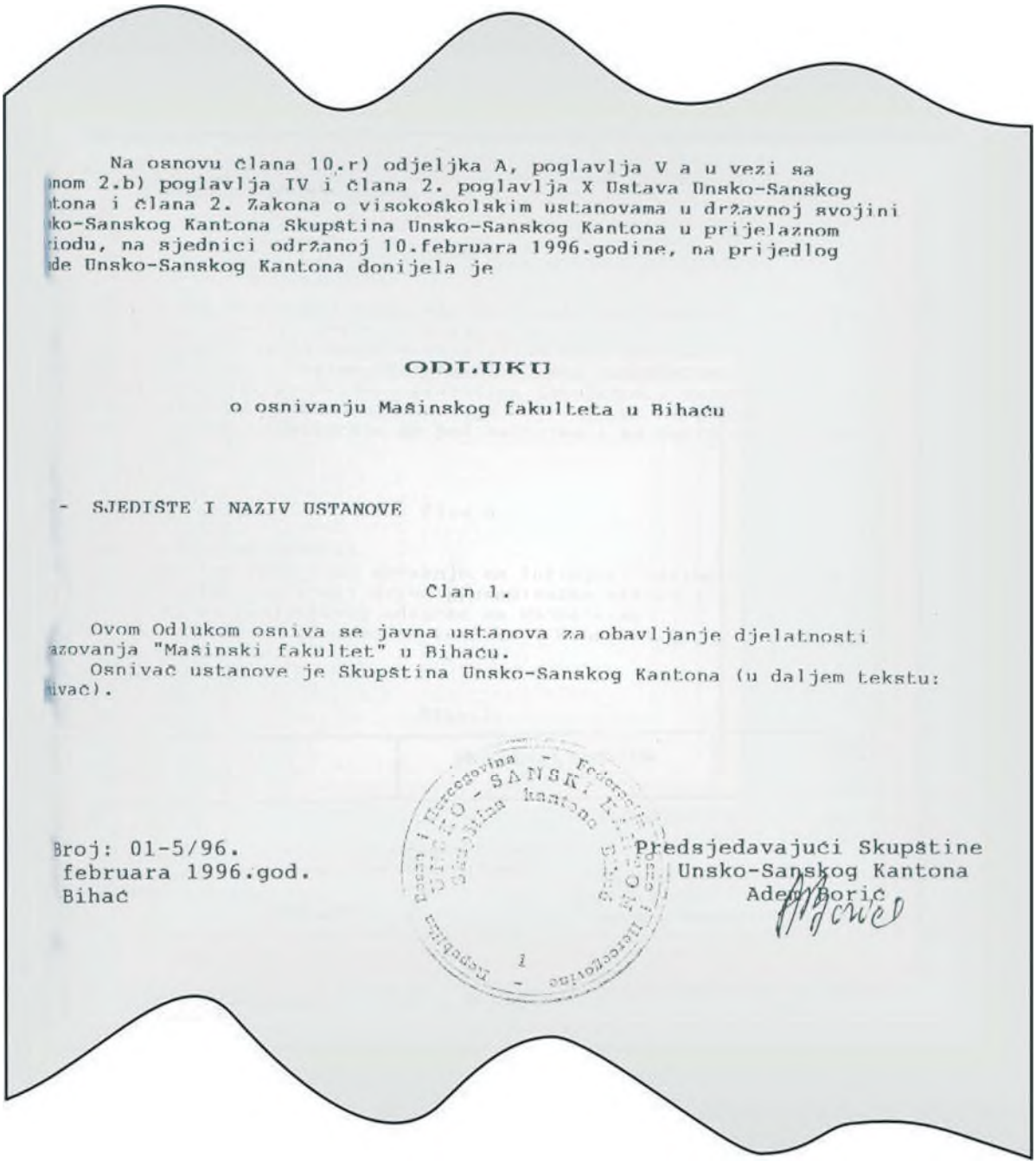
Za DEKANA:
prof.dr.Isak Karabegović

INSPEKTOR:
Mensur Suljagić

Sl. 18.: Faksimil zapisnika inspekcije Ministartsva obrazovanja, nauke, kulture i sporta FBiH



Sl. 19.: Enterijera nekada i sada u zgradi Fakulteta



Na osnovu člana 10.r) odjeljka A, poglavlja V a u vezi sa
nom 2.b) poglavlja IV i člana 2. poglavlja X Ustava Unsko-Sanskog
tona i člana 2. Zakona o visokoškolskim ustanovama u državnoj svojini
ko-Sanskog Kantona Skupština Unsko-Sanskog Kantona u prijelaznom
iodu, na sjednici održanoj 10.februara 1996.godine, na prijedlog
de Unsko-Sanskog Kantona donijela je

ODLUKU

o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću

- SJEDIŠTE I NAZIV USTANOVE

Član 1.

Ovom Odlukom osniva se javna ustanova za obavljanje djelatnosti
azovanja "Mašinski fakultet" u Bihaću.
Osnivač ustanove je Skupština Unsko-Sanskog Kantona (u daljem tekstu:
ivač).

Broj: 01-5/96.
februara 1996.god.
Bihać

Predsjedavajući Skupštine
Unsko-Sanskog Kantona
Adem Borić

Sl. 20.: Faksimil odluke o osnivanju Mašinskog fakulteta u Bihaću

3.3. Transformacija Mašinskog u Tehnički fakultet i njegov razvoj

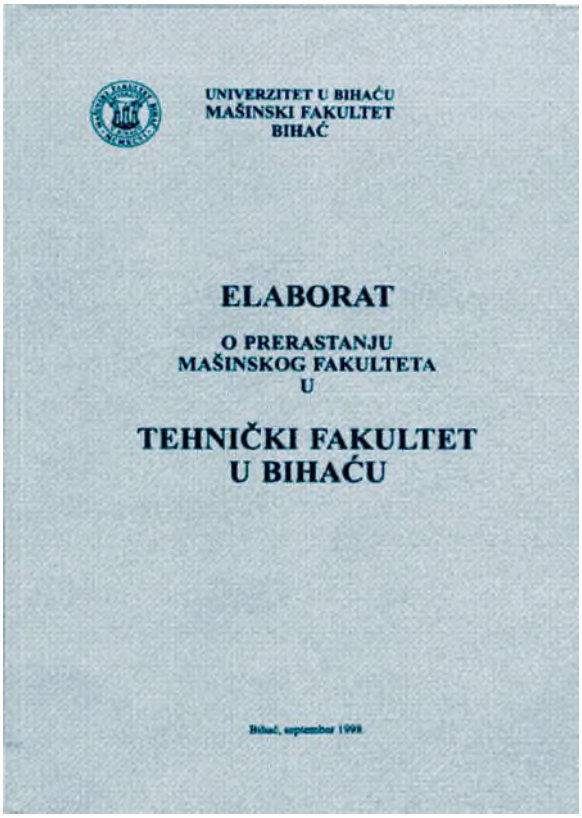
Već od početka rada Mašinskog fakulteta, vizija menadžmenta je bila postavljanje osnova modernog studija koji će studentima osigurati kvalitetnu i svestranu tehničku izobrazbu. To je uključivalo usklađivanje naučno-nastavnih planova i programa sa svjetskim tokovima. Zato je permanentna odrednica Mašinskog fakulteta bila i ostala noveliranje nastavnih planova i programa koji nisu kopije drugih fakulteta iz BiH-a, nego samostalna i kvalitetna kreacija istih. Da bi se osigurao interaktivan i posebno praktičan pristup nastavnim stručnim i edukativnim procesima disciplina koje se slušaju, prišlo se formiranju a) zavoda s laboratorijama i b) kompjuterskog računarskog i kasnije Internet-centra. Time Mašinski fakultet dobiva reference visokoškolske ustanove sposobne ne samo za naučno edukativni nego i naučnoistraživački rad. O tome svjedoči i pružanje usluga privredi (atestiranje vozila, ispitivanje građevinskih i dr. materijala i sl.).

Sve je to poslužilo kao realna osnova prerastanja Mašinskog u Tehnički fakultet. Pored materijalnih činilaca (prostor, oprema) u prilog društveno-ekonomskoj opravdanosti te transformacije bila je i činjenica da je u organizacijskoj strukturi funkcionirao još prije rata drvno-prerađivački i tekstilni odsjek.

Koncepcija realizacije te ideje nije se zadržavala samo na formalnoj transformaciji, nego je imala i daljnju razvojnu komponentu. Organizacijsko dizajniranje Tehničkog fakulteta je uključivalo stvaranje novih odsjeka: elektrotehničkog, građevinskog i grafičkog s dvogodišnjim studijem. Uz to je išla i projekcija potrebne strukture kadrova. Projekt razvoja Tehničkog fakulteta u Bihaću prerastanjem postojećeg Mašinskog fakulteta je izrađen od strane menadžmenta i prezentiran Nastavno-naučnom vijeću fakulteta i nadležnog matičnog ministarstva. Hodogram daljnjih aktivnosti je tekao preko pozitivnog mišljenja Univerziteta u Bihaću i Vlade USK-a.

Odluku o transformaciji Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, Skupština USK-a je donijela 21. 07. 1999 godine. Odluka je objavljena i u Službenom glasniku USK-a.

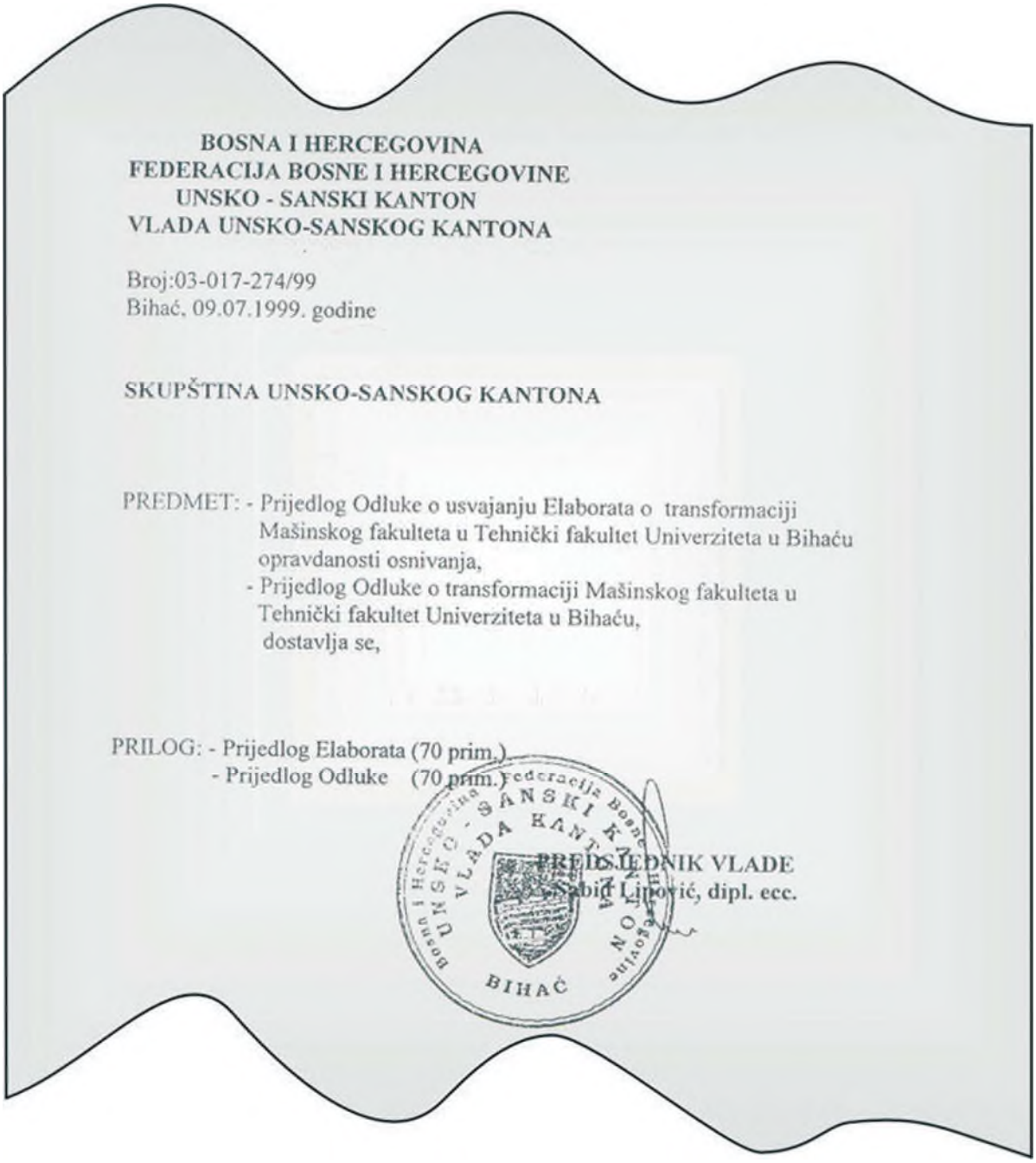
Menadžment Mašinskog fakulteta na čelu s dekanom Isakom Karabegovićem, već u prvoj akademskoj godini 1995./96. pored otvorene prve godine studija nastavlja razvoj i ostalih funkcija tek otvorene visokoškolske institucije. Pristupa se pripremi i otvaranju prvog postdiplomskog studija "Savremene proizvodne tehnologije" koji je upisalo 16 studenata u akad. god. 1997./98., zatim drugog postdiplomskog studija "Savremeno proizvodno inženjerstvo" koji je upisalo 14 studenata u akad. god. 2001./02. Promocija prvih magistara znanosti pod mentorstvom prof. dr. Vlatka Dolečeka, prof. dr. Isaka Karabegovića i prof. dr. Milana Jurkovića obavljena je 29. 03. 2002.



Sl. 21.: Faksimil Elaborata o prerastanju Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet u Bihaću

Polovinom 1996. godine prof. Milan Jurković predlaže dekanu pripremu međunarodnog skupa RIM-97 na temu "Revitalizacija i modernizacija proizvodnje". Nevjerica je bila velika da će prijedlog biti prihvaćen jer je predlagač još 1995., dok nije postajao Mašinski fakultet u Bihaću, predložio drugim fakultetima pa i onima koji postoje više od 30 godina da organiziraju ovakav skup kako bi to bio konkretan doprinos razvoju domaće proizvodnje. Odgovor dekana tih fakulteta je bio uvijek isti: "Prijedlog je dobar, ali zadatak je složen i velik i ne može ga izvršiti jedan fakultet, već se više fakulteta treba udružiti u pripremi i organizaciji tako široko postavljenog programa skupa".

Očekivanje je bilo da će se slika ponoviti, posebno što je zato bilo puno razloga, a najveći da tek otvoreni fakultet treba više raditi na stabilizaciji nastavnog procesa i okupljanju kadrova koji će realizirati nastavni program. Međutim, nevjerica je brzo nestala, jer je dekan Karabegović s velikim interesom pratio izlaganje, a nakon toga uz par pitanja je prihvatio prijedlog uz napomenu da je to pravi skup koji bi trebao da pokrene revitalizaciju i razvoj domaće proizvodnje koja je u ratu devastirana i većim dijelom uništena. Odmah je formiran Organizacioni odbor na čijem je čelu bio prof. Karabegović i Naučni odbor skupa koji je vodio prof. Jurković. Skup je uspješno pripremljen i održan 2. i 3. oktobra 1997., na kome je sudjelovalo 55 autora sa 42 rada i više od 150



BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
UNSKO - SANSKI KANTON
VLADA UNSKO-SANSKOG KANTONA

Broj:03-017-274/99
Bihać, 09.07.1999. godine

SKUPŠTINA UNSKO-SANSKOG KANTONA

PREDMET: - Prijedlog Odluke o usvajanju Elaborata o transformaciji Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću opravdanosti osnivanja,
- Prijedlog Odluke o transformaciji Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću,
dostavlja se,

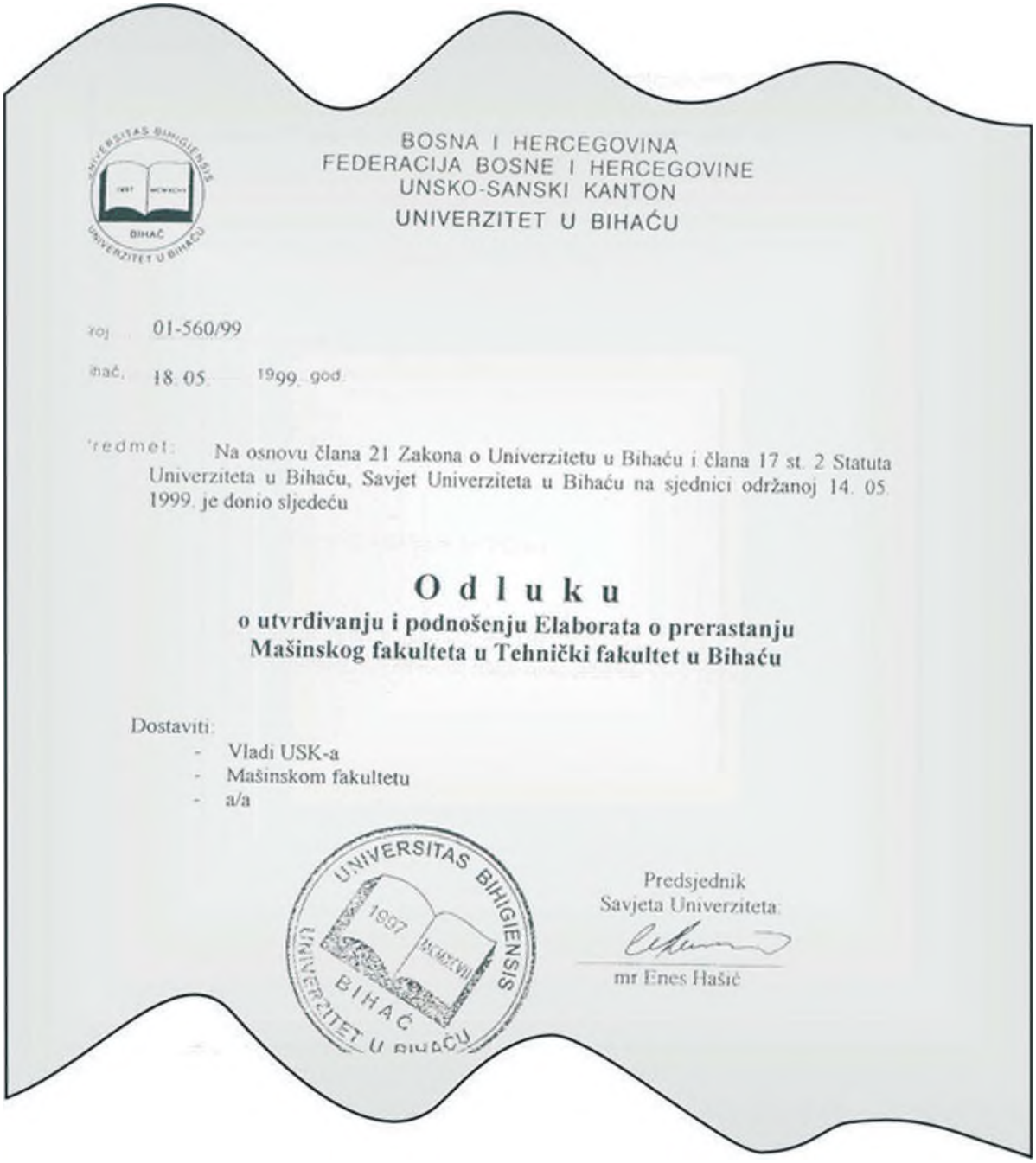
PRILOG: - Prijedlog Elaborata (70 prim.)
- Prijedlog Odluke (70 prim.)

PREDSJEDNIK VLADE
Sabid Lipović, dipl. ecc.

Bosna i Hercegovina Federacija Bosne i Hercegovine UNSKO - SANSKI KANTON VLADA BIHAĆ

Sl. 22.: Faksimil odluke o utvrđivanju i podnošenju elaborata o prerastanju Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet u Bihaću

učesnika. Nakon toga održana su još četiri skupa, a posljednji, peti u septembru 2005. godine na kome je sudjelovalo 287 autora sa 165 radova. Na svih pet, do sada održanih skupova izloženo je ukupno 555 znanstvenih i stručnih radova, s više od 900 autora i koautora iz zemlje i inozemstva i preko 1000 učesnika. U okviru svakog skupa održani su okrugli stolovi na teme razvoja i unapređenja proizvodnje, transfera novih tehnologija, uloge visokog obrazovanja u razvoju privrede i reinženjeringa proizvodnje u zemljama tranzicije s posebnim osvrtom



BOSNA I HERCEGOVINA
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE
UNSKO-SANSKI KANTON
UNIVERZITET U BIHAĆU

roj 01-560/99

ihać, 18. 05. 1999. god.

Predmet: Na osnovu člana 21 Zakona o Univerzitetu u Bihaću i člana 17 st. 2 Statuta Univerziteta u Bihaću, Savjet Univerziteta u Bihaću na sjednici održanoj 14. 05. 1999. je donio sljedeću

O d l u k u
o utvrđivanju i podnošenju Elaborata o prerastanju Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet u Bihaću

Dostaviti:
- Vladi USK-a
- Mašinskom fakultetu
- a/a

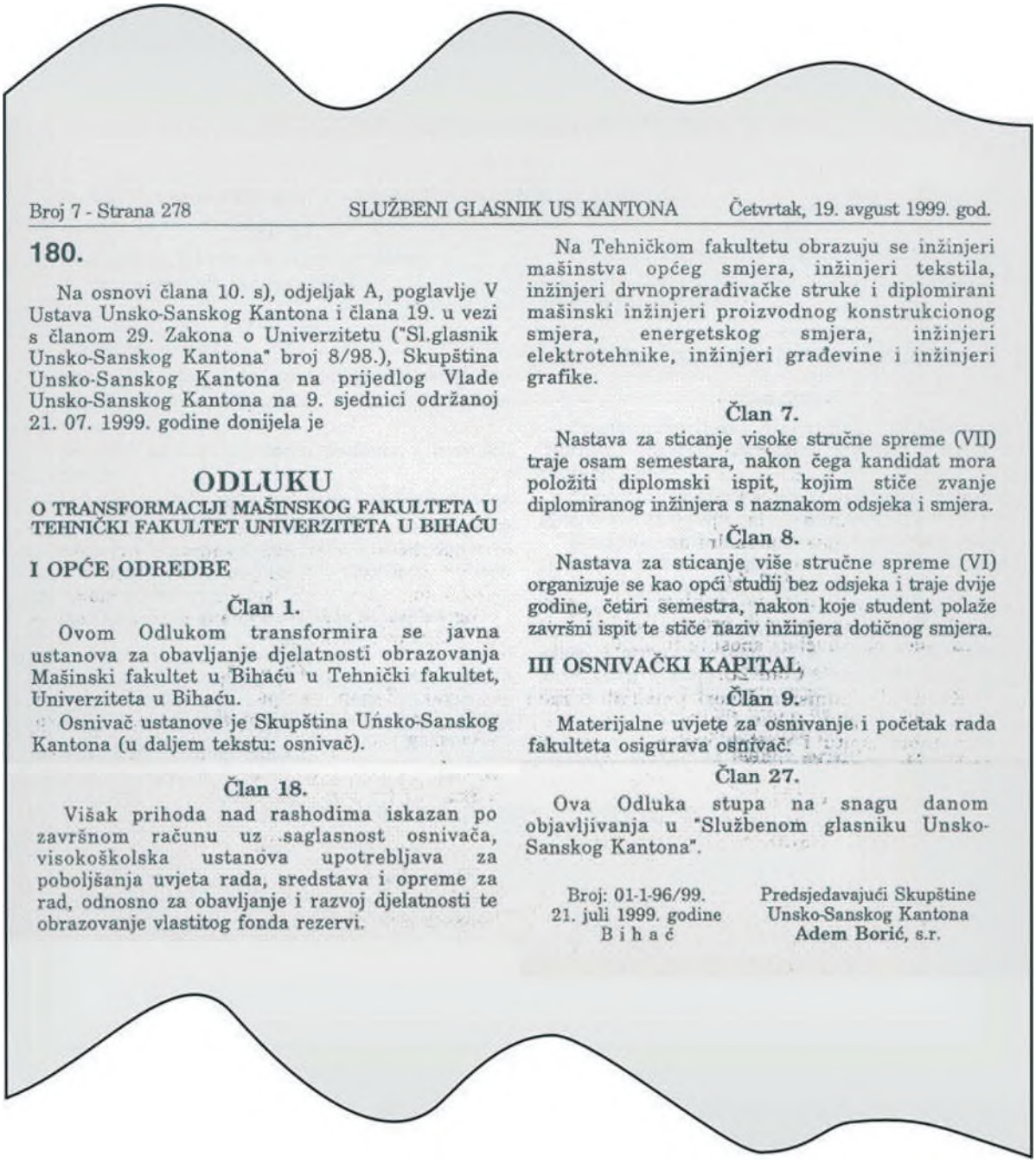
UNIVERSITAS BIHIGIENSIS 1997 BIHAĆ UNIVERZITET U BIHAĆU

Predsjednik
Savjeta Univerziteta:
mr Enes Hašić

Sl. 23.: Faksimil prijedloga odluke Vlade USK-a upućenog Skupštini o usvajanju elaborata i transformaciju Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet

na BiH. Nakon skupa slijedili su zaključci koji su se odnosili na sve relevantne institucije društva, organe vlasti FBiH-a i USK-a, privredne komore, organizacije privrede, univerzitete i fakultete.

Dakako, tu nije kraj realizacije vizije razvoja fakulteta u prvoj godini postojanja. Stoga, u 1996. slijedi izrada elaborata "Projekt modela razvoja i organiziranja Instituta Mašinskog fakulteta u Bihaću", a ubrzo nakon toga dolazi i izrada tehničke dokumentacije i elaborata za dobivanje certifikata ispitivanja



Broj 7 - Strana 278 SLUŽBENI GLASNIK US KANTONA Četvrtak, 19. avgust 1999. god.

180.

Na osnovi člana 10. s), odjeljak A, poglavlje V Ustava Unsko-Sanskog Kantona i člana 19. u vezi s članom 29. Zakona o Univerzitetu ("Sl.glasnik Unsko-Sanskog Kantona" broj 8/98.), Skupština Unsko-Sanskog Kantona na prijedlog Vlade Unsko-Sanskog Kantona na 9. sjednici održanoj 21. 07. 1999. godine donijela je

ODLUKU

O TRANSFORMACIJI MAŠINSKOG FAKULTETA U TEHNIČKI FAKULTET UNIVERZITETA U BIHAĆU

I OPĆE ODREDBE

Član 1.

Ovom Odlukom transformira se javna ustanova za obavljanje djelatnosti obrazovanja Mašinski fakultet u Bihaću u Tehnički fakultet, Univerziteta u Bihaću.

Osnivač ustanove je Skupština Unsko-Sanskog Kantona (u daljem tekstu: osnivač).

Član 18.

Višak prihoda nad rashodima iskazan po završnom računu uz saglasnost osnivača, visokoškolska ustanova upotrebljava za poboljšanja uvjeta rada, sredstava i opreme za rad, odnosno za obavljanje i razvoj djelatnosti te obrazovanje vlastitog fonda rezervi.

Na Tehničkom fakultetu obrazuju se inžinjeri mašinstva općeg smjera, inžinjeri tekstila, inžinjeri drvnoprerađivačke struke i diplomirani mašinski inžinjeri proizvodnog konstrukcionog smjera, energetskog smjera, inžinjeri elektrotehnike, inžinjeri građevine i inžinjeri grafike.

Član 7.

Nastava za sticanje visoke stručne spreme (VII) traje osam semestara, nakon čega kandidat mora položiti diplomski ispit, kojim stiče zvanje diplomiranog inžinjera s naznakom odsjeka i smjera.

Član 8.

Nastava za sticanje više stručne spreme (VI) organizuje se kao opći studij bez odsjeka i traje dvije godine, četiri semestra, nakon koje student polaže završni ispit te stiče naziv inžinjera dotičnog smjera.

III OSNIVAČKI KAPITAL

Član 9.

Materijalne uvjete za osnivanje i početak rada fakulteta osigurava osnivač.

Član 27.

Ova Odluka stupa na snagu danom objavljivanja u "Službenom glasniku Unsko-Sanskog Kantona".

Broj: 01-1-96/99.
21. juli 1999. godine
B i h a ć

Predsjedavajući Skupštine
Unsko-Sanskog Kantona
Adem Borić, s.r.

Sl. 24.: Faksimil Odluke o transformaciji Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, objavljene u Službenom glasniku USK-a

motornih i priključnih vozila, te izrade "Strategije razvoja Tehničkog fakulteta za period 2003-2015".

Sve navedeno govori u prilog činjenici da i najbolji prijedlozi i ideje ne ugledaju svijetlo dana ako padnu na neplodno tlo. Srećom ili spletom drugih okolnosti u ovom slučaju postojala je prava vizija razvoja i cilj koji treba ostvariti tada najmlađi fakultet u BiH, pa pravi prijedlozi nisu trebali čekati kako se to obično kaže 'bolja vremena'.



Sl. 25.: Zaslužni pojedinci za razvoj Mašinskog (Tehničkog) fakulteta



Sl. 26.: Organizacioni odbor RIM 2003



Sl. 27.: Modna revija 2002. godine

I u oblasti tekstila Tehnički fakultet se eksponirao preko dvije vrlo uspješne manifestacije mladih studenata dizajna.

U izdanju Tehničkog fakulteta publikovano je preko 45 udžbenika, praktikuma, ali i druge značajne nastavne i stručne građe. Time Tehnički fakultet svojom koncepcijom i edukativno naučnim dimenzijama i funkcijama prednjači u okviru Univerziteta u Bihaću.

U desetogodišnjem djelovanju stvarani su *image* i reference upornim radom, čime je postignut identitet koji ga čine korespodentnim za inosaradnju i interdisciplinarne aktivnosti kompatibilnim sa sličnim institucijama u Evropi i svijetu. Dokazi za to leže u dobivenom certifikatu za sistem upravljanja kvalitetom ISO 9001/2000 godine i uspješno provedena interna evaluacija Tehničkog fakulteta potvrđena ekspertnim timom Evropske univerzitetske asocijacije 2004. godine.

4. Osnivanje Univerziteta u Bihaću

Elaborat je uz poziv dostavljen širokom krugu bosansko-hercegovačke naučne i društvene elite, pa je uz prisustvo brojnih gostiju održana svečana sjednica Skupštine USK-a 28. 7. 1997. u Bihaću. Kao što je već navedeno osnovna pretpostavka o osnivanju Univerziteta u Bihaću bilo je potpisivanje ugovora

četiri visokoškolske ustanove o udruživanju u Univerzitet. Ovaj ugovor je potpisan 30. 06. 1997. godine, a zaveden je pod brojem15/1.612-52/97. Poslije potpisivanja ugovora četiri visokoškolske institucije o udruživanju u Univerzitet, Vlada USK-a je na sjednici, održanoj dana 4. 7. 1997. godine, donijela zaključak o prihvatanju odluke o usvajanju Elaborata o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja Univerziteta u Bihaću i uputila ga Skupštini USK-a na razmatranje. Ovaj zaključak je zaveden pod brojem 03-017-279/97.

Konačno, Skupština USK-a donosi Odluku o davanju saglasnosti na ugovor o udruživanju u Univerzitet u Bihaću čime je osnovan Univerzitet u Bihaću. Ova Odluka je donešena 28. 7. 1997. godine i zavedena je pod brojem 01-88/97. U daljim aktivnostima Vlada USK-a je dana 8. 8. 1997. godine donijela Odluku o formiranju privremenog Savjeta Univerziteta u Bihaću. Odluka je zavedena pod brojem 03-017-341/97. Privremeni Savjet Univerziteta u Bihaću imao je slijedeći sastav:

1. Prof. dr. Isak Karabegović
2. Prof. dr Esad Jakupović
3. Prof. dr. Dževad Medić
4. Mersud Omerdić
5. Hasan ef. Makić
6. Dr. Fuad Sedić
7. Mr. Fahrudin Midžić
8. Mr. Halid Merdanić
9. Hrnjica Bahrudin
10. Adem Borić
11. Mr. Enes Hašić
12. Idriz Zulić
13. Asim Koričić.

Na osnovu zapisnika o ostvarenom uvidu u stanje javne ustanove Univerziteta u Bihaću broj UP-2:15-61-15/98. od dana 6. 1. 1998. o ispunjavanju osnovnih uslova za upis u sudsku registraciju, Kantonalni sud u Bihaću je izdao rješenje o upisu u sudski registar registarskog suda o Osnivanju javne ustanove Univerzitet u Bihaću, ul. Kulina bana 2, dana 19. 2. 1998. godine.

U daljem razvoju Univerziteta u Bihaću značajan datum je svakako Svečana sjednica Skupštine USK-a održana 28. 5. 1998. godine, kada je usvojen Zakon o Univerzitetu u Bihaću. Vlada USK-a je na svojoj sjednici, održanoj dana 11. 6. 1998. godine, donijela zaključak o prihvatanju Elaborata o društveno-ekonomskoj opravdanosti osnivanja slijedećih visokoškolskih ustanova:

Biotehničkog fakulteta
Pravnog fakulteta
Ekonomskog fakulteta
Pedagoškog fakulteta
Više medicinske škole

Konačno, na sjednici Skupštine USK-a, održanoj dana 17. juna 1998. godine, donešena je odluka o prihvatanju Elaborata za osnivanje novih pet visokoškolskih ustanova.

5. Univerzitetska biblioteka

Pored fakultetske biblioteke značajnu funkciju ima i Univerzitetska biblioteka. Visokoškolska odnosno Univerzitetska biblioteka je namijenjena potrebama izvođenja i unapređivanja nastavnog i naučnoistraživačkog rada u akademskim ustanovama odnosno na Univerzitetu. Biblioteka Univerziteta je naučna biblioteka općeg i specijalnog karaktera koja pripada kategoriji biblioteka visokih škola (UNESCO-klasifikacije). Zove se još i Akademska biblioteka, jer doprinosi sticanju akademskog obrazovanja i akademskih naziva. Knjižni fond koriste nastavnici, asistenti, a prvenstveno studenti.

Univerzitetska biblioteka u Bihaću općeg je karaktera jer posjeduje literaturu iz svih oblasti nauka. Fakultetske biblioteke nabavljaju, pak u vezi s osnovnim profilom dodiplomskog studija, literaturu iz oblasti naučnih disciplina.

Univerzitetska biblioteka obrađuje, čuva, prikuplja, istražuje i održava baze podataka o izvornim informacijama u BiH za potrebe visokoškolskog obrazovanja i naučnoistraživačkog rada. Sve fakultetske biblioteke su organizaciono povezane, informacijski umrežene i predstavljaju bibliotečko-informacijski sistem Univerziteta u Bihaću. Matična funkcija opće biblioteke Univerziteta



Sl. 28.: Zgrada univerzitetske biblioteke



Sl. 29.: Interijer Univerzitetske biblioteke



Sl. 30.: Svečano otvaranje Univerzitetske biblioteke

proistječe iz Zakona o bibliotečkoj djelatnosti, statutima biblioteke i Univerziteta u Bihaću. U izgradnji prostora te postavljanju Univerzitetske biblioteke izuzetan doprinos pored menadžmenta Univerziteta dao je menadžment i Tehničkog fakulteta u Bihaću. Bibliotečki fond sadrži djela trajne naučne, obrazovne, kulturne i druge vrijednosti kao savremena dokumenta kao izvori referentnih informacija a obrazuju se nabavkama, obaveznim primjercima, poklonima, razmjenom itd. U prostorima Univerzitetske biblioteke u Bihaću je rezerviran dio ne samo za korištenje knjiga i informatičke opreme nego i duži boravak studenata prvenstveno u pripremanju ispita.

6. Društvo za robotiku u Bosni i Hercegovini

Na inicijativu grupe naučnih radnika i inženjera koji se bave problemom robotike i/ili prate primjenu robota u različitim oblastima, posebno u industriji, održana je osnivačka skupština Društva za robotiku Bosne i Hercegovine dana 20. 06. 2003. godine u Bihaću na Tehničkom fakultetu i osnovano Društvo za robotiku u Bosni i Hercegovini. Na osnivačkoj skupštini razmatrani su i usvojeni osnovni dokumenti društva: Statut Društva i Odluka o osnivanju, te izvršen izbor organa Društva: predsjednika Društva, generalnog sekretara, članova Upravnog odbora i članova Nadzornog odbora.

Članovi Upravnog odbora:

1. Prof. dr. Vlatko Doleček, Univerzitet u Sarajevu
2. Prof. dr. Isak Karabegović, Univerzitet u Bihaću
3. Prof. dr. Sead Pašić, Univerzitet u Mostaru
4. Prof. dr. Šimun Bogdan, Sveučilište u Mostaru
5. Prof. dr. Ramiz Šelo, Univerzitet u Tuzli
6. Prof. dr. Miroslav Rogić, Univerzitet u Banjoj Luci
7. Prof. dr. Nermina Zaimović-Uzunović, Univerzitet u Zenici

Članovi Nadzornog odbora:

1. Prof. dr. Milan Jurković, Univerzitet u Bihaću
2. Prof. dr. Fuad Ćatović, Univerzitet u Mostaru
3. Prof. dr. Dušan Vukojević, Univerzitet u Zenici



Sl. 31.: Društvo za robotiku Bosne & Hercegovine

Ciljevi Društva za robotiku Bosne & Hercegovine su:
- naučno-stručna istraživanja u oblasti robotike i robotskih sistema
- edukacija i unapređenje obrazovanja iz robotike, robotskih sistema i mehatronike
- aplikacija robotskih sistema u industriji
- formiranje laboratorija za edukaciju i transfer znanja
- formiranje centra za robotiku i robotskih sistema na univerzitetima i srednjim školama
- održavanje aktivnosti inovatora iz šire oblasti robotskih sistema
- organizovanje naučno-stručnih skupova u zemlji i inostranstvu
- organizovanje izložbi inovatora iz oblasti robotike, robotskih sistema i mehatronike
- saradnja sa sličnim društvima u inozemstvu.



Sl. 32.: Osnivačka skupština Društva za robotiku



Sl. 33.: Upravni odbor Društva za robotiku

Društvo za robotiku je vrlo aktivno u svom radu. Od osnivanja do danas je organiziralo ukupno devet međunarodnih konferencija. Četiri konferencije pod nazivom "Razvoj i modernizacija" (RIM 2003, RIM 2005, RIM 2007 i RIM 2009 koja je održana u Egiptu u Kairu). Pet međunarodnih naučnih konferencija pod nazivom "Nove tehnologije, razvoj i primjena" (NT-2014, NT-2015,





Sl. 34.: Konferencija NT-2018, 28. – 30. juna 2018. god.



Sl. 35.: Izdavač Springer Zbornika konferencije NT-2018



Sl. 36.: Poziv za održavanje 5. međunarodne konferencije NT-2019

NT-2016, NT-2018 i NT-2019 koja se održava 27. − 29. juna, 2019. godine u Akademiji nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine). Zbornik radova s konferencije NT-2018 štampao je ugledni njemački izdavač Springer. Sve pripreme su izvršene za održavanje 5. međunarodne konferencije NT-2019 godine, a također sve radove s konferencije će štampati izdavač Springer.

Konferencija Nove tehnologije, razvoj i primjena potvrđuje svoj međunarodni karakter i značaj, o čemu najbolje govori i činjenica da se za učešće na ovim konferencijama prijavi oko 200 autora i koautora uglavnom mlađih istraživača sa do 80 naučnih radova iz preko 20 zemalja kao npr. USA, UK, Turska, Gruzija, Ukrajina, Rumunija, Bugarska, Grčka, Italija, Švicarska, Hrvatska, Slovenija, Srbija, Crna Gora i druge s nekoliko kontinenata. Uvodničari na konferencijama dolaze iz drugih zemalja i prestižnih univerziteta.

Zaključak

Razvoj visokog i višeg obrazovanja u gradu Bihaću u Bosni i Hercegovini počevši od 1970. godine, zahvaljujući odjeljenju Više mašinske škole iz Karlovca, razvijalo sve do osnivanja Univerziteta u Bihaću 1997. godine. Univerzitet u Bihaću je pravno lice koje ima slijedeće departmane: Tehnički fakultet,

Ekonomski fakultet, Pravni fakultet, Pedagoški fakultet, Fakultet zdravstvenih studija, Biotehnički fakultet i Islamski pedagoški fakultet, na kojima se može steći diploma za 26 različitih profila. Do sada je na Univerzitetu u Bihaću svoj studij okončalo ukupno 4.935 studenata/ica, od kojih je VI. stepen završilo 3.954 studenta/ica, a VII. stepen 981 student/ica. Univerzitet u Bihaću razvija se kao odgovorna, autonomna i vodeća istraživačka, obrazovno-naučna i umjetnička ustanova u USK-u, Bosni i Hercegovini i Evropi. Uspostavljen je na principima akademskih sloboda, te uvažavanja studenata kao najznačajnijih aktera visokog obrazovanja

Literatura

[1] Isak Karabegović: *Monografija tehničkog fakulteta u Bihaću 1996. − 2006.*, Tehnički fakultet Bihać, Bihać, 2006.

[2] Isak Karabegović: Elaborat o osnivanju Mašinskog fakultet Bihać, Bihać,1995.

[3] Isak Karabegović: Transformacija Univerziteta u Bihaću, Bihać, 2001.

[4] Isak Karabegović, Doleček, V.: Elaborat o osnivanju fakulteta Informatike, Bihać, 2003.

[5] Isak Karabegović, Jurković, M.: Elaborat o prerastanju Mašinskog fakulteta u Tehnički fakultet u Bihaću, Bihać, 1998.

[6] Isak Karabegović, Doleček, V., Jurković M., (Editors): Informator ECTS-European Credit Transfer System/Evropski sistem prijenosa bodova, Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, str. 283, Bihać, 2002.

[7] Educational System and Structure in the Norwegian/University of Trondheim, 2001.

[8] Freedman, Ch., Jahoda, M.: *World Futures − The Great Debat*; Martin Robertson and Co., LTD, 1978.

[9] Bollinger, J.: The Factory of the Future-Technological Aspects, 38th CIRP General Assambly, Tokyo, 1988.

[10] Boulding, K.: *A Primer on Social Dynamics*, Free Press, New York, 1970.

[11] Bolonjska deklaracija: Europski prostor visokog obrazovanja (Magna Charta Universitatum), Bolonja, 19. 6. 1999.

[12] Božičević, J.: Hrvatska razvojna politika za gospodarstvo znanja, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 2000.

[13] *Monografija Univerziteta u Bihaću 1997. – 2007*., Univerzitet u Bihaću, Bihać, 2007.

[14] Mulaosmanović, A., *Bihaćka krajina 1971. − 1991.* (utjecaj politike i političkih elita na privredni razvoj), Institut za istoriju, Sarajevo, 2010.

[15] *Unsko-sanski kanton u brojkama*, Federalni zavod za statistiku, Sarajevo, 2017., www.fzs.ba

[16] *Visoko obrazovanje u FBiH 2014./2015*., Statistički bilten 214, Federalni zavod za statistiku, Sarajevo 2015., www.fzs.ba

Josip Moser

Stota obljetnica tehničkog obrazovanja u Hrvatskoj

Sažetak: Prikazano je osnivanje Tehničke visoke škole u Zagrebu prije 100 godina, 1919., prvi svečani govor rektora, kao i teškoće do kojih je došlo prije i nakon osnivanja. Tehnička visoka škola postala je 1924. godine Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Ključne riječi: Tehnička škola u Zagrebu, Tehnička visoka škola u Zagrebu, Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, osnivanje Tehničkog fakulteta u Zagrebu, protestna skupština Udruženja Jugoslavenskih Inženjera i Arhitekta (1928.)

Uvod

Ove godine obilježavamo nekoliko značajnih stotih obljetnica vezanih uz razvoj tehnike u Hrvatskoj. Naime, 1919. godine, po završetku Prvog svjetskog rata, nova država Kraljevstvo Srba, Hrvata i Slovenaca, nastojala je umjesto ukinutih udruga inženjera i arhitekata osnovati udruženje jugoslavenskih inženjera i arhitekata, čija bi glavna uprava bila u Beogradu. Udruženje je odobrio kralj Aleksandar posebnom uredbom, kojom je odobren osnutak sekcija u Ljubljani, Zagrebu, Sarajevu, Splitu, Novom Sadu, Beogradu, Nišu i Skopju. Udruženje je imalo osnivačku skupštinu u svibnju 1919. u Beogradu, a sekcije su osnivane postupno.

Sekciji Zagreb povjereno je da pokrene časopis *Tehnički list*, čiji je prvi broj objavljen u kolovozu (br. 1.), a tijekom 1919. objavljeno je šest brojeva. Već u prvom broju obećano je da će izlaziti svaka dva tjedna i da će imati 20

do 24 broja godišnje, s oko 400 do 500 stranica godišnje. I zaista, časopis je izlazio u razdoblju 1919. − 1939. Redakcija je bila u Zagrebu, glavni urednik bio je iz Zagreba, a tiskan je u tiskari Zaklade tiskare *Narodnih novina* u Zagrebu. Bio je trojezičan: na srpskom jeziku – ćirilicom te na hrvatskom i "slovenačkom" jeziku – latinicom. Vrlo rijetko javlja se i poneki tekst na njemačkom jeziku, i to ako je riječ o radu nekog našeg stručnjaka objavljenom u stranom (njemačkom ili austrijskom) časopisu. Takav je, na primjer, bio tekst dr. Josipa Lončara *Die Isolierstofe der Elektrotechnik* (*Izolacijski materijali u elektrotehnici*) u *Tehničkom listu* br. 9. iz 1925. godine, str. 151.-152. [1].

I, konačno je 29. studenog 1919. u Zagrebu počela raditi Tehnička visoka škola, i to prigodnim govorom rektora arhitekta Ede Schoena (1877. − 1949.) i nastupnim predavanjem prof. dr. Marija Kiseljaka. Time je Tehnička visoka škola izišla prvi put pred javnost, premda je još prije (1. listopada) počela rad. [1]

U radu želim prikazati napore koji su doveli do osnutka škole jer iz nje uskoro nastaje Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, iz kojeg se tijekom sto godina organiziraju svi današnji stručni i tehnički fakulteti i znanstveni instituti Sveučilišta. Pritom je bilo puno problema i najčešće pomanjkanja novaca, stručnjaka, kadrova, jedino je uvijek bilo puno zainteresiranih studenata.

1. Želja za Tehničkom visokom školom

Dugo je tinjala želja tehničkih krugova u Hrvatskoj i Slavoniji, ali i u Dalmaciji, za otvaranjem Tehničke visoke škole u Zagrebu. Kako je do toga došlo, najbolje nam može poslužiti tekst iz *Tehničkog lista* br. 1. iz 1920. godine, koji na stranicama 18-19 pokazuje tijek nastojanja da se dođe do osnutka Tehničke visoke škole u Hrvatskoj. Naslov je: Otvorenje Tehničke visoke škole u Zagrebu. Tekst je vezan uz govor rektora E. Schoena. Interesantno je da je potpisan samo inicijalima *mp,* ali malo boljom analizom može se zaključiti da je autor arhitekt Martin Pilar (1861. − 1942.), jedan od prvih profesora te škole.

Hrvatski inženjeri i arhitekti osnovali su svoju udrugu, osnutkom kluba, još 1878. godine, što je bilo vrlo značajno za razvitak privrednog života u Hrvatskoj. Posebno je bilo važno pratiti novo tehničko naziranje svijeta, države, društva i pojedinaca, koje se u četvrtom kvartalu XIX. stoljeća naglo mijenjalo u svijetu, Europi i kod nas. U Hrvatskoj se pojavila potreba opsežnije i dublje tehničke izobrazbe širih slojeva društva te je zaključeno da je društvo dotad bilo uglavnom vezano uz praktična, najviše poljoprivredna zanimanja, bez dovoljne stručne spreme.

Treba naglasiti da je Hrvatsko sveučilište u Zagrebu osnovano 1874. godine i da je težnja za osnutkom studija tehnike dobila veliku potporu Društva

inženjera i arhitekata, tako da su oni uvijek nastupali zajedno. Međutim, premda je pitanje osnutka visoke škole u Zagrebu bilo više puta razmatrano, vidljivog uspjeha nije bilo. Vlasti u tadašnjoj Austro-Ugarskoj nisu smogle ni razumijevanja, ni sredstava za realizaciju projekta. Obično je projekt zaustavljan u Budimpešti, odnosno na Ugarsko-Hrvatskom saboru. Inženjerska struka, uglavnom školovana u Beču, Grazu ili Pragu, ulazila je u službenička činovnička namještenja i pomalo gubila vjeru u vlastite snage. I naglasimo da su se rijetki mladi upuštali u studij tehničkih struka jer je bio vrlo skup i dugotrajan.

Određeni preokret za osnutak studija tehnike u Zagrebu nastao je 1898. godine, kad je Društvo inženjera i arhitekata poslalo predstavku na Vladu. Predstavku su podržali: Trgovačka obrtna komora Zagrebu, županijski odbori zagrebačke, požeške i osječke županije, kao i Zemaljski savez hrvatskih slavonskih industrijalaca. Međutim, ni predstavka nije bila uspješna, jer kako je napisao *mp*

> "(...) naša bivša službeno zvana tisućljetna braća nijesu dali, da se kulturno i gospodarski pridignemo."

Rezultat je bio jednak, odugovlačenje. A ipak, došlo je do osnutka Srednje tehničke škole u Zagrebu, korak više od Obrtne škole, koja će školovati tehničare.

Zanimljivo je da je tajnik Društva inženjera i arhitekata tadašnji gradski inženjer Michal Ursiny skupio i 1899. u brošuri pod naslovom *Die technische Hochschule in Agram* (*Tehnička visoka škola u Zagrebu*) objavio svu građu koja je bila objelodanjena po raznim dnevnicima i u vijestima društva, a koja živim riječima i jakim razlozima govori o potrebi studija tehnike. Vrijedno je zabilježiti da je zagovarao osnutak tehničkog fakulteta na Sveučilištu i to inženjerski odio i geodetski tečaj.

2. Doprinos pojedinaca

Kao što znamo, 1906. u Hrvatskoj je na vlast došla tzv. narodna vlada te je osnivanje tehnike dobilo konkretne konture. Naime, osnivanje je uvela u svoj program. Predstojnik Vladina Odjela za prosvjetu bio je Milan Rojc (1855. − 1946.). On je ideju vrlo detaljno razradio. Ali, kako piše *mp*:

> "Prekodravski ministar nije nikada našao sredstva za nas. Bili smo prisiljeni, da iz svoje vlastite sirotinje namaknemo sredstva za tehniku, kako smo to činili i kod drugih naših kulturnih institucija."

Tad se pojavio prvi veliki domoljub koji se odazvao pozivu M. Rojca. Bio je to opat i župnik u Mariji Bistrici dr. Juraj Žerjavić (1842. − 1910.), koji je u svojoj oporuci (1. siječnja 1910.) ostavio kuću na uglu tadašnje Rajnerove ulice (danas Vukotinovićeva ulica) i Mažuranićeva trga za buduću tehničku visoku školu. Danas na toj dvokatnici stoji skromna spomen-ploča. Prolaznici, ako i obrate pažnju na tekst, premda se ulice drukčije zovu, ne mogu ni zamisliti da je tu bila jezgra tehničke struke u Hrvatskoj.

Hrvatski ban dr. Nikola Tomašić (1864. − 1918.), ponukan tim darom pokrenuo je anketu o osnutku tehničke visoke škole. Rezultat je bio da se treba osnovati tehnički fakultet na univerzi za inženjere, šumare i gospodare. Međutim, taj put se Društvo inženjera i arhitekata usprotivilo i u javnosti istupilo da je protiv takvog tehničkog fakulteta na univerzi i da se zalaže za samostalnu tehničku visoku školu, koja se imala otvoriti ujesen 1911. i to s odjelom za građevne inženjere, kulturne inženjere i geodetski tečaj. Naime, Društvo je željelo kopirati rad Tehničke visoke škole u Grazu u Austriji.

Milan Rojc optužen je za otezanje s odlukom. Vlada je optužena da to pitanje smatra neozbiljnim te da neistinito daje potporu. I među članstvom Društva došlo je do raskola, tako da je 1911. zaključilo da kod sličnih pokušaja više neće sudjelovati. I tako se nije dogodilo ništa, a pred vratima je bio prvo Balkanski rat, a potom veliki Prvi svjetski rat.

3. Konačno početak rada

Za vrijeme Prvog svjetskog rata Društvo inženjera i arhitekata opaža da se vlasti i u Zagrebu i u Beču nastoje približiti izmučenim narodima te da je sklono uvažiti gospodarske i kulturne zahtjeve. Zato se koncem 1917., u jeku rata, ponovno pokreće pitanje studija tehnike. To pitanje pokreće opet Milan Rojc, koji je i tad bio predstojnik Ureda za prosvjetu. On izrađuje novu zakonsku odredbu za Hrvatski sabor o osnivanju Tehničke visoke škole, a molbom upućenom Društvu traži da ono izradi nacrt naučne osnove.

Rasprava se otegnula godinu dana, u kojoj je došlo do raspada Austro-Ugarske Monarhije i osnutka Kraljevstva Srba, Hrvata i Slovenaca... Ipak, Rojc objavljuje naredbu Povjereničkog vijeća kojom se 10. prosinca 1918. godine,[1] osniva Tehnička visoka škola u Zagrebu. Tako je on kroz 12 godina teškog političkog rada uspio ostvariti ideju na kojoj je uporno radio. Može se reći da je uspio svladati jednakom upornošću i ustrajnošću.

1 Austro-Ugarska potpisala je kapitulaciju 3. studenog 1918., a Kraljevstvo Srba, Hrvata i Slovenaca proglašeno je 1. prosinca te godine.

U svibnju 1919. imenovana su prva tri profesora: inženjer graditeljstva Milan Čalogović (1878. – 1945.), dr. ing. Jaroslav Havliček (1879. – 1950.) i arh. ing. Martin Pilar. Njima je povjereno da definiraju sastav naučne osnove za obuku, ali i briga za uređenje zgrade. U kolovozu su izabrani profesori: ing. Horvat, dr. Kiseljak, dr. Njegovan i arh. Schoen. I oni živo surađuju u brojnim i raznovrsnim pripremnim radnjama za otvaranje studija. Objavljuju se upisi i upisuju prvi studenti. Na svim odjelima i tečajevima upisano je ukupno u prvoj godini oko 300 slušača. Prema izjavi rektora kod svečanog otvorenja:

> "(...) bit će ih i više jer mnogi dolaze na naknadni upis, iz koje brojke se vidi, da će broj slušača, kad budu sva četiri godišta otvorena, iznašati oko 1000, dakle, usporediv s vanjskim tehnikama će se ranžirati među velike tehnike."

Prva nastava naše tehnike počinje u listopadu. Ona sadrži osam odjela, koji će poslije postati samostalni fakulteti. Ti su odjeli:

- arhitektonsko inženjerstvo
- građevinsko inženjerstvo
- kulturno inženjerstvo
- kemijsko inženjerstvo
- strojarsko inženjerstvo
- elektrotehničko inženjerstvo
- brodograđevni i brodostrojarski odio
- geodetski tečaj i
- tečaj za naobrazbu učitelja viših trgovačkih škola.

Na ovom mjestu vrijedi citirati rečenicu iz rektorova govora:

> "U koliko bi se neupućenim činilo, da nekoji odjeli kod nas još nisu potrebni, upozorujem, da će prvi gotovi inženjeri iz naše škole izaći tek nakon 4 godine, a onda, držim, da će sigurno biti potreba za inženjerima sviju zasnovanih odjela, da ne moramo kao dosele zvati strukovnjake iz vana." [2]

Najvažnije pitanje tehničke obuke bilo je, a i danas je, pitanje naučne osnove ili omjera praktične i teorijske obuke. Prije sto godina tu su dvojbu zvali englesko-američki i kontinentalni sustav. Kontinentalni sustav dao je prednost teoriji, a onaj drugi praksi. Naravno, i jedan i drugi ima prednosti i mane. Zato su naši prvi profesori odlučili da ne bude kopija ni jednog ni drugog sustava, nego rezultat dobivenih iskustava prikupljenih našim posebnim prilikama. Njezin je temeljni princip bio: "podati što opsežniju praktičnu naobrazbu na strogo znanstvenoj podlozi". Zato je i praktični i teorijski dio nastave proširen na sve

četiri godine studija, nakon koje apsolventi polažu strogi ispit (tzv. *rigorozum*) i rade diplomski rad. Zato su prvi studenti Tehničke visoke škole u Zagrebu, arhitekti i građevni inženjeri, završili 1924., a prvi inženjer elektrotehničkog odjela S. Jamnicky diplomirao je 1926. godine.

Za kvalitetnu nastavu trebalo je da studenti na predavanjima stečeno teorijsko znanje učvrste vlastitim opažanjem i vježbama. Zato su osnovani i instituti za primijenjenu matematiku, geodeziju, mineralogiju i geologiju, te analitički-kemički laboratorij koji su počeli raditi već u listopadu 1919. godine. U planu je bilo da do 1922. prorade, i jesu proradili, i laboratorij za tehnologiju gradiva, koji je preuzeo i to da je Državni zavod za ispitivanje gradiva za javne urede i industriju. Tu su još Laboratorij za mehaničku tehnologiju, Laboratorij za teoretsko strojarstvo, Laboratorij za hidrauličke strojeve i toplinske strojeve, Laboratorij za elektrotehniku i Laboratorij za kemičku tehnologiju. Uz te institute uvedene su različite zbirke modela i uzoraka te knjižnica.

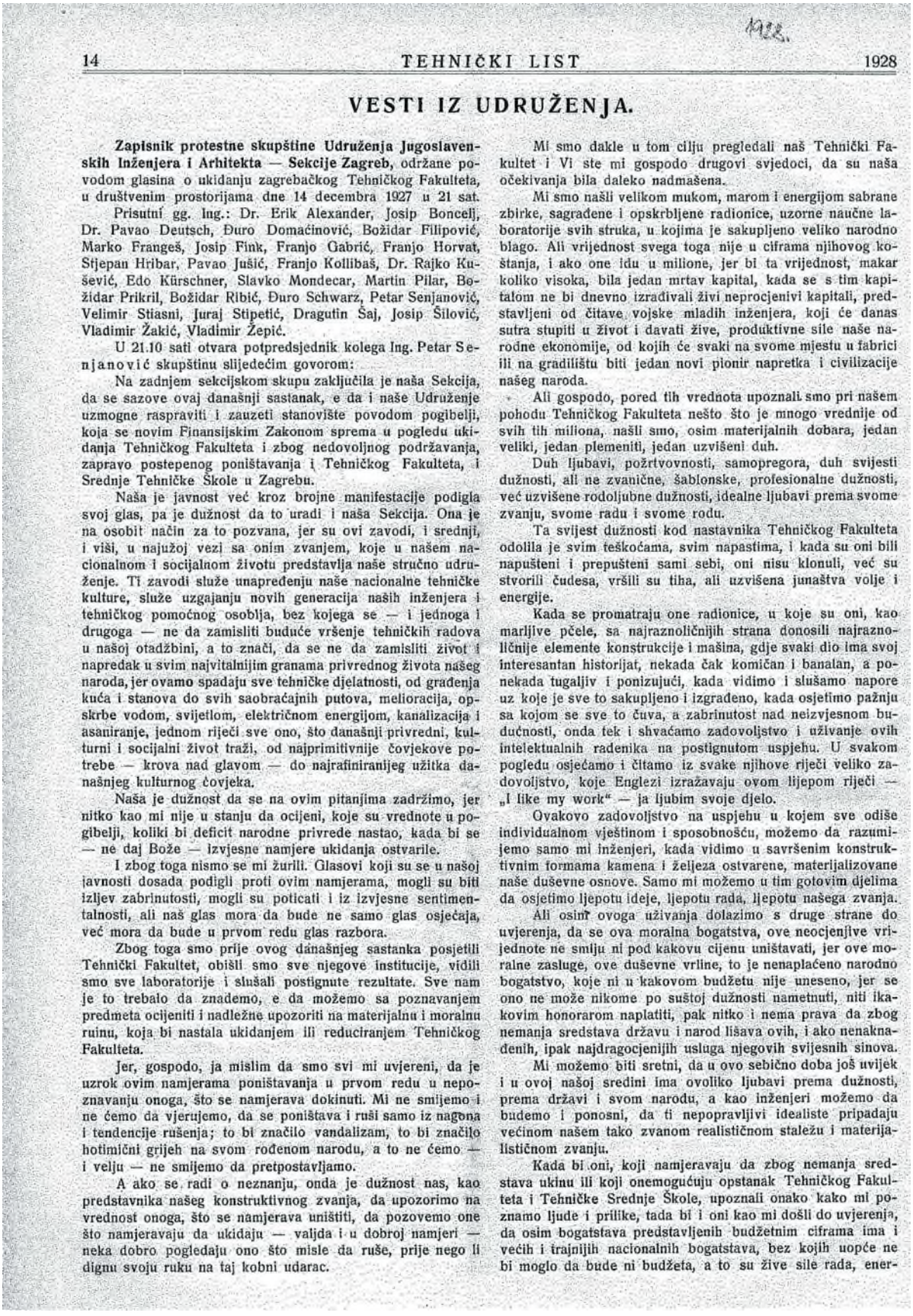
4. Zamalo zatvaranje Tehničkog fakulteta i Srednje tehničke škole u Zagrebu 1927. godine

Nakon što je uz puno entuzijazma Tehnička visoka škola djelovala do 1924. godine, nakon ulaska u sastav Hrvatskog sveučilišta (popularno zvanog univerza), došla su teška vremena. Zaprijetilo je ukidanje Tehničkog fakulteta i Srednje tehničke škole u Zagrebu. Naime, nova država Kraljevina SHS, poslije Kraljevina Jugoslavija, nastojala je što više toga centralizirati u glavni grad − Beograd, a Zagreb i Ljubljanu svesti na sekundarne centre u svemu. Politika se vrlo često vodila time da se putem financija što manje daje drugima. Sve je išlo u Beograd, a to je izazivalo velike proteste.

O tome lijepo govori *Tehnički list*, koji u godištu IX., br.1., od 5. januara 1928. godine, na str. 14-16 objavljuje u rubrici Vesti iz Udruženja zapisnik protestne skupštine Udruženja Jugoslavenskih i Inženjera i Arhitekta – Sekcije Zagreb, koja je održana povodom glasina o ukidanju zagrebačkog Tehničkog fakulteta u društvenim prostorijama 14. prosinca 1927. u 21 sat. [3]

Na toj izvanrednoj skupštini, koja je bila zakazana na prethodnoj redovitoj sjednici Sekcije Zagreb, raspravilo se i zauzelo stajalište povodom loših vijesti koje donosi novi Financijski zakon Kraljevine. Taj propis omogućuje da se financijski bitno smanji potpora Zagrebu i Ljubljani, što vodi prema ukidanju Tehničkog fakulteta zbog nedovoljne financijske podrške, zapravo do postupnog poništavanja i Tehničkog fakulteta i Srednje tehničke škole u Zagrebu.

Zanimljiv je popis prisutne gospode na protestnoj skupštini. Naime, bili su predstavnici svih odjela Sekcije Zagreb, njih ukupno 24. Uglavnom su to bili



1928.

14 TEHNIČKI LIST 1928

VESTI IZ UDRUŽENJA.

Zapisnik protestne skupštine Udruženja Jugoslavenskih Inženjera i Arhitekta — Sekcije Zagreb, održane povodom glasina o ukidanju zagrebačkog Tehničkog Fakulteta, u društvenim prostorijama dne 14 decembra 1927 u 21 sat.

Prisutni gg. Ing.: Dr. Erik Alexander, Josip Boncelj, Dr. Pavao Deutsch, Đuro Domaćinović, Božidar Filipović, Marko Frangeš, Josip Fink, Franjo Gabrić, Franjo Horvat, Stjepan Hribar, Pavao Jušić, Franjo Kollibaš, Dr. Rajko Kušević, Edo Kürschner, Slavko Mondecar, Martin Pilar, Božidar Prikril, Božidar Ribić, Đuro Schwarz, Petar Senjanović, Velimir Stiasni, Juraj Stipetić, Dragutin Šaj, Josip Šilović, Vladimir Žakić, Vladimir Žepić.

U 21.10 sati otvara potpredsjednik kolega Ing. Petar Senjanović skupštinu slijedećim govorom:

Na zadnjem sekcijskom skupu zaključila je naša Sekcija, da se sazove ovaj današnji sastanak, e da i naše Udruženje uzmogne raspraviti i zauzeti stanovište povodom pogibelji, koja se novim Finansijskim Zakonom sprema u pogledu ukidanja Tehničkog Fakulteta i zbog nedovoljnog podržavanja, zapravo postepenog poništavanja i Tehničkog Fakulteta, i Srednje Tehničke Škole u Zagrebu.

Naša je javnost već kroz brojne manifestacije podigla svoj glas, pa je dužnost da to uradi i naša Sekcija. Ona je na osobit način za to pozvana, jer su ovi zavodi, i srednji, i viši, u najužoj vezi sa onim zvanjem, koje u našem nacionalnom i socijalnom životu predstavlja naše stručno udruženje. Ti zavodi služe unapređenju naše nacionalne tehničke kulture, služe uzgajanju novih generacija naših inženjera i tehničkog pomoćnog osoblja, bez kojega se — i jednoga i drugoga — ne da zamisliti buduće vršenje tehničkih radova u našoj otadžbini, a to znači, da se ne da zamisliti život i napredak u svim najvitalnijim granama privrednog života našeg naroda, jer ovamo spadaju sve tehničke djelatnosti, od građenja kuća i stanova do svih saobraćajnih putova, melioracija, opskrbe vodom, svijetlom, električnom energijom, kanalizacija i asaniranje, jednom riječi sve ono, što današnji privredni, kulturni i socijalni život traži, od najprimitivnije čovjekove potrebe — krova nad glavom — do najrafiniranijeg užitka današnjeg kulturnog čovjeka.

Naša je dužnost da se na ovim pitanjima zadržimo, jer nitko kao mi nije u stanju da ocijeni, koje su vrednote u pogibelji, koliki bi deficit narodne privrede nastao, kada bi se — ne daj Bože — izvjesne namjere ukidanja ostvarile.

I zbog toga nismo se mi žurili. Glasovi koji su se u našoj javnosti dosada podigli proti ovim namjerama, mogli su biti izljev zabrinutosti, mogli su poticati i iz izvjesne sentimentalnosti, ali naš glas mora da bude ne samo glas osjećaja, već mora da bude u prvom redu glas razbora.

Zbog toga smo prije ovog današnjeg sastanka posjetili Tehnički Fakultet, obišli smo sve njegove institucije, vidili smo sve laboratorije i slušali postignute rezultate. Sve nam je to trebalo da znademo, e da možemo sa poznavanjem predmeta ocijeniti i nadležne upozoriti na materijalnu i moralnu ruinu, koja bi nastala ukidanjem ili reduciranjem Tehničkog Fakulteta.

Jer, gospodo, ja mislim da smo svi mi uvjereni, da je uzrok ovim namjerama poništavanja u prvom redu u nepoznavanju onoga, što se namjerava dokinuti. Mi ne smijemo i ne ćemo da vjerujemo, da se poništava i ruši samo iz nagona i tendencije rušenja; to bi značilo vandalizam, to bi značilo hotimični grijeh na svom rođenom narodu, a to ne ćemo — i velju — ne smijemo da pretpostavljamo.

A ako se radi o neznanju, onda je dužnost nas, kao predstavnika našeg konstruktivnog zvanja, da upozorimo na vrednost onoga, što se namjerava uništiti, da pozovemo one što namjeravaju da ukidaju — valjda i u dobroj namjeri — neka dobro pogledaju ono što misle da ruše, prije nego li dignu svoju ruku na taj kobni udarac.

Mi smo dakle u tom cilju pregledali naš Tehnički Fakultet i Vi ste mi gospodo drugovi svjedoci, da su naša očekivanja bila daleko nadmašena.

Mi smo našli velikom mukom, marom i energijom sabrane zbirke, sagrađene i opskrbljene radionice, uzorne naučne laboratorije svih struka, u kojima je sakupljeno veliko narodno blago. Ali vrijednost svega toga nije u ciframa njihovog koštanja, i ako one idu u milione, jer bi ta vrijednost, makar koliko visoka, bila jedan mrtav kapital, kada se s tim kapitalom ne bi dnevno izrađivali živi neprocjenivi kapitali, predstavljeni od čitave vojske mladih inženjera, koji će danas sutra stupiti u život i davati žive, produktivne sile naše narodne ekonomije, od kojih će svaki na svome mjestu u fabrici ili na gradilištu biti jedan novi pionir napretka i civilizacije našeg naroda.

Ali gospodo, pored tih vrednota upoznali smo pri našem pohodu Tehničkog Fakulteta nešto što je mnogo vrednije od svih tih miliona, našli smo, osim materijalnih dobara, jedan veliki, jedan plemeniti, jedan uzvišeni duh.

Duh ljubavi, požrtvovnosti, samopregora, duh svijesti dužnosti, ali ne zvanične, šablonske, profesionalne dužnosti, već uzvišene rodoljubne dužnosti, idealne ljubavi prema svome zvanju, svome radu i svome rodu.

Ta svijest dužnosti kod nastavnika Tehničkog Fakulteta odolila je svim teškoćama, svim napastima, i kada su oni bili napušteni i prepušteni sami sebi, oni nisu klonuli, već su stvorili čudesa, vršili su tiha, ali uzvišena junaštva volje i energije.

Kada se promatraju one radionice, u koje su oni, kao marljive pčele, sa najraznoličnijih strana donosili najraznoličnije elemente konstrukcije i mašina, gdje svaki dio ima svoj interesantan historijat, nekada čak komičan i banalan, a ponekada tugaljiv i ponizujući, kada vidimo i slušamo napore uz koje je sve to sakupljeno i izgrađeno, kada osjetimo pažnju sa kojom se sve to čuva, a zabrinutost nad neizvjesnom budućnosti, onda tek i shvaćamo zadovoljstvo i uživanje ovih intelektualnih radenika na postignutom uspjehu. U svakom pogledu osjećamo i čitamo iz svake njihove riječi veliko zadovoljstvo, koje Englezi izražavaju ovom lijepom riječi — „I like my work" — ja ljubim svoje djelo.

Ovakovo zadovoljstvo na uspjehu u kojem sve odiše individualnom vještinom i sposobnošću, možemo da razumijemo samo mi inženjeri, kada vidimo u savršenim konstruktivnim formama kamena i željeza ostvarene, materijalizovane naše duševne osnove. Samo mi možemo u tim gotovim djelima da osjetimo ljepotu ideje, ljepotu rada, ljepotu našega zvanja.

Ali osim ovoga uživanja dolazimo s druge strane do uvjerenja, da se ova moralna bogatstva, ove neocjenjive vrijednote ne smiju ni pod kakovu cijenu uništavati, jer ove moralne zasluge, ove duševne vrline, to je nenaplaćeno narodno bogatstvo, koje ni u kakovom budžetu nije uneseno, jer se ono ne može nikome po suštoj dužnosti nametnuti, niti ikakovim honorarom naplatiti, pak nitko i nema prava da zbog nemanja sredstava državu i narod lišava ovih, i ako nenaknađenih, ipak najdragocjenijih usluga njegovih svijesnih sinova.

Mi možemo biti sretni, da u ovo sebično doba još uvijek i u ovoj našoj sredini ima ovoliko ljubavi prema dužnosti, prema državi i svom narodu, a kao inženjeri možemo da budemo i ponosni, da ti nepopravljivi idealiste pripadaju većinom našem tako zvanom realističnom staležu i materijalističnom zvanju.

Kada bi oni, koji namjeravaju da zbog nemanja sredstava ukinu ili koji onemogućuju opstanak Tehničkog Fakulteta i Tehničke Srednje Škole, upoznali onako kako mi poznamo ljude i prilike, tada bi i oni kao mi došli do uvjerenja, da osim bogatstava predstavljenih budžetnim ciframa ima i većih i trajnijih nacionalnih bogatstava, bez kojih uopće ne bi moglo da bude ni budžeta, a to su žive sile rada, ener-

Sl. 1.: Prva stranica zapisnika protestne skupštine Udruženja Jugoslavenskih Inženjera i Arhitekta − Sekcije Zagreb od 14. prosinca 1927. godine

predsjednici i tajnici odjela. Dakle, bili su to: ing. dr. Erik Alexander, Josip Boncelj, dr. Pavao Frangeš, Đuro Domaćinović, Božidar Filipović, Marko Frangeš, Josip Fink, Franjo Gabrić, Franjo Horvat, Stjepan Hribar, Pavao Jušić, Franjo Kolibaš, dr. Rajko Kušević, Edo Kirschner, Slavko Mondekar, Martin Pilar, Božidar Prikril, Božidar Ribić, Đuro Schwarz, Petar Senjanović, Velimir Stiasni, Juraj Stipetić, Dragutin Šaj, Josip Šilović, Vladimir Žakić i Vladimir Žepić.

U gornjem popisu uočavamo da je među prisutnima bilo i profesora Tehničkog fakulteta. Posebno je zanimljivo spomenuti nekoliko značajnih imena koja su se isticala tad, a i poslije na polju elektrotehnike i strojarstva. To su: Božidar Filipović, Franjo Horvat, Božidar Ribić i Vladimir Žepić.

Sjednicu je vodio potpredsjednik ing. Petar Senjanović, koji je održao iscrpan govor, u cijelosti objavljen u zapisniku [3]. Zaključak govora je sljedeći:

> "(...) član 44 Finansijskog Zakona je Damaklov mač nad našim glavama, te ga treba svakako izbaciti."

Nakon ing. Senjanovića nastupio je ing. Gjuro Stipetić (1876. − 1946.), koji je govorio o potpori koju je dobivao Tehnički fakultet od tek osnovanih poduzeća i pojedinaca. Ukratko, njegov je zaključak:

> "Sredstva, pak, što ih Fakultet dobiva od nadležnog ministarstva za pogon i uzdržavanje zavoda minimalna su: ljetos za 30 % otprilike manja nego lane. Nedostaje knjiga, nedostaje učila. Dotacija za plin i elektriku, koja je lane bila jedva dostatna, skučena je na polovicu, dotacija za ogrjev reducirana je također, te se ove godine bezuvjetno mora skratiti rad u laboratorijima i crtaonama.
>
> Ni broj nastavnika ne odgovara potrebama. Mnoga profesorska mjesta, koja radi pomanjkanja zgodnih kandidata nisu mogla biti odmah popunjena, brisana su iz budžeta, tako da nema katedri i za neke elementarne discipline, te valja mnoga mjesta popunjavati honorarnim nastavničkim silama." [3]

Zanimljiv je podatak da je na Tehničkom fakultetu bilo zaposleno 26 profesora u 15 instituta, a stalnih samo 12 asistenata. Pomagalo se znatnim brojem demonstratora, koji su zapravo preuzimali funkciju asistenata, a studenata je bilo više od 1100.

Nakon vrlo žive rasprave zaključak je bio:

> "Ostanu li stvari takove kao što su danas, onda to znači postepenu stvarnu likvidaciju – neminovnu propast. Ne ići naprijed znači ići natrag!"

Nakon vrlo burne rasprave prešlo se na problem Tehničke srednje škole, o kojoj je referirao dr. Alexander. On je iznio podatke koji se poklapaju s onima o Tehničkom fakultetu. Posebno je iznio podatke o budžetu (koji određuje Ministarstvo financija u Beogradu). Tako je:

> "(...) u školskoj godini 1924/25 zajedno s Večernjom školom budžet iznosio 143.444 Din, godine 1925/26, 81.111 Din, godine 1926/27 41.173 Din, a 1927/28 samo 7.800 Din od čega je do danas primljeno svega 1.600."

Dotacije su tako malene da nisu dostatne za najnužnije potrebe i škola je na rubu propasti. Učila, časopisi, knjige niz godina se ne nabavljaju. Naglasio je i da Zidarska škola u Crikvenici, kao i Zanatsko-strojarska tehnička škola u Srpskim (danas Brod) Moravicama, koje spadaju u sastav Srednje tehničke škole, ne rade jer nemaju novca za isplatu honorara nastavnicima.

Nakon rasprave posebna je skupina pripremila Rezoluciju, koja je jednoglasno prihvaćena. Rezolucija je također objavljena u [3]. Ukratko, u pet točak ističe se da Udruženje Jugoslavenskih Inženjera i Arhitekta – Sekcija Zagreb (kraće U.J.I.iA.), "(...) najenergičnije protestira protiv unošenja u Finansijski Zakon člana 44., jer se tim dodatkom priprema ukidanje univerzitetskih fakulteta i škola.

U drugoj točki se iskazuje da nijedan od tri postojeća tehnička fakulteta u zemlji nije suvišan jer su potrebe velike, posebno zato jer je u tehničkoj struci zaposleno mnoštvo stranaca koje treba što prije zamijeniti dobro obrazovanim domaćim silama. Treća točka rezolucije naglašava da je:

> "Zagreb po svome položaju i po svojim prilikama, najviše uslijed razvijene industrije, najpodesniji za razvitak svake tehničke, osobito visoke tehničke nastave."

Četvrta točka naglašava da je Zagreb poslije ujedinjenja u jednu državu prestao biti politički i upravni centar pa bi bila velika nepravda da mu se bez potrebe oduzme mogućnost razvitka na prosvjetnom polju i da mu se oduzme ono što je narod vlastitim snagama sam podigao.

I na kraju citiram točku pet:

> "S obzirom na sve to, Udruženje Jugoslavenskih Inženjera i Arhitekta – Sekcija Zagreb traži, da se ne samo odustane od bilo kakove redukcije Tehničkog fakulteta u Zagrebu, nego da mu se, protivno dosadanjem postupanju, dovoljnim dotacijama omogući razvitak i napredovanje."

Rezoluciju su potpisali Predsjednik (U.J.I.iA.) ing. Stipetić i prvi i drugi tajnik ing. Đ. Schwarz i ing. B. Ribić. Senjanović je zahvalio na kraju i predstavnicima javnog tiska na prisustvovanju i dotadašnjem potpomaganju U.J.I.iA. i neka dalje sačuvaju svoj dobrohotni stav prema Udruženju. I zaista, u hrvatskom tisku tih se dana puno pisalo o tom problemu, pa čak i senzacionalistički, kako Hrvati oštro napadaju Beograd. Skupština je završila u 23:50 sati.

U Beogradu je Rezolucija dostavljena Ministarstvu financija, parlamentu i glavnim strankama, ali i samom kralju Aleksandru. I sve bi, vjerojatno, završilo otezanjem i odbacivanjem, da nije došlo do promjene političke situacije u zemlji. Puniša Račića izvršio je atentat na Stjepana Radića i članove njegove stranke u parlamentu. Posljedica su bili veliki prosvjedi u Zagrebu i Hrvatskoj. Čak je, radi smirenja situacije, kralj intervenirao da se izmijeni član 44. Zakona i tako su spašeni i Tehnički fakultet i Srednja tehnička škola u Zagrebu.

Zaključak

Tehnički fakultet, potekao od Tehničke visoke škole, razvio se usprkos nevoljama i ratovima i dosegnuo visoku razinu tehničkih znanosti i struka u okviru Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu. Neki profesori Tehničkog fakulteta stekli su velik ugled u Europi i svijetu.

Literatura

[1] − Otvaranje Tehničke visoke škole u Zagrebu, redakcijski članak potpisan inicijalima mp, *Tehnički list*, 1920., god II., br. 1., str. 18-19.

[2] E. Schoen: Prigodni govor rektora pri otvorenju Tehničke visoke škole u Zagrebu, *Tehnički list*, 1920., god II., br. 1., str. 19-21.

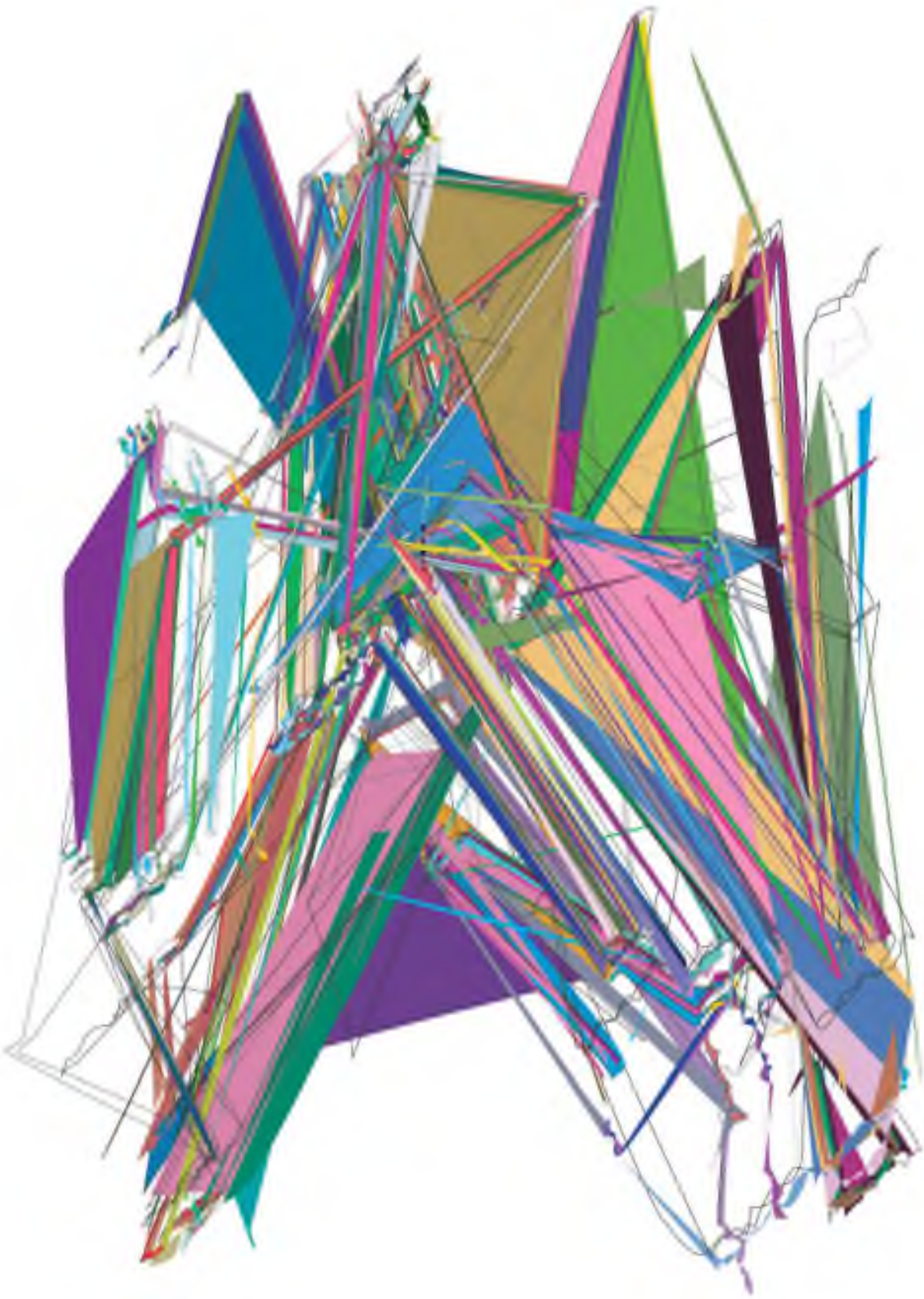
[3] – Vesti iz udruženja – Zapisnik protestne skupštine sekcije Zagreb, *Tehnički list*, 1928., god VIII., br. 1., str. 14-16.

The One Hundredth Anniversary of Technical Education in Croatia

Josip Moser

Abstract: The foundation of Zagreb Technical College is presented, which took place one hundred years ago in 1919, along with the first official speech given by the Rector, and the difficulties that occurred before and after it was founded. The Technical College became the College of Engineering of the University of Zagreb in 1926.

Keywords: Zagreb Technical School, Zagreb Technical College, the College of Engineering of the University of Zagreb, the foundation of the College of Engineering in Zagreb, the protest meeting of the Association of Yugoslav Engineers and Architects (1928)



Želimir Volf

Stručna ekskurzija apsolvenata elektrotehnike 1964.

Sažetak: Članak opisuje stručnu ekskurziju apsolvenata elektrotehnike Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu tijekom srpnja 1964. godine. Sudionici su proputovali Austriju, Švicarsku, Francusku i Italiju, posjetivši 14 poduzeća. Putovanje je trajalo 22 dana. Priložene su i opisane fotografije i sjećanja jednog od sudionika te ekskurzije – autora ovog referata Želimira Volfa.

Ključne riječi: apsolventi elektrotehnike, studentsko putovanje, stručna ekskurzija

Uvod

Događaj koji opisujem je stručna ekskurzija apsolvenata Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu[1], koja je ostvarena tijekom srpnja 1964. godine. Pokušavam u sjećanjima oživjeti taj događaj od prije više od pola stoljeća, temeljem podataka upisnih u Knjižicu – organizacijski priručnik, koja sadrži sve potankosti vezane za taj put, s naslovom:

> "ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU STRUČNA EKSKURZIJA APSOLVENATA ŠK. GOD. 1963./64.",

i temeljem fotografija, većinu kojih sam snimio svojim fotoaparatom, te svojih fragmentarnih sjećanja.

[1] Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Na samom početku moram odati priznanje organizatorima tog putovanja za sastavljanje spomenute Knjižice – organizacijskog priručnika putovanja, koja sadrži sve potankosti ekskurzije. Nigdje ne stoji ime autora tog malog organizacijskog remek-djela. Sigurno je više sudionika radilo na tom programu putovanja, no vjerujem da je 'duhovni vođa' i glavni urednik bio prof. dr. sc. Anton Dolenc. S tom Knjižicom, apsolventi (mladi ljudi) nisu samo dobili plan putovanja, podsjetnik odabira stvari koje na put treba ponijeti, obavijesti o tome gdje će boraviti i što će jesti, te koje tvrtke će posjetiti – nego više od svega – primjer dobrog planiranja i organizacije. U svojoj 40-godišnjoj poslovnoj karijeri nisam našao nešto što bi u organizacijskom smislu nadmašilo to malo remek-djelo!

Većinu fotografija snimio je autor, crno-bijelim filmom, formata negativa 6 × 6 cm. Neke fotografije uključene su zahvaljujući ljubaznosti kolegice Vesne Galovac (slike 2., 11., 13., 19., 22. i 27.) i kolege Ivana Jazbeca (slika 14.). Fotografije su plod mladenačkih viđenja svijeta i osoba, kao i onodobne tehnike snimanja te ih u kontekstu toga treba prosuđivati. Opis te ekskurzije ograničen je na opis fotografija i tek ponekog sjećanja, koje je 'zaostalo' u memoriji autora. Stoga ovaj članak 'nije, i nema pretenzije biti', objektivni prikaz stručne ekskurzije apsolvenata ETF-a ostvarene tijekom srpnja 1964. godine, nego 'viđenje i sjećanja jedne osobe' – autora ovog napisa.

1. Ususret Alpama

Na putovanje su krenula 72 studenta i deset studentica, podijeljeni u sedam skupina. U pratnji studenata bili su zaposlenici ETF-a, ukupno njih 11, na čelu s glavnim organizatorom i vođom ekskurzije prof. ing. Antonom Dolencom. Prijevoz je bio organiziran s dva autobusa, od kojih je svaki imao i prikolicu za prtljagu, a u pratnji su bila i dva (?) osobna automobila.

Cilj stručnog dijela ekskurzije bio je posjet tvornicama u Švicarskoj (Sulzer, Brown Boweri, Landis & Gyr i Schindler), Francuskoj (La Télémécha-nique, Électricité de France, Télécommunications radioélectriques et téléphoniques i Compagnie Française Thomson-Houston-Groupe Électronique) i u Italiji (Nechi, CGE Milano, Telettra i FIAR[2]). Ekskurzija je imala i općeobrazovnu svrhu, u smislu otvaranja pogleda studentima na europska kulturna postignuća i povijesne znamenitosti zemalja kroz koje smo prolazili.

Polazak je bio u petak 10. srpnja 1964. u 20:00 sati ispred zgrade 'C' ETF-a. Negdje oko pola noći istog dana prošli smo državnu granicu (Jugoslavija – Austrija) na Potkorenu. Na putu kroz Austriju imali smo dvije stanke: u

[2]Fabbrica Italiana Apparecchiature Radioelettriche



Sl. 1.: Na odmorištu u Austriji



Sl. 2.: Apsolventice na skupnoj slici

Heiligenblutu i na ledenjaku Franz-Josef-Höhe. Na tim stankama načinjene su prve četiri fotografije (slike 1. − 4.).

Na slici 1. poziraju fotografu redom (slijeva nadesno) Želimir Volf, Dragutin Flam, Lovorka Bakšić, Aleksandar Glišić, Stanislav Kalman i Dušan Kružić. Na slici 2. stoje naše kolegice − apsolventice: Mirna Bratulić, Metka Žagar, Biserka Špoljarić, Ružica Mećar, Ivana Jerbić, Lovorka Bakšić, Metka Jaklić, Vesna Galovac i Verena Šonc.

Među sudionicima ekskurzije bilo je i onih koji su bili duboko vezani sponama ljubavi, kao primjerice Biserka Špoljarić i Božidar Putanec (slika 3.). Studentsku ljubav zamijenili su bračnom vezom u kojoj i danas uživaju. Dva nerazdvojna prijatelja Želimir Volf i Dragutin Flam poziraju na slici 4. Prije upisa na ETF zajedno su pohađali Tehničku školu u Zagrebu, a potom zajedno spremali ispite i poslije diplomirali u istom roku.



Sl. 3.: Biserka i Božidar



Sl. 4.: Nerazdvojni prijatelji Želimir i Dragutin

Prve četiri fotografije načinjene su 11. srpnja 1964. U kamp Insbruck stigli smo u subotu 11. srpnja poslijepodne, raspremili se i krenuli u razgledavanje grada.

2. U zemlji čokolade, sira i satova

Idućeg jutra, u nedjelju 12. srpnja 1964., ranom zorom krenuli smo put Švicarske. Na putovanju smo prošli kroz Kneževinu Lihtenštajn, a švicarsku granicu prošli smo na graničnom prijelazu Buchs. Odredište nam je bio kamp (Seebucht) u Zürichu. Slijedilo je raspremanje, podizanje šatora, ručak i potom polazak autobusima u centar Züricha. Slika 5. prikazuje scenu razgledavanja grada, a slika 6. Dragutina Flama i Josipa Vardijana kako promatraju rijeku Sihl.



Sl. 5.: Razgledavanje Züricha



Sl. 6.: Pogled na rijeku Sihl u Zürichu

Mladi ljudi (apsolventi), osim što su se vozili autobusima, morali su spavati i jesti. Smještaj je bio organiziran (osim jedne iznimke) u kampovima, a spavanje pod šatorima. U tu svrhu jedna je od prikolica autobusa bila rezervirana za smještaj šatora i kamping opreme općenito (kuhinja, posuđe, kuhala, …). Podjela dužnosti bila je točno definirana. Glavni šatorist bio je Vladimir Prister, a glavni kuhar Mirna Bratulić. Priprema hrane bila je u domeni studentica, s time da su studenti imali obvezu pomoći i u potpunosti preuzeti pranje posuđa, izvrsna priprema apsolvenata za brak. Kampirali smo na sljedećim mjestima: Austrija: Insbruck; Švicarska: Zürich (kamp Seebucht); Francuska: Port-sur-Saône, Camp Bois de Bulogne (Paris), Camp de Flory (Lyon), Camp

Antibes (Canes); Italija: Serravalle Scrivia Camp (blizu Genove), Sirmione (na Lago di Garda), Camp Laguna (Mestre), Camp Sistana (Trst).

Slika 7. prikazuje scenu snimljenu prilikom doručka u kampu Seebucht kod Züricha, 13. srpnja. Raspodjelu hrane obavlja Lovorka Bakšić, a za stolom sjede Ante Dulčić, Dušan Kružić i Vladimir Prister.

Slika 8. prikazuje Ivu Tikvicu i Božidara Putanca u trenutku kad pokušavaju verificirati Darwinovu evolucijsku teoriju.Prilažem tu fotografiju tek da se vidi u što mladi ljudi troše višak svoje energije. Snimljeno u jednom od kampova, ali je zaborav oteo točno mjesto i vrijeme snimanja.



Sl. 7.: Doručak u kampu Seebucht



Sl. 8.: Studentska rekreacija

Sadržaj Knjižice – našeg organizacijskog priručnika, uključivao je i odabir garderobe koju svaki student i studentica mora ponijeti. Ta se garderoba vozila u drugoj prikolici autobusa. Studenti su morali ponijeti odijelo, bijelu košulju i kravatu, kako bi 'horda' mladih ljudi, kad stigne u posjet, domaćinima djelovala uljuđeno.

U onodobnoj podjeli, inženjeri elektrotehnike su se, prema svojim specijalnostima, dijelili na smjer jake struje ('jakostrujaši') i smjer slabe struje ('slabostrujaši')[3]. U skladu s tim, planirani su i posjeti tvrtkama prema tim specijalnostima. Slika 9. prikazuje apsolvente elektrotehnike (Dragutina Flama i Dušana Kružića), smjera slabe struje, kako dotjeruju svoj izgled prije polaska u posjet tvrtki Landis & Gyr u Zugu, u ponedjeljak 13. srpnja. Posjeti tvrtkama imali su dva dijela: u prvom dijelu studentima je dan kratki prikaz povijesti i

[3]Među studentima kružila je pošalica: jaka struja – jaki studenti, slaba struja – slabi studenti.



Sl. 9.: Pripreme za posjet



Sl. 10.: Ručak u Zugu (Švicarska)

organizacije tvrtke, a potom bi posjetitelji imali priliku razgledati proizvodne pogone, odnosno radne prostore. Tijekom posjeta proizvodnim pogonima nisam načinio niti jednu fotografiju. Nije to bilo slučajno. Bili smo zamoljeni da ne upotrebljavamo fotoaparate tijekom obilaska. Nakon obilaska bili smo ugošćeni ručkom i pritom imali prigodu za neformalno druženje s domaćinima, kao što prikazuje slika 10. snimljena u jednom restoranu u Zugu 13. srpnja. Od osoba na slici, sa sigurnošću mogu identificirati dvije: akad. Danila Blanušu, koji sjedi na čelu stola, i Verenu Šonc, koja sjedi za stolom ispred konobarice. U tom drugom dijelu posjeta nije postojalo ograničenje glede uporabe fotoaparata.



Sl. 11.: Camp Saône, raspremanje šatora

Nakon završenih stručnih posjeta u Švicarskoj, preko graničnog prijelaza u Baselu prešli smo u Francusku tijekom poslijepodneva 14. srpnja. Naša iduća postaja bio je Camp sur Saône, s kojeg donosim sliku 11., snimljenu tijekom raspremanja šatora 15. srpnja, prije nastavka putovanja za Pariz. Na slici je Vesna Galovac, a u pozadini se vidi Lovorka Bakšić i Vladimir Prister (okrenut leđima).

3. Pariz

U Parizu smo naše šatore podignuli u Camp Bois de Boulogne. Do večere smo se smjestili, ali je još bilo rano za spavanje te smo u 19:30 krenuli u noćni obilazak Pariza. Dana 16. srpnja studenti slabe struje bili su u posjetu tvrtki Thomson-Houston negdje u Parizu. Bio je to lijep, topao i sunčan dan. Negdje oko podneva jedna skupina studenata upravo je izlazila iz proizvodnih pogona koji su se nalazili u suterenu tvornice. Na čelu te skupine hodao je prof. Blanuša. Druga skupina, u kojoj sam bio i ja, čekala je pred ulazom na svoj red za obilazak. U jednom trenutku prof. Blanuša i ja bili smo samo metar ili dva udaljeni. Prof. Blanuša pred licem je mahao prospektom i promrmljao više za sebe: "Ostavite svaku nadu vi koji ulazite", aludirajući na vremenske uvjete u tom pogonu. Nasmiješio sam se i upitao profesora: "Profesore, je'l to ono 'Lasciate ogne speranza voi ch'entrate?'" (tal. Ostavite svaku nadu vi koji ulazite). Htio sam pokazati da znam odakle taj njegov usklik dolazi, i ne sluteći kako ustvari malo znam o bilo čemu, a posebno o beletristici. To što sam izgovorio jedini je citat koji znam iz Danteove *Božanske komedije*. Na to je prof. Blanuša izdeklamirao cijelo prvo pjevanje *Pakla* u izvorniku i potom na hrvatskom prijevodu. Da je prof. Blanuša kojim slučajem bio profesor na filozofskom fakultetu, prikaz njegova znanja i ne bi bio toliko frapantan, ali on je predavao 'matematiku'! Dođe čovjeku da stane i pokloni se općoj naobrazbi i memoriji naših profesora!

U poslijepodnevnim satima susreli smo se s našim jakostrujašima i zajednički posjetili i razgledali pariški aerodrom Orly. Iz tog posjeta prilažem dvije fotografije, slike 12. i 13. Slika 12. prikazuje Josipa Lazarića, Stanislava Kalmana, Mirnu Bratulić, Vjekoslava Sinkovića, Hinka Budića i Vesnu Galovac kako stoje ispred ulaza u aerodromsku zgradu. Slika 13. daje pogled s terase aerodromske zgrade zračne luke Orly.

Program 17. srpnja za studente smjera jake struje razlikovao se od programa za studente smjera slabe struje. Slabostrujaši su tijekom prijepodneva imali razgledavanje Pariza po svojem izboru, a poslijepodne su posjetili Télécommunications radioélectriques et téléphoniques. Večera je ponovno bila u kampu, a onda je opet slijedio odlazak u šetnju Parizom.



Sl. 12.: Zračna luka Orly



Sl. 13.: Pogled na avione s terase zračne luke Orly

Tih nekoliko večeri (od srijede 15. srpnja do (uključivo) ponedjeljka 20. srpnja), mi smo u večernjim satima od otprilike 19:30 do 24:00 ‘šalabajzali’ Parizom, s rukama u džepovima, bez (ili gotovo bez) novaca, bez bilo kakvih briga, sa sjajnom perspektivom ispred sebe i s osjećajem slobode koji se više nikad nije ponovio. Većina nas nije imala niti navršene 23 godine života! Tad sam se morao osjećati kao šahovski velemajstor, koji je u šahovskoj ‘partiji života’ povukao samo najbolje poteze i lovorike su se već nazirale na obzoru. Kao u bajci s Pepeljugom, nakon što je sat ‘otkucao’ 24 sata, autobus nas je skupljao kod Louvrea i Place de Clichyja (blizu Montmartrea), kako bi nas vratio na spavanje. Tijekom večernjih posjeta Parizu snimio sam nekoliko fotografija od kojih prilažem ovu, koja prikazuje fontanu na Place de la Concordeu, slika 14.



Sl. 14.: Place de la Concorde noću

Navodim zgodu s večernje šetnje Pigaleom, na koju me podsjetio Dragutin Flam. Jedna mala skupina studenata šetala je i razgledavala moralno sumnjive lokale koji su nudili erotsku razbibrigu muškom svijetu. Ispred jednog takvog lokala stajao je muškarac i, naravno na francuskom jeziku, nagovarao društvo mladih ljudi da uđu. I dok su se apsolventi elektrotehnike dogovarali koga će poslati u izvidnicu i na pregovore, oglasi se 'vrbovatelj', koji ih je čuo, i rekao na tečnom hrvatskom / bosanskom jeziku: "Aaaa zemljaci, ma uđite, za vas je gledanje besplatno!" Iskustvo je još jednom potvrdilo da je svijet manji nego što mislimo.



Sl. 15.: Ispred groba neznanog junaka



Sl. 16.: Panthéon, počivalište slavnih

Tijekom šetnji pariškim ulicama snimio sam nekoliko fotografija. Slika 15, pogled na grob neznanog junaka (ispod Arc de Triomphea); slika 16., scena na ulici Soufflot, na čijem se kraju vidi pročelje Panthéona, u kojem su posljednje počivalište našli veliki Francuzi: Mirabeau, François Marie Arouet (Voltaire), Victor Hugo, Émile Zola, Pierre i Maria Curie, Alexandre Dumas, … slika 17., pogled na ikonu Pariza, Eiffelov toranj, snimljen s platoa ispred palače Chaillot; slika 18., kolekcija 'neznanih junaka' (Stanko Tonković, Ivan Fuchs, Josip Vardijan i Dragutin Flam) kako tumaraju neznanim ulicama Pariza i poziraju Želimiru Volfu. Slika 19. snimljena je 17. srpnja ispred Louvrea. Prikazuje Đuru Zalara, Metku Jaklić, Ivana Sedera, Vesnu Galovac, Stanislava Kalmana i Metku Žagar.

Obilazak povijesnih znamenitosti Pariza bio je predviđen vožnjom autobusima u subotu 18. srpnja. Obišli smo Arc de Triomphe, Palais de Chaillot, Eiffelov toranj, École Militaire, Les Invalides (Napoleonov grob), Palais de



Sl. 17.: Eiffelov toranj, vizura Pariza



Sl. 18.: Slobodni obilazak Pariza

Luxembourg, Panthéon, Sorbonne, Notre Dame, Palais de Justice, Saint-Chapelle, Place de la Bastille, Sacre-Coeur, Opéra, Place Vendôme, Palais Royal, Tuileries, Place de la Concorde i Champs Élysées.

U nedjelju 19. srpnja ujutro ponovno smo posjetili Louvre, a zatim i Versailles. Slika 20. prikazuje ulaz u dvorac Versailles. Na inicijativu prof. Dolenca studenti su za trenutak zastali za skupnu fotografiju, slike 20. i 21., do podnožja statue Luja XIV. na samom ulazu u dvorac. Slika 21. prikazuje uvećani detalj slike 20., kako bi se mogle bolje vidjeti osobe koje tu poziraju. U samom središtu slike 21. stoji prof. Dolenc (bijela kosa, bijela košulja i tamne naočale), do njega stoji prof. Blanuša (sa sakoom prebačenim preko ramena), a do prof.



Sl. 19.: Park Tuileries



Sl. 20.: Versailles, spomenik Luju XIV.



Sl. 21.: Skupna fotografija sudionika apsolventske ekskurzije u Versaillesu

Blanuše stoji Vesna Galovac uzdignuta lica, u pozi iščekivanja ‘znaka s neba’. Na slici nema Želimira Volfa jer on drži u rukama fotoaparat kojim je načinjena fotografija.

Šetnja, razgledavanje i boravak u Parizu trajali su pet dana. Pet dana radosti i prigode za učenje. Mnogo od onoga što smo u školi tek načuli ovdje smo mogli vidjeti ‘iz prve ruke’.

4. Putovanje na jug

Prema programu putovanja, iz Pariza smo krenuli na jug Francuske. Polazak je bio u utorak 21. srpnja nakon doručka. Do Lyona nam je trebalo prevaliti nešto preko 400 km i to nam je bila najdulja dionica. Znam to po tome što sam na toj dionici sjedio na pomoćnim sjedalima u autobusu. Naime, za 72 apsolventa i deset apsolventica i za dio zaposlenika ETF-a u autobusima nije bilo dovoljno sjedećih mjesta pa su se koristila i sklopiva pomoćna sjedala. Da bi pravda bila zadovoljena, za studente je postojao plan ‘rotacije’ apsolvenata, koji je bio poznat samo užem studentskom odboru s Dragom Banom na čelu. Od rotacije su bile izuzete kolegice i zaposlenici ETF-a. Jedna scena koju sam snimio tijekom vožnje autobusom prikazana je na slici 22.

Nama u autobusu nije trebao *jukebox*[4]. Mi smo imali Lovorku Bakšić s gitarom, slika 22. Osim toga, na istoj slici vidi se kako putnici u autobusu sjede na pomoćnim sjedalima. U Lyon smo stigli u poslijepodnevnim satima, razgledali grad i završili putovanje tog dana u Camp de Floryju na spavanju. Idućeg

[4]*jukebox*, džuboks, djelomično automatiziran glazbeni uređaj, obično na kovanice, koji može odsvirati posebno odabrane pjesme iz vlastite zbirke na nekom od medija



Sl. 22.: Putovanje autobusom prema jugu

jutra, u srijedu 11. srpnja, nastavili smo putovanje prema jugu Francuske. Prošli smo Avignonom i potom došli, razgledali i prošli Marseilleom, da bismo se skrasili u kampu u Antibesu na Azurnoj obali. Pokušavam se sjetiti bilo čega iz tog dijela puta od Pariza do Antibesa i imam utisak da je moja memorija prazna, kao *tabula rasa*[5]. S tog dijela puta nema niti jedne fotografije, ne samo u mojem albumu. Jedno od mogućih obrazloženja je to da su doživljaji ili utisci koje smo ponijeli iz Pariza bili toliko snažni da je sve ono što smo na putu od Pariza do Azurne obale vidjeli bila blijeda slika onog viđenog u Parizu, te je to palo u drugi plan – ili zaborav.

Umjesto nepostojećih slika, neznanom čitatelju nudim opis jednog bizarnog događaja. Događaj koji opisujem morao se zbiti na jugu Francuske u nekom manjem gradu, gdje je dio naše ekskurzije morao nešto čekati. Priključenje drugog autobusa ili… već nečega. Studenti, ako nisu gledali 'u nečiju pozadinu', besciljno su tumarali naokolo. Na jednom sam kiosku ugledao poštansku razglednicu sa slikom, tad nove *Caravelle* − mlaznog putničkog aviona, snimljenog u trenutku polijetanja. Kut koji je tvorio trup aviona i poletna staza bio je 45 stupnjeva, što je sugeriralo snagu i moć te letjelice. Naravno, ta impresivna snimka bila je izrađena u reklamne svrhe. Putnički avioni puni putnika ne polijeću na takav način. Kupio sam razglednicu i želio s nekim podijeliti svoje zrakoplovno uzbuđenje. Krenuo sam prema našim profesorima i ostalim zaposlenicima ETF-a, koji su našli zaklon od podnevne jare u hladovini ispod krošnje jednog stabla. U jednom trenutku svi su bili okrenuti licem prema stablu oko kojeg su se skupili, da bi se, kao na zapovijed, svi odjednom zarotirali oko

[5] lat. prazna ploča

svoje osi tako da su leđima bili okrenuti stablu. Kako sam prilazio toj skupini, čuo sam jedan glas koji kaže: "Ma daj, samo ga izvadi i zalij stablo" … Očito je nekom od pratitelja trebao hitan pristup toaletu, kojeg nije bilo u blizini. Muška anatomija ipak ima neke praktične prednosti u odnosu na žensku.

5. Na Azurnoj obali

U kamp u Antibesu stigli smo u srijedu 22. srpnja kasno poslijepodne. Podignuli smo šatore i ostali dva dana. Tu je bila prigoda da se odmorimo i okupamo. Slika 23. prikazuje Ružicu Mećar i Vesnu Galovac pri pranju posuđa u kampu. Naznačena podjela rada iz početka ovog napisa ovdje je imala svoju iznimku (ili možda pravilo?), tj. pomoćne poslove u kuhinji trebali su obavljati studenti. Ja mislim da su 'obožavatelji', umjesto da pomognu kolegicama, naprosto nestali negdje na plaži Antibesa.



Sl. 23.: Ružica i Vesna na zadatku u Antibesu

Ono što mi je od boravka na Azurnoj obali ostalo u sjećanju jesu (relativno) veliki valovi na plaži. Naš Jadran zna u jutarnje sate biti miran kao ulje. Ovdje gdje postoji otvoren pristup Sredozemnom moru, gibanje mora uvijek je prisutno bez obzira na doba dana, to znači valovi od otprilike pola metra visine.

Pomanjkanje slikovnog materijala nastojim kompenzirati tekstom, pa to činim i sad. Jednom prilikom, dok su se Dragutin Flam i autor ovog napisa šetali kampom, uhvatila ih je panika glede vremena. Bili smo sami, a ususret nam je prilazila jedna žena. Drago kaže: "Željac, ti znaš francuski, daj pitaj ovu ženu koliko je sati." Zaustavili smo se i ja nikako da 'rodim' ono pitanje "Quelle temps est il?" (Koliko je sati?) Nije da to nisam znao sročiti na francuskom jeziku, nego sam počeo mucati. To mucanje je moja 'pokora' iz mladosti, koje sam se u potpunosti oslobodio tek u zreloj dobi. Da bih se nekako izvukao iz

nezgodne situacije pokušao sam prstom pokazati na njezin sat. Ona je taj pokret shvatila kao moju namjeru da je želim uhvatiti za ruku i ustuknula je korak unatrag. U njezinim se očima vidio strah i užas: "Hoće li me ova dvojica samo okrasti ili još k tome i silovati?" Na sreću, moj 'dar govora' ipak se na vrijeme vratio i incident smo, uz ispriku i osmijeh na licu, izgladili.

Iz Antibesa smo radili izlete u Nicu i Monte Carlo (Kneževina Monako). Scene koje prikazuju slike 24. i 25. snimljene su u večernjim satima u Nici, najvjerojatnije u četvrtak 23. srpnja. Slika 24. snimljena je ispred luksuznog hotela Le Negresco. Na slici su moji redovni pratitelji Božidar Putanec, Dragutin Flam i Biserka Špoljarić, a iza njih je bio parkiran automobil marke Jaguar. Slika 25. prikazuje kako apsolventi i apsolventice svojim 'umornim tjelesima' pružaju odmor na ležaljkama ispred glavne gradske plaže u Nici. Osobe su na slici nejasne jer je u pitanju bila dulja ekspozicija filma. Objekti fotografiranja možda i nisu bili tako umorni kako se meni činilo jer se nisu uspjeli primiriti tijekom ekspozicije od jedne ili dvije sekunde.



Sl. 24.: Razgledavanje Nice noću



Sl. 25.: Panorama Nice

Ako je Kneževina Monako po nečemu poznata, onda je prosječnom čovjeku poznata po trima aspektima: princezi od Monaka (prije Grace Kelly), njezinoj udaji, životu i iznenadnoj smrti, kockarnici (Casino Monte-Carlo) i automobilskim trkama (Grand Prix de Monaco), koje se održavaju dijelom i ulicama Monte Carla. Scene iz kockarnica gdje imućna klijentela gubi novac na kocki predmet su mnogih holivudskih filmova. Slika 26. prikazuje upravo tu kockarnicu (Casino), koju smo posjetili 24. srpnja u večernjim satima. Fotografiranje unutar kockarnice bilo je zabranjeno stoga slijedi samo moj opis. Prije ulaska u



Sl. 26.: Casino Monte Carlo

kockarnicu moje financijsko devizno stanje iznosilo je 3 FFr (francuska franka). Ulaz se naplaćivao. Nas je to stajalo 1 FFr. Sa 2 FFr u džepu što možete učiniti? U foajeu sam ugledao 'bateriju' automata za kockanje, tzv. 'jednoruke Jackove'. Minimalni iznos koji je taj automat primao bila je kovanica od 1 FFr. Rekao sam sebi: "Hajde, Željko, probaj se kockati barem jednom, da možeš reći da si kockao u Monte Carlu!" Ubacio sam kovanicu i povukao ručicu automata. Tri kolutića sa simbolima vrtjela su se neko vrijeme i onda stala – pokazujući isti simbol na svakom od tih kolutića, što je značilo dobitak. 'Jednoruki Jack' mi je izbacio (isplatio) dobitak od 3 FFr. S čistom netozaradom od 2 FFr prestao sam izazivati sreću. Ne samo da sam mogao reći da sam se 'kockao' u Monte Carlu nego sam sad mogao reći da sam na tome i zaradio. Eto, to su sitne radosti života, kad dobitak dođe, a čovjek ga ne očekuje. No, pravi je dobitak ova naša apsolventska ekskurzija, dobitak bez premca, ali o tome na kraju napisa.

6. Italija

U nedjelju 26. srpnja doručkovali smo, raspremili šatore i krenuli put Italije. Francusko-talijansku granicu prešli smo kod Ventimiglie. Provezli smo se kroz San Remo, ručali u Savoni, a tijekom večeri stigli u Genovu. Razgledali smo grad i negdje nakon 20 sati stigli u kamp Seravella. Sjećam se da smo bili tako umorni da nismo razapinjali šatore, nego smo ih samo razvukli po zemlji i na njima (i zračnim jastucima) polijegali i zaspali.

Ujutro 27. srpnja nakon doručka krenuli smo put Pavije. Ondje smo imali dogovoren posjet tvornici šivaćih strojeva Necchi u 10 sati. Prigodom posjeta



Sl. 27.: Skupna fotografija sudionika apsolventske ekskurzije u Paviji

Paviji načinjena je još jedna skupna fotografija sudionika ekskurzije, ispred crkve sv. Mihovila. U centru slike 27. stoji prof. Dolenc (bijela kosa, bijela košulja i tamne naočale), a točno ispred prof. Dolenca stoji Vesna Galovac.

Nakon obilaska tvornice u Necchiju počastili su nas ručkom. Nakon ručka nastavili smo put za Milano. Smjestili smo se u hostelu Piero Rotta (L'Ostello di Milano AIG Piero Rotta). Razgledali smo Milano, večerali u hostelu i krenuli u večernju šetnju centrom grada. Bilo je ugodno zamijeniti spavanje na zračnom jastuku spavanjem u krevetu.

Nastavak stručnih posjeta uslijedio je idućeg jutra, 28. srpnja, u tvornicama oko Milana. Jakostrujaši su posjetili CGE (La Compagnia generale di elettricità), a slabostrujaši su posjetili FIAR S.p.A. (Fabbrica Italiana Apparecchiature Radioelettriche), a u poslijepodnevnim satima tvrtku Telettra (koja je PTT-u Zagreb bila važan dobavljač telekomunikacijske prijenosne opreme, posebno u ratnim godinama 1991. −1995.). Slika 28. prikazuje skupinu posjetitelja neposredno prije ulaska u tvornicu Telettra.

Nakon posjeta Telettri krenuli smo autobusima na sjever Italije i zaustavili se u kampu Sirmione na Lago di Gardi. Iz tog mjesta prilažem jednu idiličnu fotografiju kao sliku 29. Prijepodne smo imali priliku za šetnju uz jezero i odmor. Nakon ručka krenuli smo put Venecije.



Sl. 28.: Priprema za posjet Telettri

Zaustavili smo se u kampu Laguna (Mestre) raspremili šatore, večerali i krenuli na večernji obilazak 'grada na lagunama', koji je (tako su nas učili u školi) izgrađen na stupovima slavonskog hrasta zabijenim u pijesak lagune. Neka mi čitatelj dopusti malu digresiju, koja se odnosi na hrastovinu, drvo – čudnovatih svojstava. Moj rođak koji se bavi obradom drva kaže sljedeće: Ako se hrastova greda (profila recimo 10 cm × 10 cm) i čelična greda jednakih dimenzija potopi u moru i nakon 300 godina izvadi, hrastova će greda sačuvati gotovo ista mehanička svojstva, dok će čelična greda biti potpuno neupotrebljiva – krhka poput stakla. Iz obilaska Venecije prilažem dvije fotografije: pogled na centar grada, slika 30. i scenu s Trga sv. Marka, slika 31.



Sl. 29.: Sirmione, idila na sjeveru Italije



Sl. 30.: Venecija



Sl, 31.:Trg sv. Marka u Veneciji



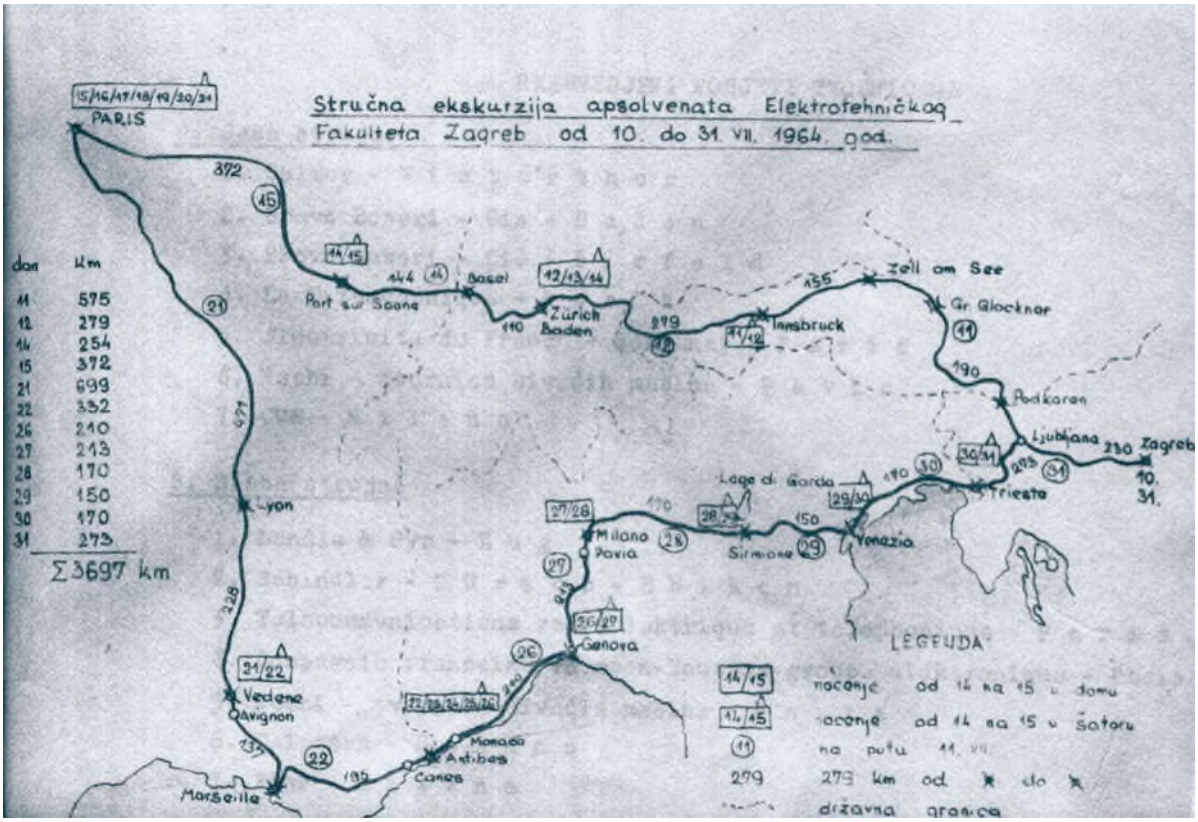
Sl. 32.: Želimir Volf, fotograf

Nakon Venecije nastavili smo put prema Trstu. Prije povratka u Zagreb kampirali smo još jednom, u kampu u Sistiani kod Trsta. Put do Zagreba bio je idućeg dana, u petak 31. srpnja, a stigli smo u večernjim satima (oko 21 sat).

Zaključak – zahvala

Kad se podvuče crta nakon putovanja apsolvenata elektrotehnike u srpnju 1964. godine dolazi se do sljedećih zbirnih podataka: proputovali smo kroz Austriju, Švicarsku, Francusku, Italiju, Lihtenštajn i Monako, autobusima smo prošli više od 3600 km, posjetili smo ukupno 14 tvrtki (od kojih sedam jakostrujaši, a sedam slabostrujaši), a na putu smo proboravili 22 dana i obogatili svoj stručni i kulturni obzor.

Financiranje putovanja bilo je osigurano iz donacija tvrtki, odnosno ne sjećam se da sam bilo što platio u ime troškova. Naprotiv, svatko od nas sudionika te apsolventske ekskurzije u svakoj je zemlji dobio čak mali džeparac, kako to stoji u Knjižici − organizacijskom priručniku. Nisam siguran, ali mislim da studentsko putovanje takvih razmjera nije nikad više ostvareno na ETF-u / FER-u. Gledajući i 'listajući' uspomenama, čovjek se može zapitati: A tko je za to zaslužan? Lavovski dio zasluga bez sumnje pripada prof. Antonu Dolencu. Zahvaljujući njegovoj reputaciji i poslovnim vezama, uspostavljeni su kontakti sa stranim tvrtkama i dobiven je njihov pristanak. Brojne domaće tvrtke sudjelovale su i financijski pomogle ostvarenju tog putovanja. Desna ruka prof. Dolenca u tom pothvatu bio je inženjer Jovan Baldani, a potom i redom svi (svaki



Sl. 33.: Plan putovanja

u svojoj domeni / zaduženju), ostali članovi vodstva puta, onako kako su navedeni u Knjižici − organizacijskom priručniku, koji su dali svoj doprinos planiranju, ostvarenju i uspjehu ekskurzije.

Odrasli ljudi promatrajući djecu često kažu: "Vidiš kako im je lijepo, a toga nisu svjesni." Ista je situacija bila i s nama dok smo bili studenti. Dok smo bili na ekskurziji, znali smo da nam je lijepo, ali 'nismo bili svjesni – koliko nam je bilo lijepo'! Iz današnje perspektive to mogu realnije procijeniti. Danas kad promatram svoje potomstvo, žalosti me ako moja unučad propusti reći 'hvala' nekome u trenutku primanja poklona ili iskazane lijepe geste. A sad pitam sebe: "Jesam li ja, Želimir Volf, slika 32., bilo kome rekao 'hvala' za organizaciju ove apsolventske ekskurzije?" Najvjerojatnije da nisam i stoga me savjest 'grize'. Da je kojim slučajem prof. Dolenc živ, trudio bih se susresti ga (ili barem poslati e-poruku) i zahvaliti mu na radosti koju je meni / nama pružio organizacijom našeg puta po Europi. Ovako mi ne preostaje drugo do pomoliti se Bogu za njegovu dušu, na ime radosti i proširenja naših obzora, koju nam je on svojim osobnim zalaganjem omogućio.

Svima onima koji su radili na organizaciji i provedbi ove apsolventske ekskurzije, a još su živi, od srca zahvaljujem. Zašto tek sad? Danas, u trećoj životnoj dobi, vraćam se u prošlost sređujući uspomene. Došao sam do ovog putovanja u studentskim danima i počeo razmišljati od tim vremenima. Stoga

ovim putem eksplicitno zahvaljujem na zalaganju i radu užem studentskom vodstvu na čelu s Dragom Banom i njegovim članovima Miroslavu Močiniću, Adamu Kukoleči, Milanu Horvatu, Krešimiru Škrinjaru, Mirni Bratulić i Vladimiru Pristeru.

Na kraju, premda ne na zadnjem mjestu, hvala i svima onima koji su bilo što uradili umjesto mene, kao primjerice naše kolegice, koje su, ne samo pripremale hranu nego, kao što se to na slici 23. vidi, i prale posuđe. Što se tiče praktičnih poslova, ja sam se ponio kao ovca. Ne ponosim se tim, ali ne mogu reći ništa ljepše. Ne sjećam se da sam bilo što radio, a sve sam dobio 'na taci'. Takav sam tretman imao jedino kod vlastite mame u ranoj mladosti. Ovim napisom pokušavam malo umanjiti taj dug koji sam sudjelovanjem na apsolventskoj ekskurziji načinio.

Senior Electrotechnical Professional Student Excursion in 1964

Želimir Volf

Abstract: The article describes the senior electrotechnical students of the Faculty of Electrical Engineering excursion during July 1964. Participants have traveled to Austria, Switzerland, France, Italy, Liechtenstein and Monaco and paid visit to 14 companies. The journey lasted for 22 days. Photographs and memories are attached and described by one of participant i.e. the author of this paper, Želimir Volf.

Keywords: professional excursion, senior electrotechnical students, student's trip, student's journey

3. Znanost i proizvodnja

Ivica Toljan

Projekt Rekonekcija − zamjena redoslijeda faza i otočni rad hrvatskog i BiH elektroenergetskog sustava – neočekivani preduvjeti za povezivanje dvaju europskih elektroenergetskih sustava

Sažetak: Europska udruga državnih elektroprivreda do svibnja 2001. radila je pod imenom Unija za koordiniranje proizvodnje i prijenosa električne energije (*Union for the Coordination of Production and Transmission of Electricity* − UCPTE). Zbog procesa liberalizacije i priprema za otvaranje tržišta električne energije dolazi do promjene organizacija. Razdvajaju se djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije. U Lisabonu, Portugal, u svibnju 2001. Hrvatska elektroprivreda postaje jedan od osnivača i punopravan član nove udruge za prijenos i vođenje elektroenergetskih sustava – UCTE (*Union for the Coordination of Transmission of Electricity*).

U to vrijeme nasljednim povijesnim događanjima europski elektroenergetski sustav (ees) sastojao se od dvaju dijelova, dviju razdvojenih zona; prva i druga europska elektroenergetska zona. Na sastanku pod predsjedanjem Jürgena Stotza, tad glavnog direktora Njemačke elektroprivrede (*Deutsche Verbundgesellshaft* − DVG), zaključeno je da je najveći prioritet povezivanje navedenih zona i stvaranje jedinstvenog europskog ees-a.

Potpisivanjem Pisma o razumijevanju u Lisabonu, na navedenom sastanku počele su aktivnosti oko projekta Rekonekcija. Već na tom sastanku mogao se primijetiti velik pritisak s ciljem da se projekt završi do svibnja 2004. godine. Razumljivo, najveći je interes pokazivala Grčka. Naime, 13. kolovoza 2004. bilo je planirano otvorenje XXVIII. Olimpijskih igara u Ateni.

Sigurnost opskrbe električnom energijom bio je prioritet. Već je tad bila gotova studija o mogućim scenarijima Rekonekcije. Bilo ih je sedam, ali niti jedan nije računao da će Hrvatska u tom roku obnoviti svoju visokonaponsku mrežu uništenu ratnim razaranjima i izgraditi dvije nove 400 kV trafostanice Ernestinovo i Žerjavinec. Rekonekcija bi se napravila preko Mađarske, a Hrvatska bi vjerojatno još godinama bila djelomično izolirana od ostatka europskog ees-a. Nakon dugih rasprava i sastanaka, Upravni odbor UCTE-a na sastanku u Zagrebu 2002. godine osnovao je Izvršni tim (*Executive Team* − ET), s osnovnim ciljem pripreme i realiziranja projekta električnog povezivanja tad postojećih dviju europskih sinkronih zona.

Upravni odbor UCTE-a, sastavljenog od svih europskih elektroprivreda, za voditelje je odredio predstavnika hrvatskog operatora prijenosnog sustava Ivicu Toljana (Član Uprave HEP-a i direktor prijenosa) i češkog Jiřija Feista (tad jedan od direktora češkog prijenosa ČEPS-a). Nakon pune tri godine intenzivnog i odgovornog rada, Hrvatska je obnovila svoju visokonaponsku mrežu, što je napravila i BiH, izgradila nove 400 kV transformatorske stanice i projekt je doveden pred završnu fazu provedbe − planirano uključenje 10. listopada 2004. godine. Na zadnjem sastanku Izvršnog tima za rekonekciju, mađarski predstavnik upozorava da se projekt ne može realizirati jer na sučelju Republike Slovenije, Mađarske i Hrvatske faze nemaju jednak redoslijed, odnosno zamijenjene su. Zbog toga treba ees RH i BiH odvojiti od europskog ees-a (staviti u otočni rad). Da bi se to realiziralo, treba dobiti dozvolu od UCTE-a i organizirati više od 500 ljudi različitih struka te svu pripadajuću tehniku, kao i pronaći način plaćanja izvanrednih troškova.

Ključne riječi: elektroenergetski sustav, redoslijed zamjene faza, projekt Rekonekcija, otočni rad

Uvod

Za sam projekt Rekonekcija [1] dobra je priprema bila studija [9] koju je 2001. godine izradio UCTE pod ravnanjem njemačke elektroprivrede, tzv. DVG studija (*Stability of the Synchronously Interconnected Operation of the Electricity Networks of UCTE / CENTREL, Bulgaria and Romania, DVG, Heidelberg, Germany, 2001*.). Na izradi studije radili su svi predstavnici iz jugoistočne Europe kao i stručnjaci iz Njemačke i Austrije. Iz Hrvatske je sudjelovao mr. sc. Zdenko Tonković iz Instituta za elektroprivredu, u to vrijeme naš vodeći stručnjak za prijenos električne energije. Studiju je vodio dr. sc. Eckhard Grebe

(*RWE*[1] *Energy, Essen, Njemačka*), tad vodeći znanstvenik i stručnjak po pitanjima dinamičke i statičke stabilnosti rada velikih ees-a.

Glavna manjkavost studije bila je da je izrađena bez 400/110 kV trafostanice TS Ernestinovo u RH, jer se nije vjerovalo da će Hrvatska uspjeti pripremiti svoju mrežnu infrastrukturu još dugo vremena. Studija nigdje nije spomenula problem usklađivanja faza. Taj problem je otkriven pred sam početak izvršenja projekta Rekonekcije. Engleska izreka 'Vrag je u detaljima' (engl. *The devils are in details*), na tom je projektu došla do punog izražaja. Svjedoci smo da je i NASA prije nekoliko mjeseci morala otkazati let u svemir posadi koja se godinama za to pripremala zbog problema s veličinom svemirskog odijela.

Studija je uz mnoštvo karakterističnih podataka za velike ees-ove izračunala sigurnost i stabilnost europskog ees-a prilikom mogućih scenarija spajanja, modelirala matematički i konfiguracijski zajedničku mrežu, izračunala tranzijentnu stabilnost, tokove snaga, odstupanja frekvencije i naponske prilike. Bila je čvrst temelj da se napravi s našim programom, koji smo imali u Nacionalnom dispečerskom centru HEP-a, sve daljnje potrebne analize s uključenjem novih 400 kV stanica Ernestinovo i Žerjavinec. Projekt Rekonekcije, usklađivanje faza i otočni rad napisani su u referatima 2005. godine koji su objavljeni [8], [11], [12] i prezentirani na konferencijama HRO CIGRÉ-a. Stoga je ovaj referat kompilacija navedenih triju, ali detalji se mogu naći na *web*-stranicama HRO CIGRÉ-a.

1. Projekt Rekonekcija

Nakon niza razgovora i neizvjesnih stanja, Hrvatska je dobila povjerenje Upravnog odbora UCTE-a za vođenje projekta Rekonekcija [1], [2], [3] i relativno kratke rokove za obnovu vlastitog sustava, a to znači; izgradnja dviju novih 400 kV transformatorskih stanica, obnova svih dalekovoda, kao i izgradnja novih u sklopu nove topologije hrvatske mreže. Ciljni rok bio je lipanj 2004. godine.

Rokovi izgradnje i pripreme hrvatske mreže bili su pod velikim nadzorom, uz stalna izvještavanja Upravnom odboru UCTE-a. Uspješnost projekta ovisila je i o razvoju rekonstrukcije infrastrukture u BiH. Kroz program Power III elektroprivrednici u BiH uspjeli su na vrijeme rekonstruirati trafostanicu TS 400/110 kV Mostar, kao i odgovarajuće dalekovode. Poseban je problem bio je 400 kV vod Mostar − Sarajevo, no zahvaljujući nastojanju svih uspjelo je gotovo nemoguće te je doprinos stručnjaka iz BiH iznimno važan u predmetnom projektu.

Osnovan je Izvršni odbor (*Executive Team − ET*), na čijem su čelu bili Jiři Feist, dipl. ing. el., jedan od direktora u češkoj elektroprijenosnoj kompaniji

[1] **RWE**, *Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk*



Sl. 1.: Voditelji projekta Rekonekcij (slijeva nadesno): mr. sc. Milan Jevšenak – ELES (15. 6. 2004. − 10. 10. 2004.), mr. sc. Ivica Toljan – HEP (15. 5. 2001. − 10. 10. 2004.), Jiři Feist – ČEPS (15. 6. 2001. – 15. 6. 2004.)



Sl. 2.: Sastanak izvršnog tima za projekt Rekonekcija i djelatnici NDC-a (Nacionalni dispečerski centar) HEP-a (Zagreb, rujan 2004.)

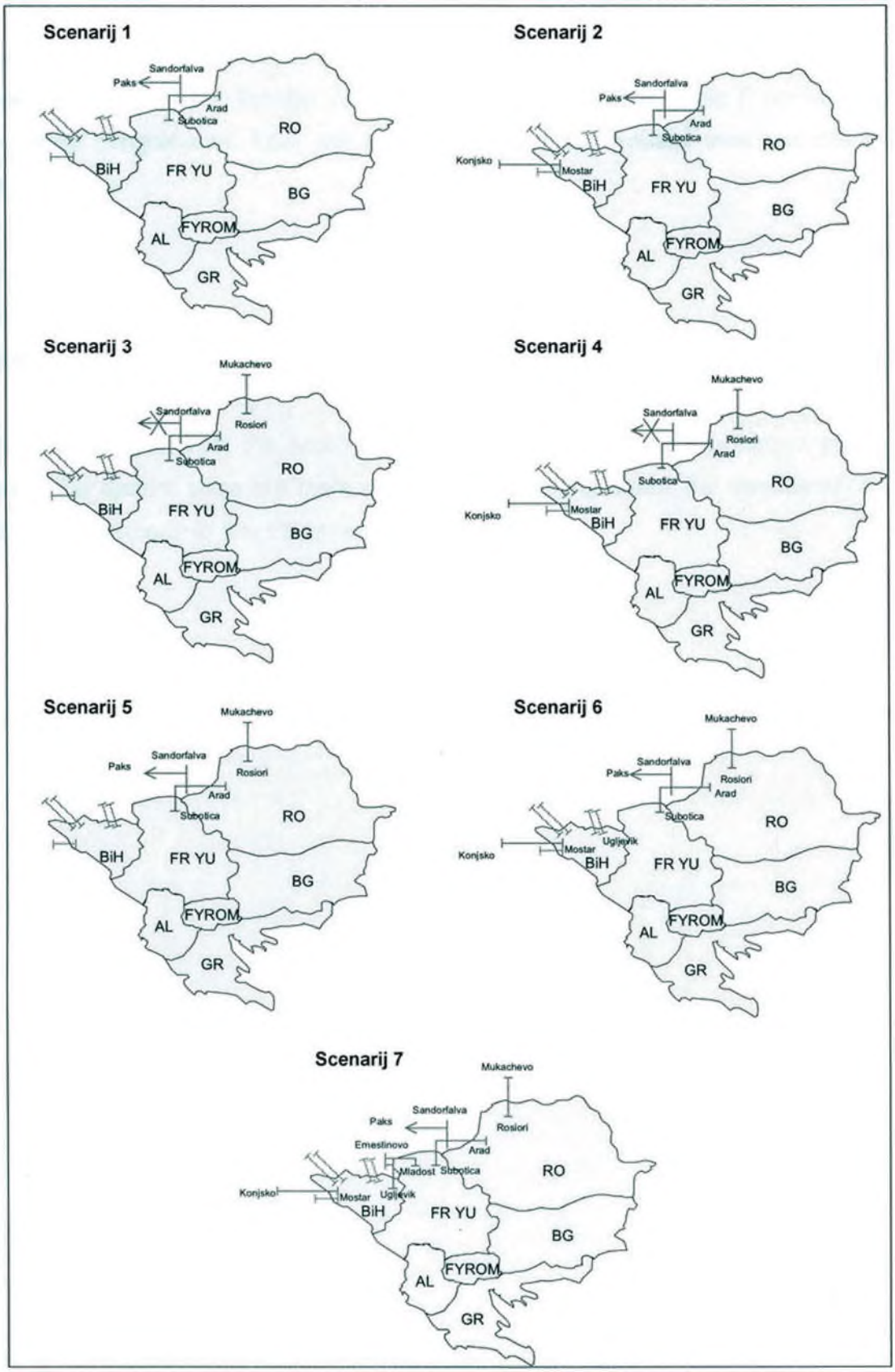


Sl. 3. Tajnik projekta Rekonekcija – Damjan Međimorec, dipl. ing. el. (15. 6. 2001. – 10. 10. 2004.)

− ČEPS. Inženjer Feist imao je iskustvo spajanja članica CENTREL-a (zemlje srednje i istočne Europe iz bivšeg istočnog ees-a) na UCTE kao i mr. sc. Ivica Toljan, član Uprave HEP grupe i direktor HEP – Prijenosa, slika 1. Oba su bila višegodišnji operativni državni dispečeri. U svibnju 2004., pred sam početak realizacije projekta, inženjer Feist prešao je na novo radno mjesto (direktor razvoja Češke elektroprivrede, ČEZ) i zamjenjuje ga direktor slovenskog operatera prijenosnog sustava (ELES), mr. sc. Milan Jevšenak, također bivši državni dispečer. Tajnik ET-a cijelo je vrijeme bio Damjan Međimorec, dipl. ing. el., slika 3., a uz njega je za vrijeme projekta bio prisutan i Silvio Brkić, dipl. ing. el. iz HEP – OPS-a. U uvodu je spomenuta studija obradila šest scenarija i dobiveni rezultati bili su vrlo korisni za naknadne analize po scenariju 7., koji se na koncu i realizirao, slika 4.

1.1. Pregled razvoja UCTE-a i stanje prije rekonekcije

Elektrifikacija kontinentalne (paneuropske) Europe "počela" je od manjih područja koja su se postupno povećavala uz istodoban porast i naponskih razina. Bitan element njihova spajanja interkonekcijama počeo je još dvadesetih godina prošlog stoljeća (zbog korištenja prednosti hidroenergije iz Alpa), a



Sl. 4.: Studija *Scenariji Rekonekcije − Stability of the Synchronously Interconnected Operation of the Electricity Networks of UCTE/Centrel, Bulgaria and Romania* (DVG − Deutsche Verbundgesellashafte.V., Heidelberg, Njemačka, 29. siječnja 2001.)

intenziviran je od 1949. godine, što traje još i danas. U Europi su se nakon Drugog svjetskog rata oblikovale četiri velike elektroenergetske interkonekcije:

1. Zapadnoeuropska interkonekcija UCPTE (Unija za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije), koja od 1951. obuhvaća elektroenergetske sustave osam zemalja: Austrije, Belgije, Francuske, Italije, Luksemburga, Nizozemske, Njemačke (tadašnje Savezne Republike) i Švicarske. Njima su 1961. pridružene zemlje interkonekcije UFIPTE (uz Francusku, obuhvaća Portugal i Španjolsku) i 1974. zemlje interkonekcije SUDEL-a (uz Austriju i Italiju, obuhvaćala je Jugoslaviju i Grčku od 1977.).
2. Sjevernoeuropska interkonekcija NORDEL, koja od 1963. obuhvaća zapadnu Dansku, Finsku, Norvešku, Švedsku i Island (Island, u odvojenom radu).
3. Istočnoeuropski objedinjeni energetski sustav OES, od 1960., interkonekcija obuhvaća europske zemlje članice nekadašnjeg Savjeta za uzajamnu ekonomsku pomoć (SEV): Bugarsku, Čehoslovačku, Mađarsku, Njemačku Demokratsku Republiku, Poljsku, Rumunjsku i jugozapadni dio jedinstvenog elektroenergetskog sustava SSSR-a (Moldavija i Ukrajina)
4. Jedinstveni ees SSSR-a, nastao šezdesetih odnosno sedamdesetih godina, koji je obuhvaćao devet objedinjenih elektroenergetskih sustava u toj zemlji (od ukupno jedanaest, s gotovo 100 rajonskih sustava), u europskom i azijskom dijelu.

Postoji još i interkonekcija UKTSOA (*United Kingdom Transmission System Operators Association*), koja obuhvaća sustav Engleske i Walesa te koordinira dobavu iz Škotske i uvoz iz Francuske. ATSOI (*Association of Transmission System Operators of Ireland*), interkonekcija je koja obuhvaća sustave Republike Irske i Sjeverne Irske. To su dvije manje europske interkonekcije.

Uspostavljene europske elektroenergetske interkonekcije imale su određene prirodne i razvojne posebnosti, koje ih dijelom čine komplementarnim te 'potiču' na međusobno spajanje, a dijelom su takve da stvaraju teškoće pri mogućem spajanju:

- zemljopisni položaj duž razdjelnice istok-zapad: vrh potražnje pomiče se dnevno sa Suncem; usto, istok je suficitaran s primarnim izvorima energije, a zapad uglavnom deficitaran
- zemljopisni položaj duž razdjelnice sjever-jug: vrh potražnje pomiče se sezonski, ljeti prema jugu, a zimi prema sjeveru; usto, ekološki je preopterećen središnji prostor i u tom pogledu slabije opterećen sjever i jug
- udio energije vode u ukupnoj proizvodnji električne energije
- udio nuklearnih elektrana
- regulacijska svojstva elektrana i sustava
- zemljopisne zapreke (morski tjesnaci) i
- globalno-političke prepreke.

Nakon tzv. perestrojke i pada Berlinskog zida (1989.), društvenih i političkih promjena u SSSR-u (1991.) i istočnoj Europi te rata na prostoru Jugoslavije nastaju promjene i unutar zatečenih europskih interkonekcija i u umnožavanju njihove međusobne povezanosti.

Prije svega, 1992. u Pragu je utemeljena nova interkonekcija CENTREL, kojoj su pristupili ees-ovi Češke, Slovačke, Poljske i Mađarske s jednim od najvažnijih ciljeva: prilagodba mreže zbog integracije u UCPTE. Od 1993. isključene su veze prema interkonekciji ees-a SSSR-a. Jugozapadni dio Ukrajine, oko TE Burštin, također je odvojen od interkonekcije ees-a SSSR-a.

U Njemačkoj, ujedinjenoj 3. listopada 1990., žurno se grade četiri 400 kV dalekovoda kako bi se nove savezne države izdvojile iz interkonekcije OES-a i priključile sustavu ranijih saveznih država, odnosno interkonekciji UCPTE. To je realizirano 1995., a krajem te godine počeo je pokusni paralelni rad interkonekcije CENTREL, dakle Poljske, Mađarske, Češke i Slovačke s interkonekcijom UCPTE. Stalni sinkroni rad realiziran je 1998. godine.

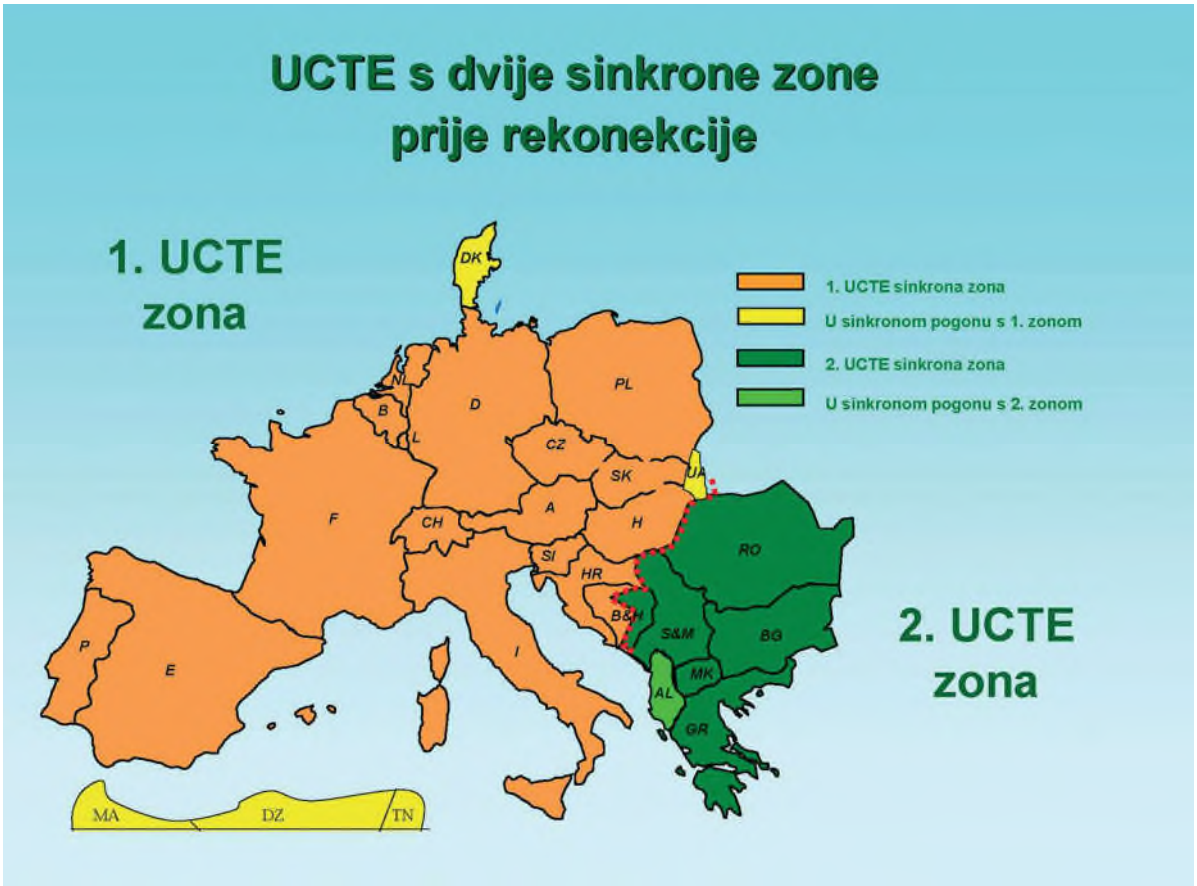
Interkonekcije NORDEL i UKTSOA odvajaju od UCPTE-a morske zapreke takve duljine da se ne mogu premostiti izmjeničnim prijenosom, bitno ekonomičnijim od istosmjernog. Prijenos izmjeničnom strujom podmorskim kabelom visokog napona ograničen je na nekoliko desetaka kilometara. Uz veću duljinu, kapacitivna struja koja nužno teče kabelom na njegovu početku "zauzela" bi sav presjek kabela te ne bi preostao presjek raspoloživ za aktivni prijenos energije. Pri istosmjernom naponu nema kapacitivne struje kabelom, ali takav sustav traži – osim polaganja kabela – i skupa usmjerivačka postrojenja na njegovu početku i završetku. Engleska pokrata za prijenos istosmjernom strujom visokog napona je HVDC (engl. *High voltage direct current*).

Nekoliko podmorskih kabela istosmjerne struje povezuje zemlje NORDEL-a međusobno, a prema zemljama UCPTE-a položena su tri takva kabela. Prvi je BALTIC-kabel (najdulji podmorski kabel na svijetu: 250 km), između Švedske i Njemačke, napona 450 kV i prijenosne moći 600 MW, u pogonu od 1994. godine. Drugi je KONTEK-kabel, između Danske i Njemačke, duljine 52 km u Baltičkom moru, napona 400 kV i prijenosne moći 600 MW, u pogonu od 1996. godine. Treći je SwePol-kabel, između Švedske i Poljske, napona 450 kV i prijenosne moći 600 MW, podmorske duljine 230 km, u pogonu od 2003. godine. U međuvremenu su izgrađene i dodatne HVDC veze.

Najsnažniji podmorski kabelski prijenos na svijetu, IFA 2000, prijenosne moći 2000 MW, položen je ispod La Manchea, duljine 72 km. Pri istosmjernom naponu od 270 kV omogućuje znatan izvoz iz Francuske u Veliku Britaniju, a u pogonu je od 1986. godine. Još od 1961. na tom je potezu kabelski prijenos s istosmjernom strujom prijenosne moći 160 MW.

Godine 1999., usklađujući se s odredbama Direktive 96/92 Europskog parlamenta i Vijeća od 19. prosinca 1996. o zajedničkim pravilima za unutarnje

tržište električne energije Europske unije o električnoj energiji, koja nalaže tržišni položaj proizvodnje električne energije i odvajanje proizvodnje od prijenosa i distribucije, interkonekcija UCPTE mijenja svoj naziv, izostavljajući riječ proizvodnja (engl. *production*) iz naslova i otad se naziva UCTE, Unija za koordinaciju prijenosa električne energije. Nema više među osnovnim zadaćama koordinaciju proizvodnje električne energije, nego pružanje tehničke mogućnosti da se takova koordinacija obavlja na tržišnoj/konkurentnoj osnovi. Udružuje operatere prijenosnih sustava u kontinentalnoj Europi, osiguravajući pouzdanu tržišnu osnovu putem učinkovite i sigurne elektroenergetske mreže najviših napona (engl. *power highway*).



Sl. 5.: Interkonekcija UCTE sredinom 2004. godine (izvor: HEP − OPS)

Ratna razaranja u Hrvatskoj još su 1991. razdvojila, potpunim razaranjem TS 400/110 kV Ernestinovo te djelomičnim razaranjem TS 400/220/110 kV Konjsko, kao i kasnijim razaranjima na području BiH – interkonekciju UCPTE (kasniji UCTE) na dvije zone, slika 5., svaku za sebe u sinkronom pogonu. U drugoj sinkronoj zoni našli su se ees-ovi jugoistočne Europe (istočni dio BiH,

Srbija i Crna Gora, Makedonija[2], Grčka, i – u sinkronom radu s drugom zonom od 1994. godine Rumunjska i od 1996. Bugarska, te nakon njih i Albanija), a u prvoj sinkronoj zoni sve preostale zemlje, uključujući Hrvatsku i Sloveniju. Za RH značajna je bila izgradnja 400 kV voda Žerjavinec – Héviz, okončana 1999., s obzirom na to da je riječ bila o alternativnom spojnom putu RH prema prvoj zoni UCTE preko Mađarske; obje dotadašnje 400 kV veze bile su preko Slovenije (Zagreb – Krško i Melina – Divača).

Godine 2004., nakon što je prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji i TS 400/110 kV Ernestinovo te mreža u BiH obnovljena, došlo je do spajanja prve i druge sinkrone zone UCTE-a, tablica 1., i time je ponovno uspostavljena jedinstvena interkonekcija od Portugala do Poljske i od Francuske do Grčke, Makedonije, Bugarske i Rumunjske, te – u pridruženom članstvu – zapadne Danske. Sustavi jugozapadne Ukrajine i Albaniji bili su u sinkronom radu s UCTE-om, ali te zemlje tad nisu bile članice.

Godine 1991. osnovan je poseban odbor MEDELEC, čiji je cilj bio elektroenergetsko spajanje oko Sredozemlja. Izgrađena je veza koja proteže interkonekciju UCTE na sjevernoafrički prostor – zemlje Magreba: Maroko, Alžir i Tunis, koje čine međusobnu interkonekciju. Kabel izmjenične struje napona 400 kV ispod Gibraltara, prijenosne moći 730 MW, duljine 25 km, povezuje Španjolsku s Marokom od 1997. godine. U izgradnji je još jedan takav kabel. Zemlje Magreba: Libija, Egipat, Jordan, Libanon i Sirija čine jedan interkonekcijski blok. Realizirano je spajanje Tunis – Libija. Slijedi spajanje na tursko-sirijskoj granici. Bospor je, inače, premošten četirima vodovima 400 kV.

Međukontinentalno spajanje koje na taj način nastaje omogućilo bi europsko investiranje u korištenje primarnih energetskih izvora sjeverne Afrike, u daljoj budućnosti i dublje u Africi – sve do eventualno mogućih ekonomski prihvatljivih budućih solarnih rješenja masovno instaliranih u ekvatorskom području.

Na sjeveru bilo je planirano polaganje, koje je poslije realizirano, čak triju novih podmorskih kabela istosmjerne struje: dvaju između Norveške i Njemačke te jednog između Norveške i Nizozemske. Očigledno, komplementarnost skandinavske hidroenergije i sjevernoeuropske kontinentalne termoenergije te ekološki motivi potiču na intenziviranje razmjene između tih prostora. Švedska se time priprema i za nadoknadu nuklearne energije nakon obustave proizvodnje u vlastitim nuklearnim elektranama. Razmatrano je sinkrono spajanje interkonekcije UCTE i interkonekcije IPS/UPS (*Interconnected Power Systems / Unified Power System*), koja bi se pružala od Lisabona do

[2]Ime zemlje promijenjeno je 2019. u Sjeverna Makedonija.

Vladivostoka. Konačni izvještaj o mogućnostima takva spajanja podnesen je 2008. i pozitivan je.

Interkonekcija IPS/UPS obuhvaća elektroenergetske sustave baltičkih zemalja (Latvije, Litve i Estonije) te Armenije, Azerbejdžana, Bjelorusije, Gruzije, Moldavije, Kazahstana, Kirgistana, Rusije, Tadžikistana, Ukrajine i Uzbekistana. Nastala je nakon raspada SSSRa, odnosno raspada svojedobnog istočnoeuropskog objedinjenog energetskog sustava. Razmatra se i alternativa veleprijenosa istok-zapad, sustavom istosmjerne struje s više priključaka (multiterminalni prijenos): Rusija, Bjelorusija, Poljska i dva priključka u Njemačkoj, prijenosne moći 4000 MW i ukupne duljine 1800 kilometara.

Uz tehničko-tehnološka ograničenja širenju, i brojne druge zapreke ne dopuštaju "beskrajno" protezanje interkonekcijskog obuhvata: neujednačeni pogledi na kvalitetu, sigurnost, ekonomičnost. Različitost tradicija, kultura, jezika, odnosa prema disciplini i slične nehomogenosti unutar preširoko zahvaćenog prostora također vode velikom oprezu.

Tablica 1.: Dvije sinkrone zone UCTE pred spajanjem (zaokruženi podaci) 2004. godine (izvor: UCTE− ET)

Sinkrona zona	Instalirana snaga elektrana, GW	Proizvodnja električneenergije, TWh
Prva	545	2300
Druga	55	200
Ukupno UCTE	600	2500

1.2. Tijek pripreme, organizacija i preduvjeti rekonekcije

Potpisivanjem Memoranduma o razumijevanju u Lisabonu počele su aktivnosti oko projekta Rekonekcije. Spajanje se provjeravalo metodom "korak po korak". Sljedeća je bila provjera sigurnosti provjerom kriterija sigurnosti ($n - 1$). Određivanje prvog voda za spajanje na sučelju bilo je zahtjevno jer je trebalo uzeti u obzir Ferrantijev učinak (zbog porasta kapacitivne komponente struje na kraju voda dolazi do porasta napona u praznom hodu te u trenutku uključenja može doći do znatne razlike napona na sučelju; zbog toga se petlja zatvara na nižoj strani napona sučelja).

Procjene i izračuni tzv. neželjenih tokova snaga kroz vodove koji bi mogli nastati u procesu spajanja prve i druge sinkrone zone, kao i tokovi unutar bližih mreža, postavili su zahtjev da razmjena bude 0 MW. U pripremi projekta cijela



Sl. 6.: Članovi izvršnog tima za provođenje projekta Rekonekcija u NDC-u HEP – OPS-a, slijeva na desno: Leo Prelec, Walter Satinger, Šime Radić, Ante Barić, Marinko Rogić, Milan Jevšenak, Ivica Toljan, Damjan Međimorec, Silvio Brkić, Davorin Kučić, Igor Ivanković

je visokonaponska mreža UCTE-a (uključujući mreže zapadne Ukrajine i Albanije), modelirana za očekivano opterećenje i proizvodnju. Prvi plan projekta spajanja bio je svibanj 2004., no zbog kašnjenja u pripremi i izgradnji infrastrukture (TS-a i DV-a), spajanje je odgođeno za jesen te godine. Stoga su se i svi proračuni trebali preračunati na navedeno vrijeme.

Temeljna činjenica spajanja, koja se odnosila na hrvatski ees, bila je da sustav koji je bio na granici prve sinkrone zone UCTE-a nakon 13 godina dolazi praktički u središnji položaj. Zbog toga dolazi do izmjene konfiguracije unutarnje, a posebice vanjske mreže. Daljnje procjene pokazivale su da će zbog intenziviranja tržišnih transakcija biti vrlo teško predvidjeti tokove snaga, a time i opterećenost mreže. Prilikom povezivanja treba već u tom trenutku voditi brigu o tome da će se javiti potreba za učinkovitim tehničkim i organizacijskim rješenjima za zaštitu hrvatskog ees-a od poremećaja iz susjednih i drugih ees-ova (ugradnja kvalitetne zaštite, WAMS (*Wide Area Monitoring System*) opreme, nova ICT oprema).

Temeljni preduvjet Rekonekcije bio je da se tog dana, tzv. dana D, razmjena energije ‘svede’ na nulu. Organizacija i hijerarhija regulacije bila je postavljena na način da regulacija ne utječe na izvršenje projekta.



Sl. 7.: Popis službenih predstavnika u projektu Rekonekcija

1.3. Stabilnost ees-a

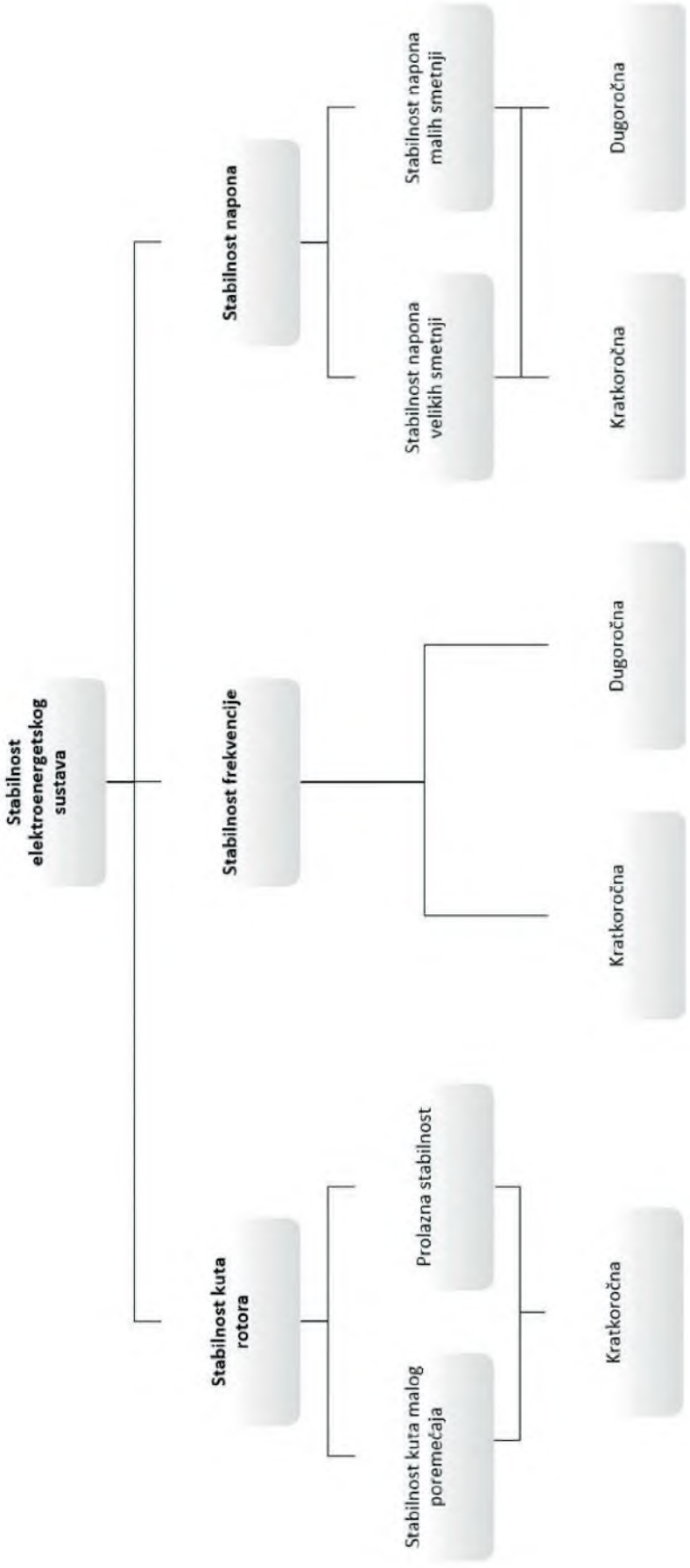
Definicija stabilnosti [4], [5], [6], [7] i [16] i rad ees-a različito se tretiraju u literaturi, posebice razlika između statičkih i dinamičkih pojava. Više se puta te granice isprepliću i u većini literature, kao i u UCTE *Priručniku za vođenje sustava* [3]. U tom priručniku stabilnost je definirana i razgraničena na sljedeći način:

- Statička stabilnost – označava stabilnost s obzirom na male i postupne promjene opterećenja, sustav zadržava stabilnost s klasičnom uzbudom i regulacijom, glede sinkronih generatora u elektranama.
- Dinamička stabilnost – označava stabilnost s obzirom na relativno male i iznenadne promjene opterećenja; sustav se s tog gledišta može opisati linearnim diferencijalnim jednadžbama i stabilizirati korištenjem tzv. linearnog i kontinuiranog dodatnog nadzora stabilnosti. Tipičan su primjer niskofrekvencijske oscilacije u slučaju većih ees-a, i torzijske oscilacije turboagregata u slučaju podsinkrone rezonancije prijenosnih vodova s kapacitivnom kompenzacijom.
- Tranzijentna (prijelazna) stabilnost – odnosi se na stabilnost ees-a za iznenadne i opasne poremećaje, koji prelaze mogućnosti linearnih i kontinuiranih dopunskih regulatora stabilnosti. Sustav može "izgubiti" stabilnost pri prvom njihanju, posebice ako nije primijenjena uspješna zaštita. Za analizu prijelazne stabilnosti i određivanje regulacije, sustav se treba opisati nelinearnim diferencijalnim jednadžbama.
- Nelinearna stabilnost – je matematički pojam koji se odnosi na, općenitu, vrstu problema stabilnosti koja se pojavljuje u tehnici, a nije usko vezan na ees. Tu se sustav treba opisati nelinearnim jednadžbama, ali ne nužno nelinearnim diferencijalnim jednadžbama. Često upotrebljavani primjeri za istraživanja nelinearne stabilnosti su analiza statičke stabilnosti upotrebom kriterija jednakih površina i analiza prijelazne stabilnosti pomoću Ljapunove direktne metode.

Stabilnost ees-a je sposobnost sustava da se uz dano stanje pri početku rada, vrati u normalno stanje uravnoteženosti, nakon što se dogodio poremećaj. Stabilnost je stanje uravnoteženosti između suprotstavljenih snaga; nestabilnost se javlja u slučaju kad poremećaj dovodi do stalne neravnoteže među suprotstavljenim stranama. Elektroenergetski sustav izrazito je nelinearan sustav, koji djeluje u stalno promjenjivoj okolini; opterećenja, isključenja generatora, topologija, a ključni se operativni parametri kontinuirano mijenjaju. Pri izloženosti prolaznom poremećaju, stabilnost sustava ovisi o prirodi poremećaja kao i stanju prije poremećaja.

1.3.1. Statička analiza

Analiza tranzita, tokova snaga, kratkih spojeva i N-1 provedena je u studiji DVG-a, no već je spomenuto da je projekt izrađen bez čvorne točke TS Ernestinovo te su rezultati bili samo djelomično primjenjivi. Radi toga provedene su analize s domaćim ekspertima [13], [15], [17], koji su uspjeli analitički predočiti ključne analize, koje su pokazale da je moguće provesti rekonekciju. Programi koji su se koristili bili su programi Instituta za elektroprivredu (IE), program DAM s FER-a, program PTI/PSS Energetskog instituta *Hrvoje Požar*



Sl. 8.: Temeljni elementi stabilnosti ees-a

(EIHP). Razvijeno je nekoliko modela ovisno o očekivanoj konfiguraciji mreže, hidrološkim uvjetima, mogućem danu realizacije projekta.

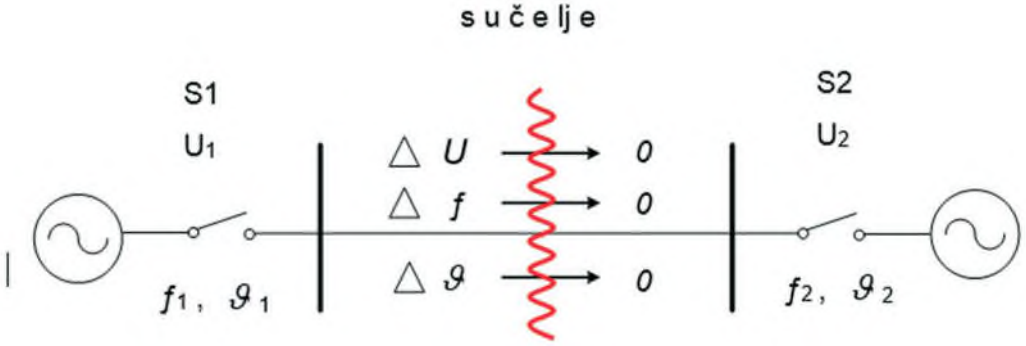
Bilo je iznimno teško odlučiti se koji je model prihvatljiv jer je rizik bio velik. Iskustveni podaci kao i mišljenja većine eksperata ukazivali su da se treba usredotočiti na realizaciju tokova snaga, pod velikim uvjetom da se tijekom dana "zaustavi" trgovina, odnosno razmjena električne energije između OPS-ova (operateri prijenosnog sustava) u rekonekciji.

1.3.2. Dinamička analiza

Dinamičko vladanje, slika 8., analiza kuta, naponske stabilnosti, oscilacija frekvencije i promjena tokova snaga u kratkom vremenu analitički su promatrani s pomoću nekoliko softverskih programa u samoj pripremi rekonekcije, ali najvećim dijelom kroz DVG studiju. Tijekom rekonekcije dinamičko vladanje praćeno je promatranjem odziva navedenih veličina najnovijom WAMS opremom u nekoliko čvornih točaka u Švicarskoj, Hrvatskoj i Grčkoj. Značajnu je pomoć pružio švicarski operater ETRANS. Uočena su međupodručna elektromehanička njihanja kao i oscilacije frekvencije. Sustav se ipak u roku od nekoliko minuta uspio održati i daljnjim spajanjem na nižim naponskim razinama 220 kV i 110 kV konačno postigao područje stabilnosti.

2. Usklađivanje redoslijeda faza

U tijeku spajanja dvaju ili više sustava, slika 9., osnovna dinamička svojstva: frekvencija, napon i kut rotora kalkuliraju se tako da na sučelju njihova razlika teži nuli. Kako je teško postići navedeno idealno stanje, veličine razlika izračunavaju ovisno o slučaja do slučaja, pa je tako učinjeno i za slučaj spajanja paneuropskog dijela prve i druge sinkrone zone.



Sl. 9.: Strukturalna predodžba na sučelju dvaju ees-a različitih dinamičkih svojstava

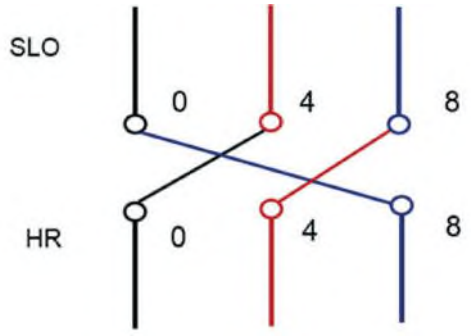
U proteklih dvadeset godina istraživanja su bila usmjerena na prikupljanje podloga i rješenja za projekt spajanja dviju paneuropskih sinkronih zona [8], [10], [14]. Prvo je spajanje članica CENTREL-a na UCTE, drugo je spajanje ees-a Bugarske i Rumunjske na blok CENTREL/UCTE, treće je spajanje prve i druge paneuropske sinkrone zone. Istraživanja koja su provedena s potporom programa Europske unije za velike europske prijenosne mreže (*Trans-European Networks* − TEN), osigurala su kvalitetne pretpostavke za provedbu.

Glavni naglasci u studijama bili su stavljeni na istraživanje stabilnosti zbog malih poremećaja (međupodručne oscilacije) kao bitnog stajališta razvoja ees-a. Temeljem istraživanja postignuta su saznanja o zaključcima i preporukama koji su se koristili za analize dinamičkih karakteristika tijekom spajanja velikih sustava. Ispitivanje održavanja sigurnosti uz minimalno potrebni broj vodova u sučelju je temeljna funkcija cilja. Uz dana ograničenja (naponi, frekvencija, tokovi snaga, sigurnost), traženje optimuma funkcije rješava se, prije svega, linearnim programiranjem.

Bitnu ulogu pri izvedbi projekata imale su električne zaštite i prekidači. U samoj pripremi projekta spajanja od bitne važnosti bila je infrastrukturna priprema; obnova TS 400/110 kV Ernestinovo, izgradnja nove 400/220/110 kV TS Žerjavinec, obnova DV 400 kV TS Ernestinovo − TS Tumbri, obnova svih ostalih 220 kV i 110 kV vodova, obnova 400/110 kV Mostar 4 i obnova 400 kV, 220 kV, 110 kV vodova BiH.

Prve su analize pokazivale da je provedivo idejno rješenje koje je za analizu uzelo podatke za tokove djelatne i jalove snage, u predvidivo, jesen 2004. godine. Nadalje, provjeravalo se kod svih OPS-a je li navedeni model dovoljno "dubok" i točan za daljnje proračune. Analize su izrađene posebno za zemlje koje su bile na sučelju spajanja, slika 11.

Tijekom istraživanja stanja mreže i priprema za spajanje prve i druge sinkrone zone došlo je do "otkrića" unutar postojeće topologije, slike 10. i 12., tj. problema u hrvatskoj prijenosnoj mreži koji nije bio razmatran i analiziran, a onemogućivao je izvedbu projekta spajanja. Problem je nastao 1943. godine prilikom izgradnje i puštanje u pogon DV 110 kV Samobor – Brestanica, gdje se u tijeku spajanja nije vodilo računa o točnom spajanju faze na fazu, nego je

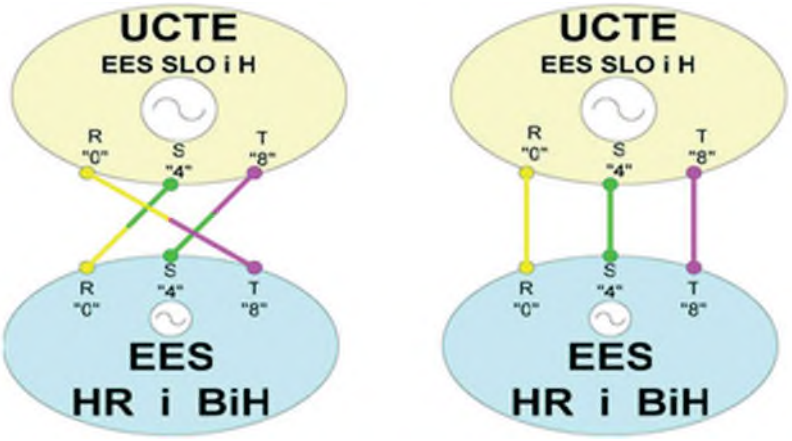


Sl. 10.: Principno predočenje bivšeg stanja rasporeda faza na sučelju HR-SLO i HR-H ees-a



Sl. 11.: Predočenje spoja hrvatskog ees-a s okruženjem (raspored faza) (izvor: HEP − OPS)

došlo do zamjene položaja faza ili prepleta, slika 11. Zbog toga se daljnjim razvojem mreže i spajanjem problem povećavao, slika 12., a nije rješavao. Do negativnih posljedica nije došlo jer je ees Jugoslavije bio odvojen od istočnoeuropskih. Prilikom razdvajanja i oblikovanja druge zone fazno spajanje u drugoj sinkronoj zoni pravilno je izvedeno i nije bilo negativnih posljedica. No, u



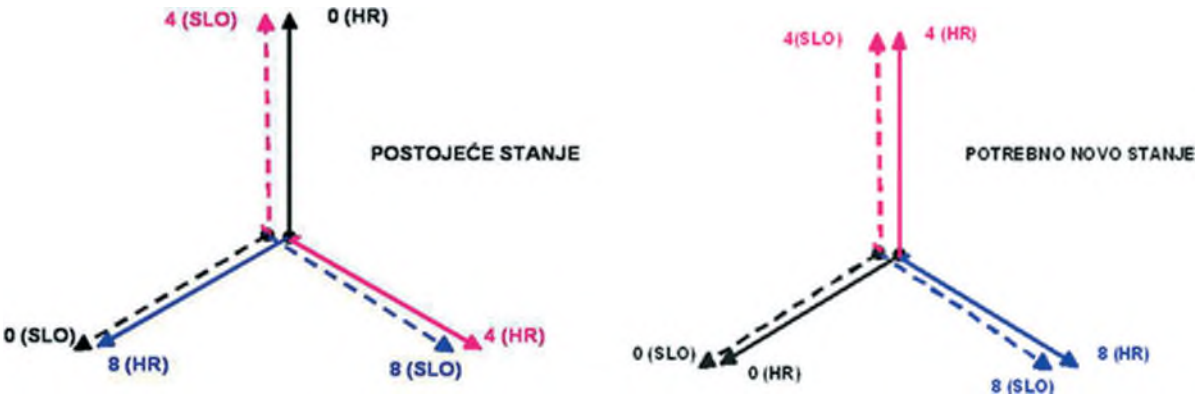
Sl. 12.: Sučelje ees-a Hrvatskei UCTE-a (ees-a SLO i H) prije (lijevo) i poslije (desno) usklađivanja redoslijeda faza

slučaju planiranog spajanja prve i druge sinkrone zone s postojećom topologijom došlo bi do nesagledivih posljedica za cijeli europski ees.

Stoga je ET (slika 2.) odlučio da se ees RH i BiH fizički odspoji od prve sinkrone zone i stavi u 'otočni rad' (samostalni rad ees-a, bez galvanskog spoja s ostalima), provede poravnanje faza, ponovno spoji pravilno ("fazu na fazu") i na taj način pripremi za projekt spajanja. Projekt je izveden (25. 9. 2004.), a zbog složenosti i velikog rizika od raspada pripreman je uz veliki broj proračuna i analiza i potrebni oprez.

Riječ je bila o sučelju ees-a koji obuhvaćaju sve spojne vodove, slika 11., između hrvatskog te slovenskog i mađarskog ees-a. Na 400 kV strani to su bili DV 400 kV Melina − Divača, DV 400 kV Tumbri − Krško, Žerjavinec − Héviz. Na 220 kV strani DV 220 kV Pehlin − Divača i Žerjavinec − Cirkovce. Na 110 kV strani DV 110 kV Buje − Koper, Matulji − llirska Bistrica, Nedeljanec – Formin.

Planirani radovi odvijali su se na dalekovodima, mjernoj opremi, relejnoj zaštiti i sustavima telekomunikacija. Prema slikama 12. − 15. trebalo je uskladiti redoslijed faza na tom sučelju, a to znači provesti odgovarajuću zamjenu položaja faznih vodiča (preplet) na najpovoljnijim mjestima svakog spojnog voda između hrvatskog, slovenskog i mađarskog ees-a. Spojni su vodovi, slika 11., prema odgovarajućem scenariju isključivani da bi se na istima obavio 'preplet'.

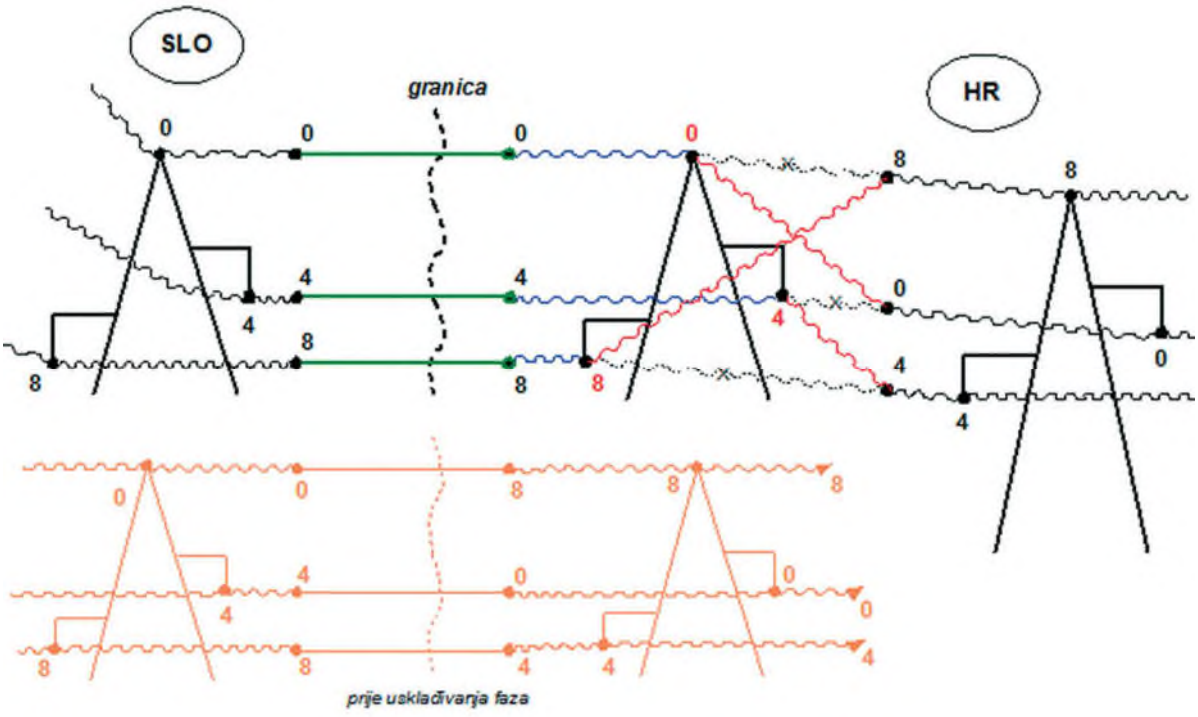


Sl. 13.: Fazorsko predočenje prethodnog stanja i potrebnog novog stanja

Sučelje (engl. *interface*) je fizičko mjesto spoja dvaju ees-a preko spojnih vodova koji se nazivaju interkonektori. Na slici 14. može se uočiti da je od svih susjednih zemalja problem egzistirao između Hrvatske i Slovenije i Mađarske s jedne strane, a u jednakom spoju usklađenosti faza bio je sustav Hrvatske i BiH. Zbog takvog tehničkog stanja ta dva su sustava bila razmatrana kao jedan blok, odnosno promjenu redoslijeda faza trebalo učiniti samo na sučelju Hrvatske i Slovenije i Mađarske, a ne između Hrvatske i BiH. Na tom principu učinjeni su i proračuni za izvedbu projekta specifičnog i jedinstvenog u poznatoj energetskoj literaturi.



Sl. 14.: Spojni vodovi na sučelju ees-a Hrvatske i UCTE-a na kojima je proveden ‘preplet’ – usklađivanje redoslijeda faza



Sl. 15.: Predodžba izvedbe usklađivanja faza između Hrvatske i Slovenije



Sl. 16.: Stup na DV 400 kV Žerjavinec (HR) − Héviz (HU) u blizini državne granice nakon harmoniziranja redoslijeda faza

U jednom trenutku usklađivanja redoslijeda faza bilo je nužno da se hrvatski ees, a s njim zajedno i sustav BiH u cijelosti odvoji od UCTE-a, te da isti prijeđu u otočni pogon.

Iz sigurnosnih razloga otočni rad trebao je biti u što kraćem vremenu. U tu je svrhu na trima spojnim vodovima koji su bili izvan pogona (DV 400 kV TS Tumbri − NE Krško 1 i 2 i DV 220 kV TS Žerjavinec − Cirkovce) unaprijed izvršen preplet i usklađen redoslijed faza. Prema temeljnom scenariju izvođenja aktivnosti, u TS Tumbri sve je bilo pripremljeno da se resinkronizacija sustava Hrvatske i BiH s UCTE-om realizira sinkroček-relejom[3] na DV 400 kV TS Tumbri − Krško 1 u što kraćem vremenu, i da se potom uključe DV 400 kV TS Tumbri − Krško 2 i DV 220 kV TS Žerjavinec − Cirkovce.

Izvedba usklađivanja redoslijeda faza bila je zahtjevna, slike 15. i 16. Tražila je znatnu količinu izvorne i adekvatne opreme te obučenost izvođača na projektu koji se realizira samo jednom − nedostajala je rutina. Sve to ometalo je brzinu realizacije. Na dalekovodima izvedba je bila brže napravljena nego

[3] **sinkroček-relej**, uređaj za provjeru razlike napona, frekvencija i kutova na mjestu spajanja proizvodne jedinice na elektroenergetski sustav, spajanja dvaju dijelova elektroenergetskog sustava koji nisu sinkroni, uspostave veze između dviju točaka jednog elektroenergetskog sustava i elektroenergetskih sustava u interkonekciji, obično se pridodaje uređaju za sinkronizaciju

sigurnosna provjera usklađenosti elektronske opreme (prijenos signala, releji, telekomunikacijska usklađenost). Značajan faktor bili su i vremenski uvjeti, koji su na taj dan bili ekstremno nepovoljni (kiša i vjetar).

3. Otočni rad hrvatskog i BiH ees-a

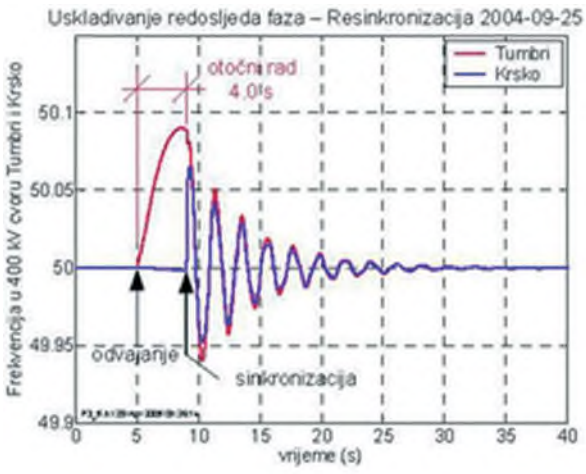
Parametriranje sinkroček-releja, $\Delta f = 100$ mHz, $\Delta\delta = 10°$ el., $\Delta U = 40$ kV, načinjeno je na temelju pogonskih iskustava i rezultata predikcijskih proračuna dinamičkog vladanja hrvatskog ees-a za scenarij isključenja DV 400 kV Žerjavinec – Héviz 2 (potpuno odvajanje ees-a Hrvatske i BiH od UCTE-a i prelazak u otočni rad), otočnog rada i ponovne sinkronizacije na UCTE preko DV 400 kV Tumbri – Krško 1. Simulacijski proračuni rađeni su na prediktiranom polaznom stacionarnom stanju.

Navedeno polazno stacionarno stanje bilo je postavljeno temeljem osnovnog scenarija za pripremu i izvođenje aktivnosti usklađivanja redoslijeda faza. Polazno stacionarno stanje podešeno je tako da u trenutku odvajanja od UCTE-a sustav Hrvatske i BiH bude veći s malim iznosom djelatne snage od približno 50 MW, da budu u obama sustavima agregati sposobni za rad u modu primarne regulacije frekvencije, da budu u tom modu rada, i da rezerva primarne regulacijske snage bude oko 250 MW. Konačno, da funkciju sekundarne regulacije frekvencije i snage razmjene obavlja hrvatski ees, i to u modu regulacije sustava postavljenu na 400 MW/Hz.

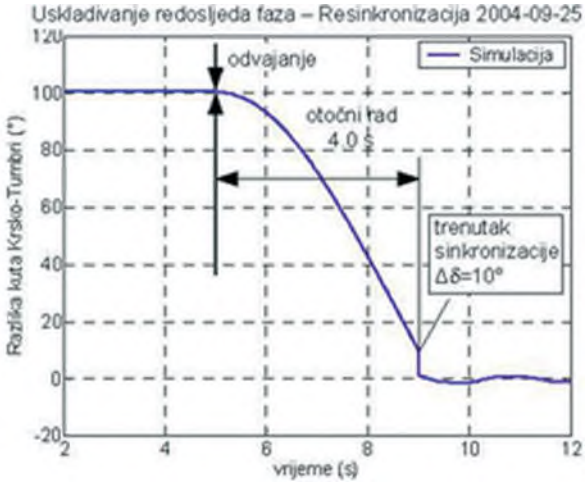
Scenarij odvajanja od UCTE-a, otočnog rada ees-a Hrvatske i BiH i ponovne sinkronizacije predviđao je da se početno fazno ‘kašnjenje’ fazora napona u 400 kV čvoru Tumbri za fazorom napona u 400 kV čvoru Krško iznosi približno 100° el. s povećavanjem frekvencije ees-a Hrvatske i BiH nakon odvajanja od UCTE-a. Zbog toga je planirano da višak proizvodnje u obama sustavima u trenutku odvajanja bude približno 50 MW te da se spajanje obavi čim budu zadovoljeni uvjeti za sinkronizaciju postavljeni na sinkroček-releju u TS Tumbri.

Rezultati predikcijskih simulacijskih proračuna [13], [15], [17], [19], [20] za scenarij cjelovitog odvajanja i ponovne sinkronizacije sustava Hrvatske i BiH na UCTE bili su detaljno analizirani. Rezultati su bili pozitivni glede uspješnosti realizacije navedenog scenarija i sigurnosti sustava prema kriteriju kutne stabilnosti.

Odziv frekvencije u 400 kV čvoru Tumbri – Krško prilikom odvajanja i ponovne sinkronizacije, slika 17., pokazuje da u razdoblju otočnog rada ($t = 4{,}0$ s) frekvencija od nazivne u trenutku odvajanja ($f = 50{,}00$ Hz) raste najviše do $f = 50{,}08$ Hz, te da u trenutku sinkronizacije bloka Hrvatske i BiH dolazi do propadanja u sljedećoj sekundi najmanje do $f = 49{,}96$ Hz. Stacionarno stanje nastaje nakon 10 s, što se može smatrati pozitivnim odzivom sustava, posebice utjecaja prouzročenih oscilacijama koherentne grupe područja u sučelju.



Sl.: 17.: TS Tumbri − odziv frekvencije (izvor: **IE**, Institut za elektroprivredu)

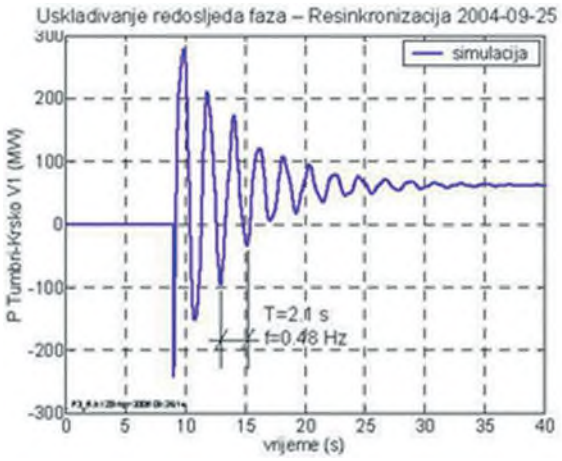


Sl. 18.: Čvor TS Tumbri, NEK[4] odziv razlike kutova (izvor: IE)

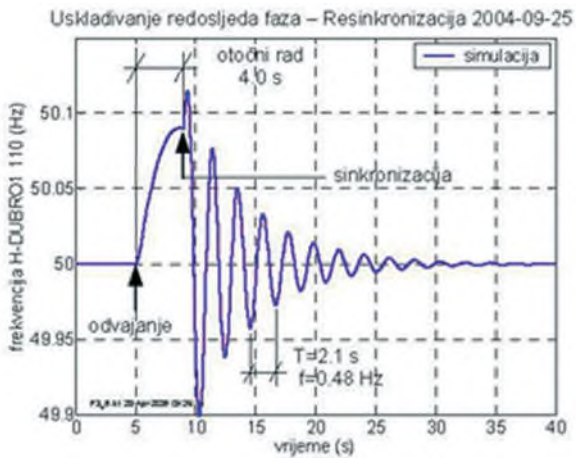
Odziv razlike kutova fazora napona u 400 kV čvoru Tumbri i NE Krško prilikom odvajanja i ponovne sinkronizacije ees-a Hrvatske i BiH na UCTE, slika 18., pokazuje da je od početnih 100° el. u trenutku odvajanja, koliko je iznosila razlika kroz 4 s otočnog rada, došlo do smanjenja razlike vrlo brzo i na taj je način bio ispunjen uvjet za sinkronizaciju $\Delta\delta = 10°$ el.

Odziv djelatne snage na DV 400 kV Tumbri – Krško prilikom odvajanja i ponovne sinkronizacije ees-a Hrvatske i BiH na UCTE, slika 19., pokazuje da je snaga "zaplesala" od ekstremno +250 MW do –150 MW, da bi u relativno kratkom vremenu od 15 s "ostala" na +75 MW.

U konačnici, mjeren je i odziv frekvencije na 110 kV strani blok-transformatora agregata AG1 u HE Dubrovnik pri odvajanju i ponovne sinkronizacije



Sl. 19.: DV 400 kV Tumbri, NEK, odziv djelatne snage (izvor: IE)



Sl. 20.: HE Dubrovnik, odziv frekvencije na 110 kV strani (izvor: IE)

[4] **NEK**, Nuklearna elektrana Krško

ees-a Hrvatske i BiH na UCTE, slika 20., na jugu hrvatskog ees-a, gdje se može uočiti također brzi odziv ees-a, postizanje stabilnosti i relativno slabe inherentne titraje homogene grupe južnog dijela sustava.

Tijekom završnih aktivnosti usklađivanja redoslijeda faza na sučelju hrvatskog ees-a i UCTE-a obavljalo se mjerenje i zapis dinamičkog ponašanja karakterističnih veličina stanja (djelatne snage, napona, frekvencija) u odabranim točkama / postrojenjima hrvatskog sustava. Projekt je bio jedinstven i praktički neponovljiv i jedinstvena prilika da se snime dinamičke značajke odabranih veličina stanja u slučaju specifičnih tehničkih događanja i njima izazvanih prijelaznih pojava, te osiguraju zapisi za analize i uvid u stvarna dinamička svojstva sustava Hrvatske i BiH u posebnim, tzv. partikularnim pogonskim uvjetima. Zapisi su od velike vrijednosti za proučavanje dinamičkih modela koji se koriste pri simulacijskim istraživanjima i korisno su iskustvo za specijaliste koji se bave analizama pojava u elektroenergetskim postrojenjima i sustavima.

Promjene uklopnog stanja na sučelju ees-a Hrvatske i UCTE-a pratile su prijelazne pojave s elektromehaničkim oscilacijama sustava Hrvatske i BiH prema UCTE-u. "Slabljenje" veze između sustava Hrvatske i BiH i UCTE-a u procesu njihova odvajanja prouzročilo je smanjenje frekvencije međupodručnih elektromehaničkih oscilacija ees-a Hrvatske i BiH prema UCTE-u. Prilikom spajanja stanje je bilo obratno i frekvencija međupodručnih oscilacija je rasla. Frekvencija elektromehaničkih oscilacija kretala se u području od 0,5 Hz do 0,8 Hz.

Posebice zanimljiva i informativna bila su elektromehanička gibanja sustava Hrvatske i BiH pri odvajanju od UCTE-a, tijekom otočnog rada i ponovne sinkronizacije na UCTE te pri isključenju i uključenju spojnih vodova (DV 220 kV Pehlin – Divača, DV 400 kV Melina – Divača i DV 400 kV Žerjavinec – Héviz, slike 21. i 22., koji su sastavni dio koridora za tok snage iz sjeveroistočnog dijela UCTE-a u njegov jugozapadni dio, odnosno sjeverni dio ees-a Italije.

Dinamički model sustava na kojem su izvođena predikcijska simulacijska istraživanja dinamičkog vladanja ees-a Hrvatske i BiH kod potpunog odvajanja i ponovne sinkronizacije sustava Hrvatske i BiH na UCTE iskorišten je za simulaciju realnih pogonskih događaja tijekom spajanja i s njima izazvanih prijelaznih pojava.

Sigurnost ees-a Hrvatske i BiH prema kriteriju kutne stabilnosti nije ni jednog trenutka bila upitna tijekom realizacije projekta usklađivanja redoslijeda faza na sučelju ees-a Hrvatske i UCTE-a zahvaljujući ciljano postavljenom pogonskom stanju obaju sustava i gotovo punoj raspoloživosti unutarnje prijenosne mreže. Identificirana su dva moda međupodručnih elektromehaničkih oscilacija, i to dominantni mod oscilacija svojstven sustavu Hrvatske i BiH i mod međupodručnih oscilacija, koji najvjerojatnije pripada koherentnoj grupi sustava u sjeveroistočnom dijelu UCTE-a. U nekom manje povoljnom pogonskom stanju i u smanjenoj raspoloživosti unutarnje prijenosne mreže mogao bi biti izražen problem međupodručnih oscilacija svojstvenih ees-u Hrvatske i BiH.

Bitno je da svi stabilizatori ees-a u okviru sustava uzbude sinkronih generatora u ees-u Hrvatske i BiH trebaju biti sposobni i podešeni za učinkovito prigušenje elektromehaničkih oscilacija s frekvencijom u području od 0,1 Hz do 0,8 Hz.

Teorijska razmatranja, matematičke i računalne analize, kao i ukupno iskustvo realizacije projekta poslužili su kao temeljne podloge za izvedbu projekta spajanja dviju europskih zona UCTE-a različitih sinkronih svojstava.

S gledišta dinamičkog ponašanja hrvatskog sustava tijekom planiranih aktivnosti prilikom usklađivanja redoslijeda faza na sučelju ees-a Hrvatske i UCTE-a bilo je zanimljivo snimati veličine koje oslikavaju dinamičko ponašanje sustava u domeni elektromehaničkih prijelaznih pojava (njihanja), dakle u području frekvencija od 0,1 Hz do 2,0 Hz. Time su ujedno određeni i temeljni zahtjevi na svojstva mjerno-registracijske opreme. Nadalje, prijelazne pojave trebalo je snimati istodobno na više mjesta širom sustava, a zapisi s različitih lokacija morali su biti međusobno striktno vremenski usklađeni.

U hrvatskom sustavu tad nije postojao sustav sinkroniziranog i koordiniranog mjerenja putem trajno instalirane mjerno-registracijske opreme u ključnim objektima (*Wide Area Measurement System* − WAMS), niti je hrvatski ees bio uključen u UCTE – WAMS. Stoga je za potrebe mjerenja i registriranja prijelaznih pojava prouzročenih događajima tijekom usklađivanja redoslijeda faza angažirano više mjernih ekipa raspoređenih u postrojenja: TS Tumbri, TS Melina, TS Konjsko, HE Dubrovnik i TE-TO Zagreb.

Lokacije mjernih ekipa (TP-1 do TP-5) odabrane su tako da se raspoloživim brojem ekipa i mjerno-registracijskom opremom u što većoj mjeri pokrije i što bolje reprezentira dinamika cijelog sustava. Mjerni signali uzimani su iz postojećih mjernih pretvornika ugrađenih u objektima. U skladu s tim odabrane su i mjerne veličine koje u najvećoj mjeri oslikavaju pojave od interesa (djelatna snaga na vodovima, frekvencija). Iznimke su mjerenja u HE Dubrovnik (TP-5) i CCCPP TE-TO Zagreb (TP-2), gdje su iskorišteni postojeći višekanalni mjerno-registracijski sustavi CoDIS (VESKI, Zagreb) s pomoću kojih je realiziran zapis trenutačnih vrijednosti napona i struja s frekvencijom uzorkovanja od 2 kHz, a koji su bili posebno parametrirani za potrebe tih mjerenja tako da se osigura dovoljno trajanje zapisa. Snimanje na ostalim mjernim mjestima obavljeno je višekanalnim digitalnim mjerno-registracijskim uređajima odgovarajućih svojstava (trajanje zapisa 500 s, vrijeme uzorkovanja od 1 ms do 5 ms).

Mjerenja su koordinirana putem telefonskih veza sa središnjeg koordinacijskog mjesta CP u NDC[5] Zagreb. U vremenu raspoloživom za pripremu nije bilo moguće realizirati sustav automatske sinkronizacije i startanja mjerno-registracijske opreme. Umjesto toga, kod svakog je zapisa dinamike sustava nalog za

[5] **NDC**, Nacionalni dispečerski centar

početak registracije izdavan iz središnjeg koordinacijskog mjesta, istodobno svim mjernim ekipama (TP-1 do TP-5). Interno vrijeme svakog mjernog uređaja prethodno je bilo podešeno prema signalu točnog vremena (prema preciznim daljinski i automatski kontroliranim satovima).

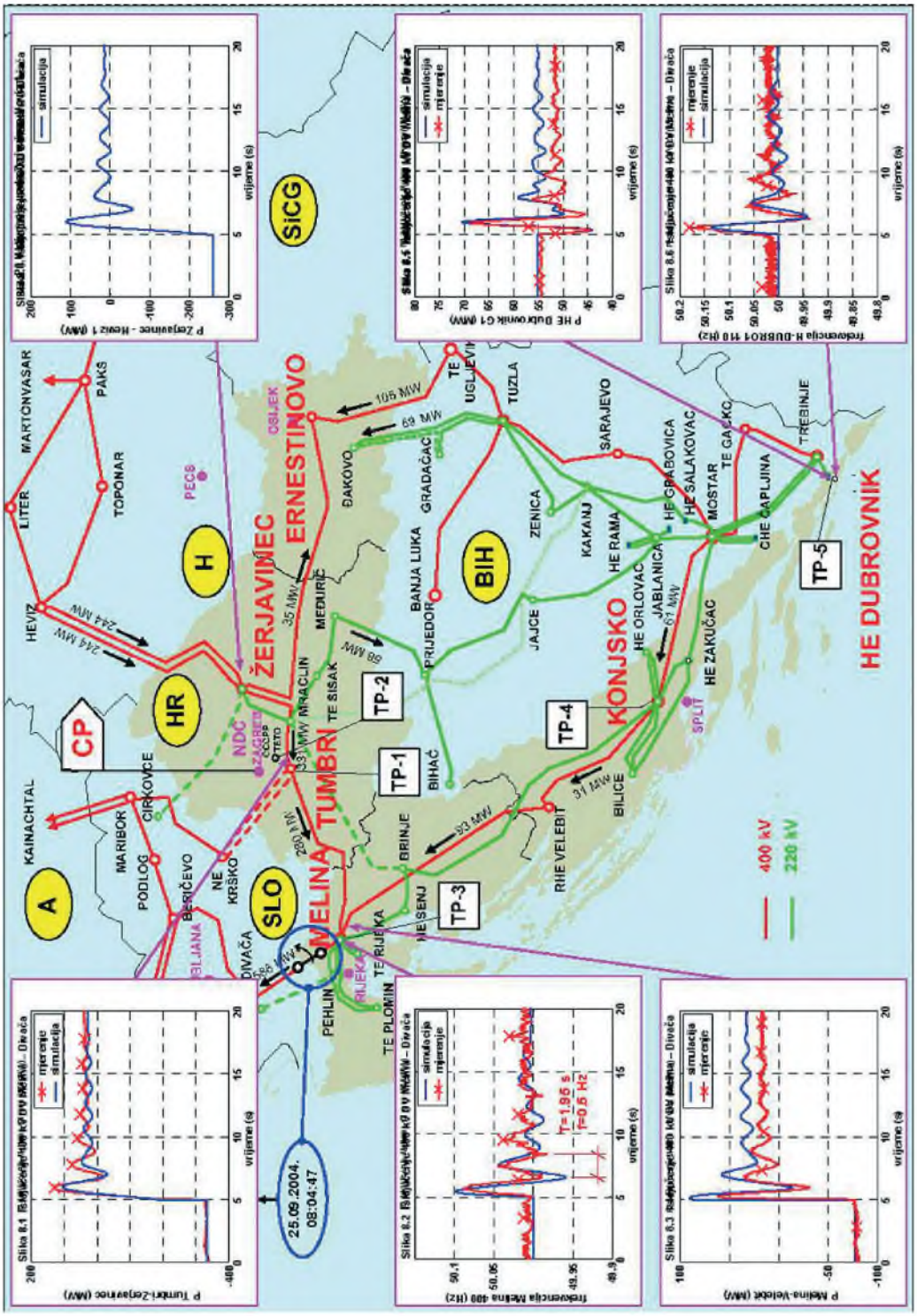
Za svaku promjenu uklopnog stanja 440 kV i 220 kV dalekovoda na sučelju hrvatskog ees-a i UCTE-a preuzet je iz DAM sustava u NDC Zagreb zapis kvazistacionarnog stanja hrvatskog sustava prije i poslije isključenja, odnosno uključenja dalekovoda. Ti su zapisi osim za arhivske svrhe i provjeru dinamičkih zapisa poslužili i za postavljanje polaznih stacionarnih stanja kod simulacijskih proračuna.

Točni podaci o trenucima isključenja i uključenja dalekovoda uzeti su iz KRD zapisa. Mjerenja i simulacijski proračuni odziva karakterističnih veličina stanja u strateškim točkama ees-a Hrvatske tijekom prijelaznih stanja prouzročenih stvarnim događajima kod usklađivanja redoslijeda faza na sučelju ees-a Hrvatske i UCTE-a 25. 9. 2004. izvršeni su za slučajeve isključenja 220 kV DV Pehlin – Divača i 400 kV DV Melina – Divača, za slučaj sekvencije: isključenja 400 kV DV Žerjavinec – Hévíz 2 (potpuno odvajanje ees-a Hrvatske i BiH od UCTE-a), otočnog rada i ponovne sinkronizacije na UCTE preko 400 kV DV Tumbri – Krško 1 te za slučajeve uključenja 400 kV DV Tumbri – Krško 2, 220 kV DV Žerjavinec – Cirkovce, 220 kV DV Pehlin – Divača, Žerjavinec – Hévíz 1 i 2.

Dinamičko ponašanje ees-a Hrvatske ilustrirano je na zemljovidno orijentiranim prikazima konfiguracije 400 kV i 220 kV prijenosne mreže hrvatskog ees-a s podacima tokova djelatnih snaga na značajnijim vodovima neposredno prije nastanka prijelazne pojave (podaci iz DAM sustava) i usporednim prikazima izmjerenih i simulacijskih odziva tijekom prijelaznih pojava u četirima karakterističnim slučajevima: (1) prilikom isključenja 400 kV DV Melina – Divača, (2) prilikom isključenja 400 kV DV Žerjavinec – Hévíz 2 s potpunim odvajanjem ees-a Hrvatske i BiH od UCTE-a, otočnog rada i ponovne sinkronizacije na UCTE preko 400 kV DV Tumbri – Krško 1 te za (3) uključenje 220 kV DV Pehlin – Divača i (4) uključenje 400 kV DV Žerjavinec – Hévíz 1.

3.1. Dinamičko ponašanje hrvatskog ees-a kod isključenja 400 kV DV Melina − Divača

Dinamičko ponašanje ees-a Hrvatske za slučaj isključenja 400 kV DV Melina − Divača 25. 9. 2004. u 08:04:47 ilustrirano je na slici 21. usporednim prikazom izmjerenih (crveno, označen križićem ×) i proračunatih (plavo) odziva karakterističnih veličina stanja u strateškim točkama ees-a Hrvatske te prikazom podataka tokova snage (iz DAM sustava) na značajnijim vodovima neposredno prije isključenja. Konfiguracijski je značajno da je nakon isključenja 400 kV DV



Sl. 21.: Zemljovidno orijentirani prikaz 400 kV i 220 kV prijenosne mreže ees-a Hrvatske sa značajnijim tokovima djelatnih snaga (podaci iz DAM sustava) neposredno prije isključenja 400 kV DV Melina – Divača 25. 9. 2004. u 08:04:47 i s izmjerenim (crveno, označen križićem ×) i simuliranim (plavo) odzivima karakterističnih veličina stanja u strateškim točkama ees-a Hrvatske tijekom prijelazne pojave prouzročene isključenjem tog dalekovoda (izvor: IE)

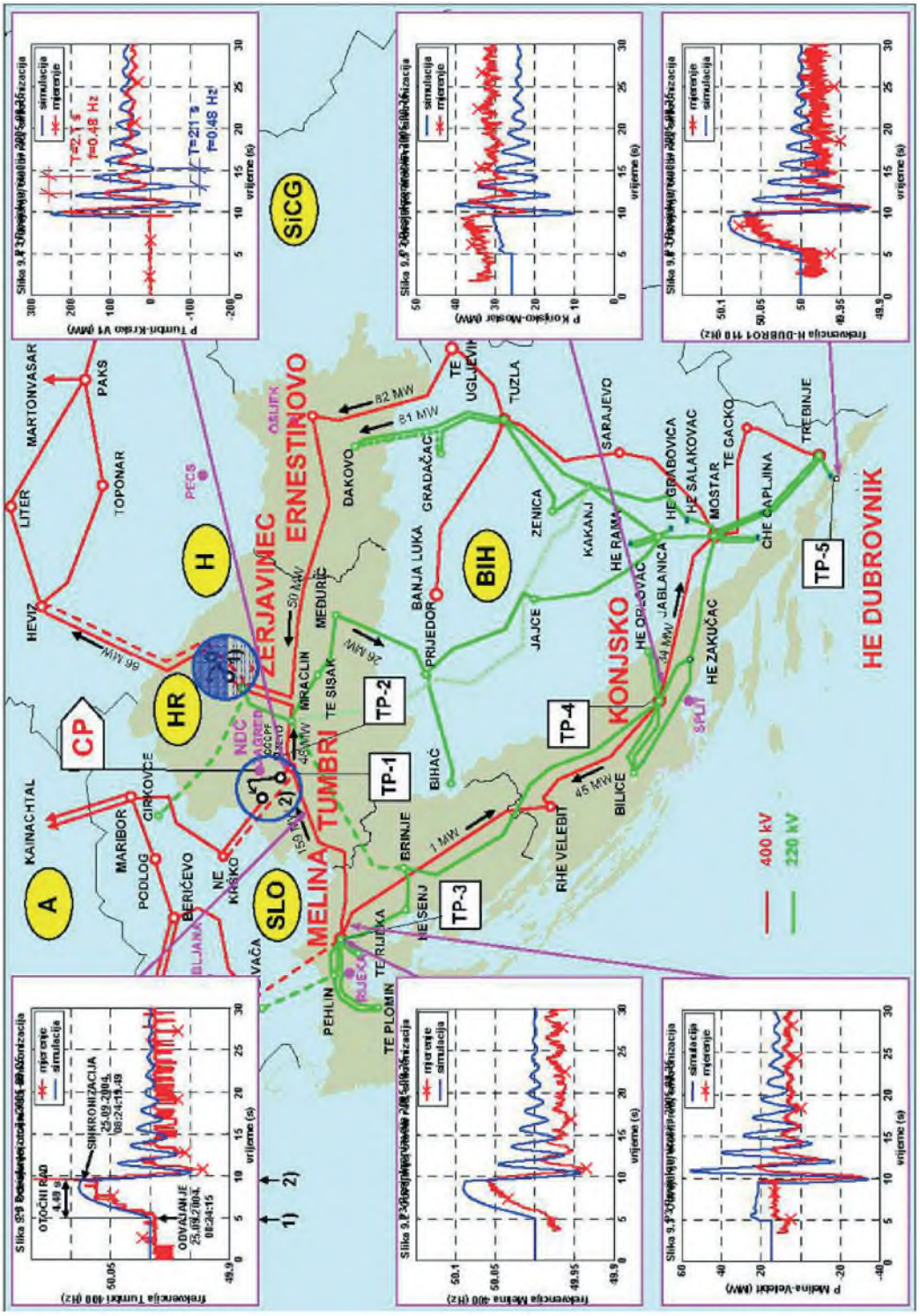
Melina – Divača s tokom djelatne snage od Meline prema Divači od 586 MW, slika 21., prekinut prijenosni koridor od sjeveroistoka ka jugoistoku UCTE-a, odnosno prema sjevernom dijelu ees-a Italije jer su već bili isključeni 400 kV DV Tumbri – Krško 1 i 2 i 220 kV DV Žerjavinec – Cirkovce i Pehlin – Divača. Po isključenju 400 kV DV Melina – Divača sustav Hrvatske i BiH ostao je spojen na UCTE preko 400 kV DV Žerjavinec – Hévíz i na njemu se ustalio tok od oko 40 MW prema Hévízu, što je bilo vrlo blizu planiranom iznosu (oko 50 MW) po osnovnom scenariju događanja.

Sustav Hrvatske i BiH u specifičnoj pogonskoj konfiguraciji prema odzivima karakterističnih varijabli tijekom prijelazne pojave prouzročene isključenjem 400 kV DV Melina − Divača, može se reći koherentno i dobro prigušeno oscilira prema UCTE-u s frekvencijom osnovnog moda osciliranja od 0,51 Hz. Treba istaknuti da je aktualno i ciljano postavljeno pogonsko stanje ees-a Hrvatske i BiH prilikom usklađivanja redoslijeda faza bilo vrlo sigurno s aspekta moguće pojave međupodručnih elektromehaničkih oscilacija i njihova prigušenja. Rezultati mjerenja i simulacijski rezultati zadovoljavajuće se podudaraju, tako da se može zaključiti da je vjerodostojnost dinamičkog modela dobra.

3.2. Dinamičko ponašanje hrvatskog ees-a za scenarij: isključenja 400 kV DV Žerjavinec − Hévíz 2

Odvajanje, otočni rad i ponovna sinkronizacija ees-a Hrvatske i BiH na UCTE bila je središnja i najsloženija faza realizacije projekta usklađivanja redoslijeda faza na sučelju ees-a Hrvatske i UCTE-a. Sve je bilo pripremljeno u skladu s rezultatima predikcijskih simulacijskih proračuna dinamičkog ponašanja hrvatskog ees-a za scenarij: isključenja 400 kV DV Žerjavinec –Hévíz 2 (potpuno odvajanje ees-a Hrvatske i BiH od UCTE-a i prelazak u otočni rad), otočnog rada i ponovne sinkronizacije na UCTE preko 400 kV DV Tumbri – Krško 1, kako je uvodno opisano. Stručni tim u TS Tumbri zadužen za resinkronizaciju preko 400 kV DSV Tumbri − Krško bio je u trajnoj neposrednoj vezi s ekipom i operaterom u komandi TS Žerjavinec tako da je odmah, po primitku informacije da je isključena 400 kV veza između Žerjavinca i Hévíza, dao nalog za uključenje 400 kV DV Tumbri – Krško. Kao što je bilo i predviđeno, ponovna sinkronizacija obavljena je u stanju kad su prvi put bili ispunjeni uvjeti za sinkronizaciju postavljeni na sinkroček-releju (Δf = 100 mHz, $\Delta\delta$ = 10° el. i ΔU = 40 kV). Zahvaljujući tako dobroj pripremi, otočni rad ees-a Hrvatske i BiH trajao je svega 4,49 s.

Dinamičko ponašanje ees-a Hrvatske ilustrirano je izmjerenim (crveno, označeno križićem) i simuliranim (plavo) odzivima karakterističnih veličina stanja u strateškim točkama ees-a Hrvatske prikazanim na slici 22. Polazno stacionarno stanje za simulaciju bilo je podešeno tako da u što većoj mjeri



Sl.: 22. Zemljovidno orijentiran prikaz 400 kV i 220 kV prijenosne mreže ees-a Hrvatske sa značajnijim tokovima djelatnih snaga (podaci iz DAM sustava) neposredno pred odvajanje od UCTE-a, s izmjerenim (crveno, označeno križićem ×) i simuliranim (plavo) odzivima karakterističnih veličina stanja u strateškim točkama ees-a Hrvatske tijekom prijelazne pojave izazvane odvajanjem (25. 9. 2005. u 08:24:15) i ponovnom sinkronizacijom (u 08:24:20) ees-a Hrvatske i BiH na UCTE

odgovara podacima stacionarnog stanja neposredno prije isključenja 400 kV DV Žerjavinec – Hévíz 2 uzetim iz DAM sustava. Tok snage na 400 kVDV Žerjavinec – Hévíz neposredno prije isključenja iznosio je 65 MW u smjeru Hévíza.

Frekvencija ees-a Hrvatske i BiH, mjerena u 400 kV čvoru Tumbri, porasla je zbog tog viška proizvodnje i u trenutku sinkronizacije bila veća od polazne za oko 75 mHz prema rezultatima mjerenja (oko 80 mHz prema simuliranim rezultatima).

Sinkronizacija u simulaciji kontrolirana je modelom sinkroček-releja, ali je forsirano obavljena 4,49 s nakon isključenja 400 kV DV Žerjavinec – Hévíz, kao što se i dogodilo u realnim uvjetima. Tijekom prijelazne pojave prouzročene ponovnom sinkronizacijom na UCTE, ees Hrvatske i BiH oscilira prema UCTE-u dobro prigušeno s frekvencijom oscilacije od 0,48 Hz (mjerenje i simulacija) određeno iz odziva djelatne snage na 400 kV DV Tumbri – Krško. Što se tiče samog prigušenja, simulirani odzivi nešto su konzervativniji od izmjerenih. Rezultati mjerenja i simulacije, kako je ilustrirano usporednim prikazima odziva na slikama, dobro se podudaraju. Sigurnost ees-a Hrvatske i BiH po kriteriju kutne stabilnosti bila je vrlo dobra zahvaljujući ciljano postavljenom pogonskom stanju obaju sustava i gotovo punoj raspoloživosti prijenosne mreže.

Zaključak

Nedugo poslije Drugog svjetskog rata, 23. svibnja 1951. godine pod pokroviteljstvom OECD-a (*Organization for European Economic Co-operation*) osnovan je UCPTE. Temeljna uloga bio je doprinos razvoju gospodarskih aktivnosti kroz ekonomično korištenje energetskih izvora međusobno spojenih elektroenergetskih sustava. Električno, galvanski, bilo je spojeno osam zapadnoeuropskih zemalja s godišnjom ukupnom potrošnjom od 154 TWh.

Otad do danas navedena dobrovoljna udruga širila se i restrukturirala organizacijski; 2001. godine postaje UCTE, a od 2009. godine ENTSO, sa svim europskim zemljama i godišnjom potrošnjom od 3329 TWh u 2017. godini. Operativno je uspostavljeno zajedničko, otvoreno, konkurentno, jedinstveno tržište električne energije. Time je ENTSO, kao pravni sljednik, napravio najveći doprinos u razvoju zajedničkog europskog duha jedinstvenog gospodarstva na kojem vladaju tržišni zakoni konkurencije. Svaka je članica davala i daje velik doprinos zajedničkom, odgovornom i efikasnom radu.

U svojoj evoluciji do 2004. godine europski ees bio je podijeljen u dvije nepovezane zone. Odlukom Upravnog odbora UCTE-a u Lisabonu 2001. odlučuje se da se zone moraju povezati kroz projekt Rekonekcija i time stvoriti zajednički europski ees. Navedeni projekt bio je povjeren Republici Hrvatskoj

(HEP). Poseban, specifičan i neponovljiv. Takav se projekt u energetskoj povijesti realizira prvi put i samo jednom. Golema odgovornost i nepredviđeni rizici bili su pred europskim, hrvatskim i ostalim znanstvenicima i stručnjacima.

Zagrebačka energetska škola (profesori: Požar, Bosanac, Bego, Udovičić, Granić, Zeljko, Haznadar, Filipović, Hebel, Mikuličić, Krajcar, Tešnjak), temelji se na njemačkoj i francuskoj inženjerskoj praksi. Tijekom više od pedeset godina educirala je stotine elektroinženjera, koji vrlo uspješno rade širom svijeta. Projektom Rekonekcije njihovi su bivši studenti dobili velik stručni izazov, koji je 2004. godine proglašen najvećim energetskim događajem u Europi. Danas se preko interneta proučava i citira diljem svijeta (v. *Resarch Gate*). U svega tri godine HEP je uspio obnoviti elektroenergetsku mrežu uništenu ratnim razaranjima, izgraditi dvije nove 400 kV trafostanice, pripremiti obje zone za spajanje, organizirati realizaciju projekta i uspješno formirati zajednički europski ees 10. listopada 2004. godine.

U samom procesu priprema za rekonekciju, neočekivano, kad je već bilo sve pokrenuto, na zadnjem sastanku pred realizaciju (mjesec dana do dana D), dolazi se do činjenice da se zbog zamijenjenog redoslijeda faza projekt mora ili obustaviti ili u kratkom roku prilagoditi faze na dalekovodima koji se spajaju. Odgađanje projekta vjerojatno bi unedogled produljilo njegovu realizaciju. Da bi se uspješno realizirao, javlja se novi preduvjet, a taj je da se hrvatski i bosansko-hercegovački sustavi zajedno moraju odspojiti galvanski od europskog ees-a i staviti u ‘otočni rad’. Brzim *ad hoc* analizama 13. rujna 2004. godine u NDC-u, s obzirom na struku i raspoloživu tehniku, odlučeno je da se to može realizirati. Nakon stresnih i zahtjevnih konzultacija s ostalim europskim partnerima i odgovornim kolegama za europski ees, odluka je donesena u jednom danu. Dobivši dozvole iz Bruxellesa (sjedište UCTE-a), 25. rujna 2004. godine, zahvaljujući djelatnicima HEP-a, IE-a, EIHP-a, FER-a, Dalekovoda, europskih operatera, sve je završeno brzo i efikasno (u roku od 12 dana). Ukupno je bilo angažirano više od 500 ljudi. Time su europski ees-i bili pripremljeni za projekt Rekonekcija, a Zagrebačka energetska škola ušla je u europsku i svjetsku energetsku povijest.

Nakon projekta rekonekcije promjenom topologije mreže, hrvatski ees od rubnog je postao središnji sustav u europskom ees-u. Gubici su smanjeni za jedan posto, što je godišnje 100 GWh, odnosno više od pet milijuna eura, a pozitivni efekti optimalne trgovine i sigurnost opskrbe električnom energijom (otad nije zabilježen raspad ees-a), ukazuju na nemjerljive doprinose tehničkoj, gospodarskoj i političkoj stabilnosti Europske unije.

Literatura

[1] Toljan I., Međimurec D., Brkić S.: Projekt: Rekonekcija, dokumentacija Izvršnog tima za rekonekciju, HEP–OPS, Zagreb, 2004.

[2] Toljan I. *Dinamičke značajke povezivanja elektroenergetskih sustava različitih sinkronih svojstava*, doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, FER, Zagreb, Hrvatska, 2010.

[3] UCTE − *Priručnik za vođenje pogona*, UCTE, Bruxelles, 2004.

[4] Toljan I.: Definiranje koncepcije i pripremne aktivnosti za izradu GRID CODE hrvatskog elektroenergetskog sustava, 4. simpozij o sustavu vođenja EES-a, 2000.

[5] Toljan I.: Mrežna pravila elektroenergetskog sistema (GRID CODE), 5. Savjetovanje CIGRÉ, 2001.

[6] − *Mrežna pravila elektroenergetskog sustava* (prvo izdanje), MINGRIP, NN, Zagreb, 2004.

[7] − *Memento of power system reliability*, RTE-Francuska 2005. Edition

[8] Toljan I.: Od razdvajanja do ponovnog povezivanja europskih mreža UCTE-a, Simpozij o sustavu vođenja ees-a, HRO CIGRÉ Cavtat, 7. studenoga 2004.

[9] − *Stability of the synchronously interconnected operation of the electricity networks of UCTE/CENTREL,* UCTE DVG Study, Bulgaria and Romania, final report, Heidelberg, Deutschland, 2001.

[10] Toljan I., Banovac E., Tešnjak S.: Development of UCTE and Reconnection of 1st and 2nd Pan-European Synchronous Zones, 4th IASME/WSEAS International Conference on Energy&Enviorment (EE09), Cambridge, UK, February 21−26, 2009.

[11] Toljan I., Stojsavljević M., Nemec D., Roksandić Ž., Mesić M., Kučić D., Radić Š., Barić A., Rogić M., Grujić V., Plavšić T.: Povezivanje 1. i 2. sinkrone zone UCTE-a; Dinamičko ponašanje hrvatskog elektroenergetskog sustava, 7. savjetovanje CIGRÉ, Cavtat, Hrvatska, 2005.

[12] Toljan I., Stojsavljević M., Nemec D., Roksandić Ž., Mesić M., Kučić D., Radić Š., Mihalic D., Ivanković I., Grujić V., Plavšić T.: Usklađivanje redoslijeda faza na sučelju hrvatskog EES-a i UCTE-a; Dinamičko ponašanje hrvatskog EES-a kod odvajanja, otočnog rada i rekonekcije sustava Hrvatske i BiH na UCTE, 7. savjetovanje CIGRÉ, Cavtat, Hrvatska, 2005.

[13] Stojsavljević M., Nemec D., Toljan I.: Monitoring of power system dynamics during reconnection of 1st and 2nd UCTE synchronous zones, International Scientific Conference on Monitoring of Power System Dynamic Performance, Moscow, Russia, 25−27 April 2006.

[14] Toljan I., Mesić M., Kalea M.: *European Electric Interconnection,* IEEE, Croatian Academy of Engineering, International Scientific and Professional Meeting: *The Life andWork of Nikola Tesla*, Zagreb, Croatia, June 28−29, 2006.

[15] Stojsavljević M., Nemec D., Roksandić Ž.: *Dinamičko ponašanje EES HR tijekom usklađivanja redoslijeda faza na sučelju EES Hrvatske, Slovenije i Mađarske na dan 25. 09. 2004.*, Institut za elektroprivredu i energetiku, Zagreb, siječanj, 2005.

[16] Mikuličić, V.: *Pouzdanost ees-a*, FER, Poslijediplomski doktorski studij, Zagreb, Hrvatska, 2006.

[17] Stojsavljević M., Nemec D., Roksandić Ž., Toljan I., Ivanković I., Radić Š.: Power system dynamics during island in gand reconnection of power system of Croatia and BiH to the UCTE, IASTED International Conference, Power and Energy Systems, Palma de Mallorca, Spain, August 29−31, 2007.

[18] Toljan I., Hebel Z.: Power flows and transmission losses in the Croatian network after the UCTE reconnection, EUROCON 2005, International Conference on *Computer as a Tool*, IEEE Region 8, 2005., Sava Center, Belgrade, Serbia& Montenegro.

[19] Tešnjak, S: *Dinamika elektroenergetskog sistema*, FER, Zagreb 1995.

[20] Tešnjak, S., *Dinamička i statička stabilnost ees-a*, FER, Poslijediplomski doktorski studij, Zagreb, 2006.

Reconnection Project – Replacement of Phase Order and Island Work of the Croatian and BH Power System – Unexpected Prerequisites for Joining Two European Power Systems

Ivica Toljan

Abstract: Until May 2001 European Association of Public Power Companies worked under the name Union for the Coordination of Production and Transmission (UCPTE). Due to the process of liberalization and preparation for the opening of the electricity market transformation of the organization has occurred. Power generation and transmission activities were separated. In Portugal, Lisbon, May 2001, Croatian Electricity Company becomes one of the founders and a full member of transmission and power management association (UCTE).

At this time, due to inherited historical events, the European power system consisted of two parts, two separated zones; the first and the second European Electricity Zone. At that meeting under the chairmanship of Jürgen Stotz (Chief Executive Officer at Deutsche Verbundgeselshaft, Germany), it was concluded that the highest priority is the linking of these zones and the creation of a single European power system.

By signing the Memorandum of Understanding in Lisbon at this meeting, activities on the Reconnection Project started. There was great pressure at that meeting with the aim of ending the project by May 2004. Understandably, Greece showed the greatest interest. Namely, on August 13, 2004, the opening of the 28th Olympic Games in Athens was scheduled. The security of electricity supply was the first priority. At that time there was a study on possible reconnection scenarios. There were even seven of them, but no one counted that the Republic of Croatia would renew its high-voltage network destroyed during the war within that time and build two new 400 kV substations Ernestinovo and Žerjavinec. The reconnection would be made over Hungary, and Croatia would probably have been partially isolated from the rest of the European power system for years. After extensive discussions and meetings, the UCTE Steering Board established the executive team in its meeting in Zagreb in 2002 with the aim of preparing and implementing a project of a merger or electrical connection between the existing two European synchronous zones.

The Steering Board, which consisted of all European power companies, appointed a representative of the Croatian transmission system operator Ivica Toljan (Member of HEP Management and Transmission Director) and the Czech transmission system operator Jiři Feist (Director of ČEPS) for Executive Team Leader. After three years of intensive and responsible work, the Republic of Croatia has renewed its high-voltage network, as well as Bosnia and Herzegovina, and built the new 400 kV station and the project was brought to the final stage of implementation − planned inclusion on 10.10.2004. At the last meeting of the Reconnection Team, the Hungarian representative warned that the project was unsuccessful; on the territory of the Republic of Slovenia and the Republic of Croatia, the phases do not have the same order, in other words, they have been replaced. That is why the power system of the Republic of Croatia and Bosnia and Herzegovina had to be separated from European (*put into island operation*). In order to achieve this, it is necessary to obtain a license from UCTE and to organize over 300 people of various professions as well as all related techniques and find a way to pay extra costs.

Keywords: electric power system, island operation, reconnection, phase order

Marijan Ožanić

Znanost i gospodarstvo – kako izići iz "slijepe ulice"

Sažetak: U tekstu se ističe važnost veze tehničkih znanosti i gospodarstva te prikazuje da je znanost dostigla najvišu razinu i ostvarila najbolje rezultate kad su se rezultati znanstvenih istraživanja ostvarili u gospodarstvu. Primjeri iz nedaleke prošlosti svjedoče da su sveučilišni profesori sudjelovali u razvoju hrvatskih poduzeća i da se proizvodilo na temelju njihovih patenata. U tekstu se utvrđuje da su se u današnje vrijeme znanost i znanstvenici u velikoj mjeri odvojili od gospodarstva, i da se ta "dva svijeta" sve manje razumiju. Često se težište znanstvenog rada stavlja samo na pisanje članaka koji će se objaviti u stranim časopisima jer sustav napredovanja u znanosti priznaje samo takav rad i broj citiranja, odnosno IF-faktor (faktor odjeka). Po mišljenju autora, znanost time ulazi u "slijepu ulicu" i postaje sama sebi svrha. Zato je akademsko poduzetništvo, odnosno poduzetno sveučilište, "karika koja nedostaje" između znanosti i gospodarstva i to je put izlaska iz "slijepe ulice znanosti".

Ključne riječi: akademsko poduzetništvo, gospodarstvo, IF-faktor, poduzetno sveučilište, transfer tehnologije, veliki profesori, znanost

Uvod

Kad se govori o znanosti obično se diskusija svodi na isticanje podatka da Hrvatska za znanost izdvaja vrlo malo, znatno manje od prosjeka zemalja u Europskoj uniji. Hina je 1. prosinca 2017. godine objavila izvješće Eurostata[1] u

[1]Eurostat, statistički ured Europske unije sa sjedištem u Luksemburgu. Osnovan je 1953. godine, prikuplja i objavljuje statističke podatke iz država članica, država izvan Europske unije te od međunarodnih organizacija kako bi informirao institucije Europske unije i omogućio praćenje učinaka njezinih politika.

kojem je dala usporedbu izdvajanja za istraživanja i razvoj (IR)[2] u Europskoj uniji u 2016. godini mjerena udjelom u bruto domaćem proizvodu (BDP), u državama Europske unije. Hrvatska je u 2016. za istraživanje i razvoj izdvojila 0,84 % BDP-a i bila je prema podacima Eurostata među deset zemalja s udjelom manjim od 1 %. Prosjek u Europskoj uniji je nešto iznad 2 %. Najveća izdvajanja zabilježena su u Švedskoj, 3,25 %. U skupini s izdvajanjima za IR većim od tri posto BDP-a nalazi se još samo Austrija s udjelom od 3,09 %. U stopu ih slijedi Njemačka s udjelom od 2,94 %, Danska s 2,87 % i Finska s 2,75 %. U skupini zemalja s izdvajanjima nižim od 1 % BDP-a još se nalaze Grčka s 0,99 %, Poljska s 0,97 %, Slovačka s 0,79 %, Bugarska s 0,78 %, Litva s 0,74 % te Malta s 0,61 %. Na dnu su ljestvice Latvija s 0,44 %, Rumunjska s 0,48 % te Cipar s 0,5 %. Takvi se odnosi više ili manje ponavljaju i sljedećih godina. Prema Priopćenju Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske od 21. prosinca 2018., u Republici Hrvatskoj u 2017. godini utrošeno je 2,6 milijardi kuna sredstava državnog proračuna za aktivnost istraživanja i razvoja (IR). Udio državnih proračunskih sredstava za IR u BDP-u u 2017. iznosio je 0,7 %.

Nakon zaključka da izdvajamo premalo i da to ima loše posljedice na naš gospodarski razvoj, na tome obično sve rasprave završavaju. Znanost izgleda prevažna, prestručna i prekompleksna tema da bi se netko usudio njom malo kritičnije baviti. Još se obično zaključuje da bi sve bilo bolje kad bi se izdvajanje za znanost znatno povećalo.

Na jednom sam skupu znanstvenike jako razljutio kad sam rekao: "I da povećamo izdvajanje za znanost 5 puta ne bi se povećali rezultati znanosti koji bi bili korisni za naš gospodarski razvoj, jer se radi na krivi način i uz pogrešno postavljene ciljeve. Veće izdvajanje za znanost vjerojatno bi povećalo plaće znanstvenicima, kupili bi možda bolju opremu i znatno bi povećali broj članaka objavljenih u stranim časopisima. A gospodarstvo to ne bi uopće osjetilo, ne bi bilo više patenata, ne bi bilo više novih proizvoda konkurentnih na svjetskom tržištu i produktivnost u poduzećima se ne bi povećala."

Znanost i znanstvenici su se u velikoj mjeri odvojili od tzv. realnog svijeta, odnosno od gospodarstva, tako da se ta dva svijeta gotovo više i ne razumiju. I to je puno veći problem od malog izdvajanja za znanost mjerenog u postocima udjela u BDP-u.

I sad se otvaraju brojna pitanja. Treba li znanost biti povezana uz gospodarstvo ili je bolje da bude slobodna i nesputana tom vezom? Je li nekad znanost bila više povezana s gospodarstvom? Kako se ostvarivala ta veza? Kad je

[2]Istraživanje i razvoj (IR) − kreativni sustavni stvaralački rad s ciljem uvećavanja količine znanja uključujući znanja o čovjeku, kulturi i društvu, kao i osmišljavanje novih primjena dostupnog znanja. Pojam IR obuhvaća tri vrste aktivnosti: temeljna, primijenjena i razvojna istraživanja. (Izvor: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/08-02-02_01_2018.htm)

i zašto ta veza prekinuta? Treba li se znanost ponovno više vezati uz gospodarstvo, a posebno uz industriju?

Izgubljena veza

Proces odvajanja naše znanosti od "realnog svijeta" i od gospodarstva traje već jako dugo, još od 70-ih godina XX. stoljeća i već je donio pogubne rezultate. Stalno želim doznati kad i zašto je došlo toga. U "moje vrijeme", a pogotovo u vremenu puno prije toga, znanost je bila jako vezana uz poduzeća, uz industriju.

U ostavštini znamenitog pokojnog profesora s Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu Josipa Lončara[3] pronađena je mala bilježnica u kojoj je profesor, u vremenu prije Drugog svjetskog rata, 30-ih godina prošlog stoljeća upisivao svoj dnevni raspored. Vrlo često je bilo zapisano – danas idem sa studentima u posjet tvornici Paspa[4] ili u Siemens ili u druge tvornice.

Još jedan naš veliki profesor, Anton Dolenc, imao je pravilo da studente četvrte godine vodi na stručnu ekskurziju po najvećim tvornicama u Europi, pa smo mi, njegovi studenti, imali priliku posjetiti Siemens, BBC i mnoge druge. I bili smo ponosni kad smo vidjeli kakav je velik ugled profesor Dolenc uživao u zapadnim tvornicama.

---

[3]Josip Lončar (Đakovo, 21. 11. 1891. − Zagreb, 28. 11. 1973.), akademik, sveučilišni profesor, elektrotehnički stručnjak i fizičar, pionir hrvatske elektrotehnike i elektronike, radiofonije i televizije. U Zagrebu je studirao matematičko-fizikalne znanosti na Mudroslovnom fakultetu, a na Sorbonnei u Parizu (1910. − 1915.) elektrotehniku. Doktorirao u Zagrebu 1920., a od 1931. redoviti je profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Godine 1937. predaje kolegije Osnove elektrotehnike i Električna mjerenja. Na Fakultetu je osnovao laboratorije za iste kolegije u kojima je obavio mnoga istraživanja. Zaslužan je za utemeljenje i pokretanje Radio Zagreba, napravio je elektrotehničke sheme za njegovo funkcioniranje (1924. − 1926.) i izveo tehničke radove. Godine 1930., kad je proradila prva televizija u Europi, u Londonu, konstruirao je i napravio prvi TV prijamnik u svojem laboratoriju te gledao TV sliku iz Londona. Umirovljen je 1957., kad je TV Zagreb počeo redovito emitiranje svojeg dnevnog trosatnog programa. Djela: *Konstrukcija radio stanica za primanje* (1927./29.), *O savremenoj televiziji* (1937.), *Osnovi elektrotehnike* (1923./38.), *Uvod u električna mjerenja* (1937./39.) i druga. Od 1947. je redoviti član JAZU. Godine 1961. dobio je Nagradu za životno djelo Grada Zagreba, a 1970. izabran je za počasnog doktora Sveučilišta u Zagrebu. Elektrotehnički fakultet uveo je 1971. godišnju Nagradu *Josip Lončar* za istaknute uspjehe u studiju i znanstvenoistraživačkoj djelatnosti i nastavi.

[4]Paspa i sinovi − Tvornica *Ivan Paspa* i sinovi (IPIS), Zagreb. Radionicu u Bogovićevoj ulici u Zagrebu, preteču Tvornice baterija Croatia utemeljio je 1896. Ivan Paspa, obrtnik iz Zagreba. Početkom XX. stoljeća Ivan Paspa bio je najzaslužniji za uvođenje struje i telefonskih linija u zagrebačka kućanstva. Radionica Ivan Paspa i sinovi proširila je djelovanje 1907. godine, kad je Zagreb dobio prvu električnu centralu. Za svoje proizvode industrija *Paspa* nagrađivana je zlatnim medaljama na svjetskim izložbama elektroopreme, primjerice, 1935. u Bruxellesu i 1936. u Parizu. U Paspinim tvornicama radilo je između 300 i 500 radnika. Nakon Drugog svjetskog rata Paspine su tvornice s dolaskom komunizma nacionalizirane i nastavile su djelovati pod nazivom Tvornica svjetiljaka i baterija Croatia, proizvodeći milijune komada različitih vrsta tih proizvoda.



Sl. 1.: Prof. dr. Josip Lončar
(Izvor slike: http://library.foi.hr/m3/mda1.asp?B=1&A=0000010882&lang=hr)



Sl. 2.: Baterije iz tvornice *Ivan Paspa* i sinovi (IPIS)
(Izvor slike: http://athena.muo.hr/?object=linked&c2o=21880)

Profesori su bili vezani uz tvornice, provodili istraživanja koja su se realizirala u tvornicama, učili studente na konkretnim primjerima i sami bili u tijeku zbivanja. Danas su, međutim, takvi posjeti tvornicama gotovo potpuno izostali. Došli smo u situaciju da studenti FER-a (Fakultet elektrotehnike i računarstva) ne znaju gdje je *Končar*. A prije desetak godina dekan FSB-a (Fakultet strojarstva i brodogradnje) hvalio mi se da je sa svim svojim profesorima nakon dvadeset godina prvi put posjetio tvornicu *Končar*. Istaknuo je da su svi bili impresionirani onim što su vidjeli. A ja sam bio šokiran, jer smo nekad mi

končarevci s profesorima ETF-a (Elektrotehnički fakultet) i FSB-a bili u stalnom kontaktu. Još su više bili šokirani stručnjaci *Končara* vidjevši koliko su neki profesori daleko od suvremenih zbivanja u tehnici. Direktor poduzeća koje su posjetili poslije mi je pričao:

> "Zamisli, profesor se čudio materijalima koje mi koristimo u gradnji strojeva, jer on studentima na predavanjima govori o limovima izoliranim papirom. Takve limove ja nisam nikada vidio, jer su se prestali koristiti prije nego što sam počeo raditi, a ja sada idem u mirovinu."

Diplomirao sam na Elektrotehničkom fakultetu krajem 1967. godine kod prof. dr. sc. Zvonimira Sirotića i kad sam došao raditi u *Končar*, u Tehnički ured u Tvornici srednjih električnih strojeva, profesor Sirotić mi je bio šef, jer je bio upravitelj Ureda. Sjećam se da je prof. dr. Berislav Jurković, vrhunski stručnjak za projektiranje asinkronih strojeva, imao u Tvornici malih električnih strojeva svoj ured i viđao sam ga gotovo svaki dan. Po njegovom su se patentu u tvornici proizvodili asinkroni motori za brodska vitla.



FEDERATIVNA NARODNA REPUBLIKA JUGOSLAVIJA
U P R A V A Z A P A T E N T E

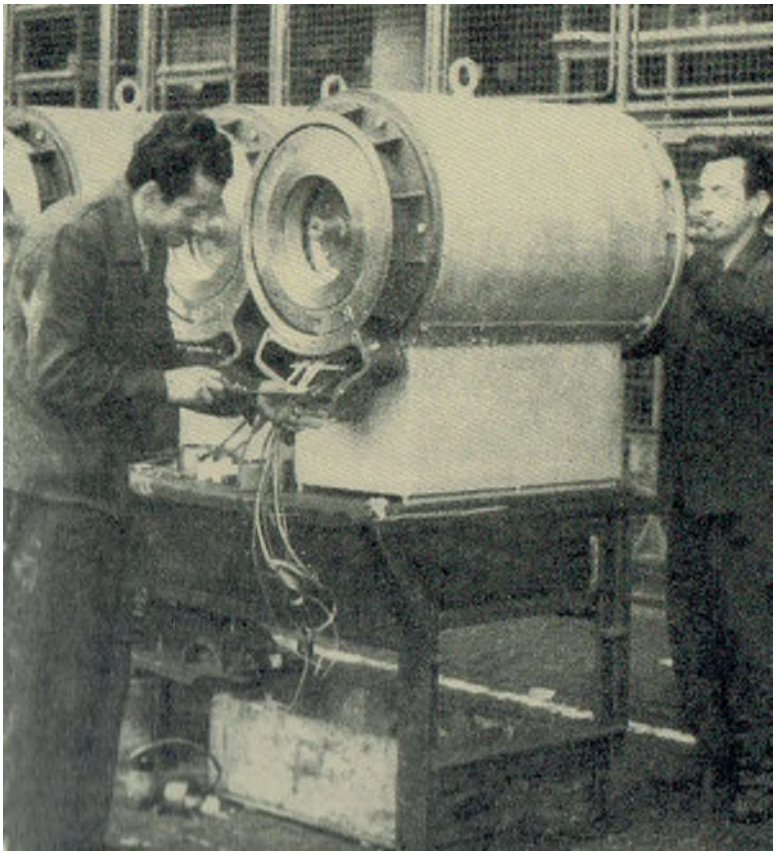
PATENTNA ISPRAVA

Broj 41318
P 84/62

Na osnovu člana 62 Zakona o patentima i tehničkim unapređenjima, odobrava se pravo na patent za pronalazak pod nazivom:
Asinhroni motor na trifazni tok s obrtnopoljnim polu, vlastit za dvigalne naprave
za ime:
"RADE KONČAR", tvornica električnih strojeva, Zagreb, Jugoslavija
— pronalazač:
Jurković Doc.dr ing. Berislav, Zagreb, Jugoslavija
sa pravom prvenstva od 23.januara 1961 godine.
Patent je upisan u registar izdatih patenata pod brojem 41318 sa dan 30 januara 1963 godine, a traži od 30.septembra 1962 godine.
Godišnje takse za održavanje patenta u važnosti plaćaju se svake godine najkasnije do 30.septembra
Beograd, 1.jula 1963 godine

UPRAVA ZA PATENTE
Direktor
Nikola Vojnović

Sl. 3.: Patentna isprava za polno preklopivi asinkroni motor za dizalične pogone izumitelja dr. sc. Berislava Jurkovića iz 1962. godine (Izvor slike: knjiga *50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike*)



Sl. 4.: Montaža asinkronog motora za brodsko teretno vitlo (Izvor slike: knjiga *50 godina primijenjenih znanstvenih istraživanja i razvoja na području elektrotehnike*)

U jednom trenutku profesora Jurkovića više nisam vidio u tvornici, a profesor Sirotić nije više bio upravitelj Tehničkog ureda. Prije toga iz *Končara* su otišli i profesori Vojislav Bego i Tomo Bosanac, koji su stvarali temelje razvoja te tvornice, ali i razvoja naše elektrotehničke znanosti. Veza između znanosti, fakulteta i tvornica počela je slabjeti.

Prije nekoliko godina razgovarao sam s poduzetnikom iz Krapine, vlasnikom uspješnog metaloprerađivačkog poduzeća i izvoznikom. Požalio mi se da ne može pronaći stručnjaka koji bi mu riješio jedan tehnički problem. Naime, sam je konstruirao uređaj za transport limova do svojeg stroja, ali nije mogao riješiti problem sinkronizacije hidrauličkih nosača koji su držali lim. Bio je spreman platiti rješenje koliko treba samo da može završiti svoj uređaj. Pokušao je bez uspjeha preko HGK, a onda sam mu rekao da ću porazgovarati s profesorima na strojarskom fakultetu. Oni su ipak najstručniji i taj su zadatak mogli dati nekome da ga riješi u okviru diplomskog. Na strojarstvu su usto pokrenuli projekt kroz koji su namjeravali nuditi svoje usluge gospodarstvu. Kad sam im objasnio problem, rekli su mi: "Javit ćemo vam se." Nikad se nisu javili. Zašto bi se gnjavili kad im rješenje tog problema neće dati nikakve bodove u napredovanju niti će ga moći objaviti u nekom časopisu da im se broje radovi.

A takvih primjera ima bezbroj.



Sl. 5.: Dekani ETF-a od 1956. do 1982. − velikani hrvatske znanosti iz vremena uske povezanosti fakulteta i gospodarstva. U sredini sjedi prof. dr. sc. Berislav Jurković. Stoje: Vojislav Bego, Radenko Wolf, Ante Šantić, Uroš Peruško, Vladimir Matković, Vladimir Muljević, Hrvoje Požar, Zvonimir Sirotić. Sjede: Vatroslav Lopašić, Danilo Blanuša, Berislav Jurković, Anton Dolenc (nedostaju Božidar Stefanini i Zlatko Smrkić).
(Izvor slike: http://www.croatianhistory.net/etf/dolenc.html)

Pogubnost IF-faktora odjeka

Umjesto da znanstvenici iz tehničkih područja sve svoje aktivnosti usmjere na aktivnosti koje bi imale za rezultat stvaranje novih, inovativnih proizvoda konkurentnih na svjetskom tržištu i na tehnološka rješenja za povećanje produktivnosti proizvodnje, u pravilu sve svoje aktivnosti usmjeruju samo na pisanje članaka koji će biti objavljeni u stranim časopisima. Sustav napredovanja u znanosti priznaje samo takve radove i broj citiranja, tzv. IF-faktor[5].

Profesor emeritus Igor Čatić stalno ukazuje na štetnost kriterija prema kojima se znanstvenike ocjenjuje jedino po objavljivanju članaka u stranim

[5]IF faktor odjeka (engl. *impact factor*), mjera utjecaja nekog naslova časopisa u znanstvenoj zajednici. Označuje mjeru učestalosti kojom je neki članak citiran, prosječan broj citata koje je svaki članak u tom časopisu primio u protekle dvije godine. Prikazuje znanstvenu indeksiranost i citiranost časopisa, odn. radova, zbrajajući koliko puta su članci citirani. Osim vrednovanja znanstvenika, podaci o citiranosti su i osnova za utvrđivanje važnosti i utjecaja pojedinih časopisa. Što je veći IF časopisa, to je veći njegov ugled među znanstvenicima. Za manje ugledne časopise (npr. za mnoge časopise od nacionalnog značaja, na nacionalnim jezicima − za razliku od međunarodnih časopisa na engleskom jeziku), IF se ni ne računa. IF je osmislio Eugene Garfield, koji je osnovao Institute for Scientific Information, a izračunava se redovito od 1975. za one časopise koji su indeksirani u izvješću *Journal Citation Reports*.

časopisima, a ne po upotrebljivosti i korištenju njihovih rezultata u industriji. U članku[6] objavljenom na portalu Zg-magazin profesor Čatić piše:

> "A što su majmunska posla? To su kriteriji po kojima se biraju znanstvenici i visokoškolski nastavnici, pretežno u zemljama dijela srednje i istočne Europe. Među njima je i Hrvatska. Važno je imati žigosani rad i onda svatko tko se zna malo služiti računalom može izračunati je li natjecatelj imao dovoljno bodova, npr. u 1. kvartilu, pa da bude izabran u neko zvanje. Problem je vrlo ozbiljan i na njega se ukazuje već niz godina.
>
> ... Projekti, studije ili knjige za sastavljače kriterija su nebitni. A znanstveni radovi vrijede samo ako su objavljeni u inozemstvu u časopisima koji su u 1. kvartilu (25 % najboljih u svijetu).
>
> … Među ostalim sve je manje novaca zato što im inženjere obrazuju ljudi bez dana radnog staža u odgovarajućoj industriji…. Bolest od koje je oboljela i Hrvatska posljedica je 'bibliometrijske industrije'.
>
> … U najnovijoj listi kriterija i dalje je na prvom mjestu važnosti objava u časopisu s takvim i takvim faktorom odjeka. To je IF-faktor za kojeg je dokazano da je poguban za razvoj znanosti."

Mnogi stručnjaci i stručna udruženja protive se prevelikom utjecaju IF-faktora. Tako Đurđica Španiček, glavna urednica časopisa *Polimeri*, piše:[7]

> "Možda je neke iznenadila u svibnju ove godine donesena deklaracija u San Franciscu pod nazivom Declaration on Research Assessment (DORA), prevedeno Deklaracija o vrednovanju istraživanja, koju je u razmjerno kratkom vremenu potpisao iznimno velik broj znanstvenika diljem svijeta. Nas u Društvu za plastiku i gumu nije. Već godinama upozoravamo na to da faktor odjeka pojedinoga znanstvenog časopisa ne može biti kriterij ili jedan od najvažnijih kriterija prilikom napredovanja znanstvenika. Osnovna misao Deklaracije može se sažeti u rečenicu: Faktor odjeka, poznatiji kao IF, ne smije se upotrebljavati kao surogat za kvalitetu pojedinog rada, za vrednovanje pojedinačnog doprinosa ili zapošljavanje, promociju ili dodjelu projekata. On je prvotno osmišljen kao alat za pomoć knjižničarima u identifikaciji za odabir pri kupnji časopisa, a ne kao mjera znanstvene kakvoće istraživanja opisanoga u tekstu. Mnogi svjetski znanstvenici slažu se da se osnovna

[6] http://zg-magazin.com.hr/zasto-se-hrvatska-ubraja-u-najrazvijenije-zemlje-i-sto-su-to-majmunska-posla/

[7] Đurđica Španiček (2013), Faktor odjeka, *Polimeri*, 34 (2013), Zagreb.

> dobra funkcija IF-a, uvedenoga kao pomoć pri odabiru časopisa, potpuno iskrivila. …
>
> Glavni urednik časopisa *Science* navodi kako je zloporaba IF-a krajnje destruktivna za znanost jer se sve svodi na brojenje umjesto na stvarnu procjenu znanstvenog doprinosa.
>
> Mnogi znanstvenici ističu kako IF-manija nema više nikakvog smisla jer zamagljuje našu znanstvenu procjenu, uništava karijere te troši vrijeme i dragocjene radove. … Tekstovi se recenziraju, ali tko odlučuje vrijedi li uopće tekst poslati na recenziju? Vrlo su često to osobe s malo iskustva praktičnog znanstvenika."

Odvajanjem od gospodarstva znanost gubi mogućnost provjeravanja i ocjenjivanja svojih rezultata u "realnom svijetu" i na tržištu i ne može učinkovito pridonositi razvoju gospodarstva. Time ulazi u "slijepu ulicu" u kojoj je sama sebi svrha, u kojoj se konkretni rezultati više niti ne očekuju i znanost gubi važnu ulogu u razvoju društva.

Što se, zašto i kako se to dogodilo?

Čini mi se da je odvajanje znanosti od gospodarstva proces koji je trajao dosta dugo, a vrhunac je dostigao poslije 2000. godine, kad je naša znanost usmjerena najvećim dijelom na objavljivanje članaka u inozemstvu i ocjenjivana po IF-faktoru odjeka. Svi veliki stari profesori s kojima sam razgovarao sa žaljenjem su govorili o štetnom odvajanju znanosti od gospodarstva, ali nisu znali pravi razlog zašto se to dogodilo.

Nedavno sam ponovno razgovarao s kolegama o tome zašto su se profesori s fakulteta odvojili od gospodarstva i zašto nisu više povezani s tvornicama kao što su nekad bili i zaključio sam da su razlozi vjerojatno:

- u tvornicama su stasale nove generacije inženjera i rukovoditelja koji su se htjeli osloboditi patronata i utjecaja svojih učitelja
- profesori su mogli surađivati s tvornicama kao savjetnici, ali izgubili su bilo kakav operativni utjecaj na razvoj
- ljudi u tvornicama, tadašnji samoupravljači, "svjesni" radnici i omladinci počeli su propitivati zašto neki ljudi primaju plaću na dvama mjestima, na fakultetu i u tvornici.

Sigurno ima još razloga, ali nisam došao do njih. Međutim, koliko znam u medicini nije takva situacija. Profesori s medicinskih fakulteta normalno rade i u sveučilišnim bolnicama i zato mogu biti vrsni stručnjaci. Bilo bi pogubno za medicinu da im to nije omogućeno. U tehnici su profesori malo-pomalo gubili

mogućnost da svoje znanje stalno provjeravaju i nadograđuju u praksi, u poduzećima i posljedice su katastrofalne.

Taj proces odvajanja znanosti od gospodarstva nije išao skokovito, ništa se nije događalo preko noći i neki kolege ga nisu primijetili. I nisu se složili sa mnom. Rekli su mi da su u *Končaru* i u 1980-ima vidjeli da profesor Sirotić dolazi u Generatore i surađuje s njima, a da su mnogi končarevci predavali honorarno na ETF-u. To je točno, ali profesori više nisu imali neki značajniji utjecaj na razvoj *Končara*, a končarevci koji su predavali na ETF-u imali su mali utjecaj na razvoj fakulteta. Dominiraju slučajevi da su profesori "odrasli" na fakultetu, nakon diplomiranja su se zaposlili na fakultetu, doktorirali, napredovali od asistenta do profesora i s tog mjesta otišli u mirovinu, a da nisu imali nikakvu vezu s gospodarstvom.

Međutim, to je samo jedna opća, možda neprecizna, slika koja govori samo o trendovima. U životu nije nikad ništa crno ili bijelo. Početkom 2019. godine gospodin Vladimir Ferdelji, dugogodišnji direktor uspješne tvornice Elektrokontakt ispričao mi je da su oni početkom 1990-ih jako dobro surađivali s katedrom profesora Jerbića na strojarskom fakultetu i zajednički su projektirali najsloženije robotizirane proizvodne linije koje su instalirali u tvornici, a neke su prodali i u SAD. To je bila ipak više iznimka nego pravilo.

Osobno sam tijekom života bio svjedok razvoja našeg fakulteta, FER-a (ETF) kroz četiri faze. Proces udaljavanja znanosti od gospodarstva, od industrije, procjenjujem na temelju svojeg iskustva, bez nekih detaljnih znanstvenih istraživanja, više kao poticaj za diskusiju:

1. faza – uska veza fakulteta i tvornica (do 1970-ih)
2. faza – odvajanje fakulteta od tvornica (od 1970-ih ili 1980-ih do 2000.)
3. faza − usmjeravanje znanosti samo na objavljivanje članaka u inozemstvu i ocjenjivanja po IF-faktoru odjeka (od 2000.)
4. faza − razmišljanje o akademskom poduzetništvu (od 2014. −).

Naravno, to je samo gruba i vrlo pojednostavnjena slika, i to na području elektrostrojarstva. Možda je situacija na drugim područjima drukčija. Vjerojatno bi ljudi više povezani sa sveučilištem mogli tu analizu napraviti kvalitetnije i preciznije.

S tim u svezi dobro je sjetiti se mudrih riječi prof. dr. sc. Vinka Dvořáka, hrvatskog fizičara češkog podrijetla, koje je izrekao u svojem nastupnom govoru za rektora Sveučilišta u Zagrebu 19. listopada 1893.:

> "Da ostane čovječanstvo u znanstvenom obziru zdravo, za to treba tri vrsti radnika: prvo istraživalaca istina u naravi, drugo učitelja tih istina i treće muževa, koji upotrebljavaju te istine na praktični život. Ova tri razreda imadu skupa živjeti i djelovati." (Benčić, Hanžek, 2011.)



Sl. 6.: Vinko Dvořák (1848. – 1922.) hrvatski fizičar, profesor i akademik češkog podrijetla (Izvor slike: https://en.wikipedia.org/wiki/Vinko_Dvo%C5%99%C3%A1k)

Poduzetno sveučilište − izlazak iz "slijepe ulice"

Problemi koji nastaju u vezi znanosti i gospodarstva, odnosno propitkivanje uloge znanosti u društvu potiču potragu za novim oblikom suvremenog sveučilišta. Vjerujem da je "akademsko poduzetništvo" i "poduzetno sveučilište" ona karika koja nedostaje između znanosti i gospodarstva i izlazak iz "slijepe ulice". (Kod toga mislim u prvom redu na tehničke znanosti.)

Akademsko poduzetništvo nešto je novo u znanstvenom svijetu, pojavljuje se početkom XX. stoljeća. Već u ranim 1920-im godinama, nakon Prvog svjetskog rata, na MIT-u (Massachusetts Institute of Technology), počinju se okretati prema ekonomskoj eksploataciji znanja koje su na toj instituciji stvorili kako bi nadomjestili restrikcije u financiranju znanosti do kojih je došlo poslije rata. Gledajući s povijesnog stanovišta, europska sveučilišta prolazila su tri osnovne razvojne faze glede svoje osnovne funkcije:

1. faza – fokus je na obrazovanju (od XII. stoljeća do 1809.)
2. faza – fokus je na istraživanju (1809.[8] do 1970-ih.)
3. faza − fokus je na kapitalizaciji znanja (od 1970[9]-ih.)

[8]Godine 1809. njemački državnik i znanstvenik Wilhelm von Humboldt osnovao je Berlinsko sveučilište na radikalno novom pristupu, koji traži da uspješno sveučilište objedinjuje obrazovanje i istraživanje.

[9]Sredinom 1970-ih sve više se traži konkurentnost nacionalnih ekonomija pa sveučilišta počinju stavljati fokus na komercijalizaciju, odnosno na tehnološko i industrijsko iskorištavanje rezultata istraživanja, te na sudjelovanje sveučilišta u ekonomskom razvoju lokalne i nacionalne ekonomije.

U trećoj fazi stvaraju se akademsko poduzetništvo i poduzetničko, odnosno poduzetno sveučilište (engl. *entrepreneurial university*), kao poseban fenomen modernog društva i razvija se u kontekstu ekonomije znanja koja je temelj treće industrijske revolucije. (Dabić, Švarc, 2016.) Nije jednostavno prevesti pojam *entrepreneurial university*, koji se uobičajeno koristi u stranoj literaturi. Mogući su prijevodi su i "poduzetničko sveučilište" i "poduzetno sveučilište". Kolegice i kolege koje sam konzultirao zastupali su i jednu i drugu mogućnost s uvjerljivim objašnjenjima. Iako se češće koristi pojam poduzetničko sveučilište, odlučio sam se za *poduzetno sveučilište* (koristit ću ga u ovom tekstu), jer mi poduzetničko sveučilište više govori o sveučilištu koje poučava studente o poduzetništvu, a naziv poduzetno sveučilište govori mi o filozofiji i kulturi ponašanja cijelog sveučilišta. Na primjer, poduzetničko sveučilište je (ili bi trebalo biti) Veleučilište VERN u Zagrebu, a poduzetna sveučilišta su MIT i Stanford u SAD-u.

Treća industrijska revolucija obuhvaća informacijsku i biotehnološku revoluciju, koja je počela 1950-ih u Silicijskoj dolini u SAD-u i počela stvarati tzv. postindustrijsko društvo na integraciji znanosti i poduzetništva – akademskog poduzetništva i sveučilišnih *spin-off* poduzeća. (Dabić, Švarc, 2016.). Od 2011. godine prisutna je četvrta industrijska revolucija, nazvana Industrija 4.0., a već se razvija i Industrija 5.0.

U knjizi *Entrepreneurial Universities in Innovation-Seeking Countries, Challenges and Opportunities*[10] dr. sc. Jadranka Švarc i prof. dr. sc. Marina Dabić početkom 2016. godine poduzetno sveučilište definiraju kao "sveučilište koji koristi različite mehanizme za direktan ili indirektan angažman u eksploatiranju rezultata istraživanja za korist zajednici na lokalnoj i nacionalnoj razini."

Nekoliko drugih autora poduzetno sveučilište definira na sljedeći način:

- Poduzetno sveučilište uključuje "kreiranje novih poslovnih pothvata od strane sveučilišnih profesora, tehničara i studenata". (Chrisman, 1995.)
- Da bi poduzetno sveučilište bilo uspješno mora kod svojih članova, posebno studenata, stvarati želju i sposobnost da pokreću svoje vlastite poslovne pothvate. (Röpke, 1998.)
- Kao srce svake poduzetničke kulture, poduzetno sveučilište ima sposobnost da inovira, prepoznaje i kreira prilike, radi u timovima, preuzima rizik i odgovara na izazove. (Kirby, 2002.)

Tradicionalne uloge sveučilišta – obrazovanje i istraživanje – još uvijek se smatraju kao *conditio sine qua non*[11] svakog sveučilišta. A te uloge poduzetno

[10] http://www.palgrave.com/gp/book/9781137579812#otherversion=9781137579829

[11] *conditio sine qua non* (lat.: uvjet bez kojeg se ne može), prijeko potreban uvjet

sveučilište nadopunjuje kooperacijom s poslovnim sektorom, iskorištavanjem rezultata istraživanja i uključivanjem u regionalni razvoj. Koncept poduzetnog sveučilišta u najvećoj se mjeri povezuje s tehnološkom komercijalizacijom istraživanja, brojem patenata, licencija, istraživačkih projekata i *spin-off* poduzeća. Uključivanjem u regionalni razvoj kraja u kojem djeluje sveučilište postaje značajan čimbenik gospodarskog rasta i tehnološkog razvoja te stvaranja novih radnih mjesta.

Naravno, kad govorimo o poduzetnom sveučilištu, kod toga se u prvom redu misli na tehničke fakultete, a ne na fakultete s područja humanističkih znanosti, umjetnosti i sličnih znanstvenih područja. Iako poduzetnost ni kod njih nije isključena.

Poduzetničke aktivnosti poduzetnog sveučilišta su npr.:

- osnivanje *spin-off* poduzeća i akademsko poduzetništvo
- uspostava inovacijske i tehnološke infrastrukture za kooperaciju između znanosti i industrije, kao što su: sveučilišni istraživački i tehnološki parkovi i sveučilišni uredi za transfer tehnologije
- istraživački projekti s industrijom
- komercijalizacija rezultata istraživanja kroz prava intelektualnog vlasništva, npr. patenti i licencije.

Spin-off poduzeća mogu se definirati kao poduzeća koja koriste rezultate istraživanja od sveučilišta ili istraživačkog instituta na jedan od sljedećih načina:

- komercijaliziraju ili licenciraju patente za tehnologiju koja je u vlasništvu sveučilišta ili instituta
- sveučilište ili zaposlenici sveučilišta uključeni su kao jedan od osnivača u novom poslovnom pothvatu
- osnivaju poduzeće u poslovnom inkubatoru, tehnološkom ili znanstvenom parku koji je osnovala država zajedno s jednim ili više sveučilišta ili istraživačkih instituta.

Sveučilišna *spin-off* poduzeća pokazuju svoje vrijednosti na ovih pet načina:

- unapređuju lokalni gospodarski razvoj
- korisna su za komercijalizaciju sveučilišne tehnologije
- pomažu sveučilištu u njegovoj osnovnoj misiji – istraživanju i obrazovanju
- ostvaruju izvanredne rezultate
- ostvaruju veći prihod sveučilištu od same prodaje licencije postojećim kompanijama. (Shane, 2004: p. 17)

Je li svako poduzetništvo na fakultetu akademsko poduzetništvo?

U zadnje vrijeme često govorim o akademskom poduzetništvu i izražavam žaljenje što ga kod nas nema. Tad me kolega ispravio i rekao: "Nisi u pravu. Na fakultetima, a posebno na tehničkim fakultetima, ima mnogo poduzetništva. Netko mi je rekao da na jednom fakultetu zaposlenici, profesori i ostali imaju gotovo 200 privatnih poduzeća. I to sve normalno i legalno funkcionira. Zar to nije akademsko poduzetništvo?"

Rekao sam mu da je to po mom mišljenju "poduzetništvo na fakultetu", ali nije "akademsko poduzetništvo". Odnosno: fakultet na kojem "cvate" privatno poduzetništvo uopće ne treba biti "poduzetan fakultet", kao što ga ovdje definiramo.

Akademsko poduzetništvo o kojem ovdje govorimo temelji se na inovacijama, novim znanstvenim rezultatima, odnosno rezultatima znanstvenih istraživanja i razvoja, koji se patentiraju i onda kroz poduzetništvo komercijaliziraju na tržištu. To je nešto drugo nego ovo klasično poduzetništvo na fakultetu, koje je u krajnjem slučaju samo jedna visokostručna "tezga". (Nemam ništa protiv "tezge" u slobodno vrijeme, ali trebamo precizno definirati i pojmove i "pravila igre".)

Poduzetno sveučilište u praksi

O akademskom poduzetništvu govorio je 16. travnja 2015. na Fakultetu elektrotehnike i računarstva američki prof. dr. sc. Burton Lee[12] sa Sveučilišta Stanford[13] iz Silicijske doline. Sveučilište Stanford s 15 000 studenata manje je

[12] Lee, Burton H., doktor strojarstva i elektrotehnike sa Sveučilišta Stanford i MBA iz područja financija Sveučilišta Cornell, međunarodni je stručnjak za inovativno poduzetništvo. S više od 15 godina iskustva u *start-up* poduzetništvu, višem menadžmentu i tehničkom vodstvu u ranoj fazi ulaganja te velikim globalnim tehnološkim korporacijama kao što su General Electric, Hewlett-Packard i Daimler, priznat je kao globalni stručnjak za inovacijski sustav Europe i Silicijske doline te u području tehnoloških *start-up* tvrtki i inovacija utemeljenih na znanstveno-akademskom znanju. Predaje na Sveučilištu Stanford o europskim inovacijama i poduzetništvu. Čest je predavač u Europi, Latinskoj Americi, Washington D.C.-u i Silicijskoj dolini.

[13] Sveučilište Stanford (engl. Stanford University, puni službeni naziv Leland Stanford Junior University), privatna je i istraživački orijentirana institucija u Stanfordu, Kalifornija, SAD. Osnovali su ga 1885. kalifornijski guverner i senator Stanford Leland i njegova supruga Jane Lathrop Stanford, kao spomen na svojeg sina Lelanda Stanforda, sina, koji je umro u Europi od tifusa nekoliko tjedana prije šesnaestog rođendana. Sveučilište se nalazi u srcu Silicijske doline, a među bivšim studentima su osnivači tvrtki kao što su Sun Microsystems, Google, Yahoo!, Hewlett-Packard, Nvidia, Cisco Systems i Silicon Graphics. Dvadeset jedan dobitnik Nobelove nagrade član je današnje zajednice polaznika Stanforda.

oko pet puta od zagrebačkog, koje ima 75 000 studenata, vjerojatno je tisuću puta bogatije i ima milijardu i pol dolara za istraživanje. Ali, sad su mi važniji sljedeći podaci – na Stanfordu se svake godine osnuje oko 500 novih poduzeća, 50 % u vlasništvu profesora i doktoranada, i 10 % u vlasništvu studenata. Osim toga, dobivaju više od 100 patenata godišnje za svoje inovacije. To je rezultat izrazite poduzetničke klime koja vlada na tom sveučilištu, poduzetništvo se potiče i cijeni, znanstvenici su čvrsto povezani s gospodarstvom, a studenti u svojim klubovima stalno diskutiraju o novim poduzetničkim idejama. Na taj način američka sveučilišta pokreću američko gospodarstvo.

Nažalost, na našem sveučilištu, kao i u cijelom društvu, vlada većinom antipoduzetnička klima, jako je odvojeno od gospodarstva, slabo razumije poduzetništvo. Na Sveučilištu ima malo patenata, a transfer znanstvenih rezultata u gospodarstvo gotovo ne postoji. Našu znanstvenu zajednicu sve to previše ne zabrinjava. Na predavanju Burtona Leeja bilo je vrlo malo profesora, a ni studenti nisu pokazali prevelik interes.

Na jednom tehničkom fakultetu izvan Zagreba održao sam predavanje o poduzetništvu i na kraju rekao studentima: "Recite mi tko će od vas sutra sjesti s kolegama i početi raspravljati o svojim poduzetničkim idejama? Hoće li netko od vaše studentske organizacije zatražiti od fakulteta sobu gdje biste se mogli sastajati i diskutirati o tome kako da osnujete svoje poduzeće?" Nitko se nije javio, nitko nije želio niti razgovarati o poduzetničkim idejama.

Polovinom siječnja 2016. godine bio sam na FER-u, Fakultetu elektrotehnike i računarstva, u Zagrebu i slušao vrlo zanimljivo predavanje o usporedbi visokoškolskog sustava u Hrvatskoj i u Americi. Predavanje je održao doc. dr. sc. Dubravko Babić. koji je na FER-u 1982. godine diplomirao, a onda u Americi radio i na Sveučilištu Santa Barbara u Kaliforniji doktorirao 1995. godine. On je istaknuo da je temeljno obrazovanje koje je dobio na FER-u iz matematike, fizike i ostalih predmeta bolje nego što ga dobiju studenti na vrhunskim fakultetima u Americi. A osim toga, naši inženjeri kad završe FER imaju više praktičnog znanja i veću širinu znanja. Međutim, temeljna razlika između naših i američkih sveučilišta dolazi do izražaja na doktorskom studiju i na području znanstvenih istraživanja. Američki profesori fokusirani su na istraživanja i zapostavljaju predavanja, za njih je kvaliteta predavanja sekundarna. Na FER-u je veća kvaliteta nastave.

Američki profesori vode najsloženije znanstvene projekte i bave se vrhunskim znanstvenim istraživanjima u kojima sudjeluju njihovi doktorandi. Sveučilišta predvode brzi tehnološki napredak, potiču razvoj tehnologije i otvaraju nova područja istraživanja. Iznimno je velika konkurencija ljudi iz cijelog svijeta koji se natječu za poslijediplomski studij, magisterij i doktorat.

Zanimljivo je da onaj tko završi neki fakultet u Americi ne može nastaviti rad na tom fakultetu, nego se mora kandidirati za neki drugi, odnosno

otići u industriju. Postati profesor na fakultetu na kojem ste doktorirali nemoguće je.

Još jedna važna značajka čini američke fakultete najboljima na svijetu. Na njima je jako izraženo akademsko poduzetništvo. Istraživački, znanstveni projekti usmjereni su na komercijalizaciju na tržištu, a znanstvenici, profesori, doktorandi koji su radili na tim projektima osnivaju svoje tvrtke (izvan fakulteta), otkupljuju, po povoljnoj cijeni, rezultate svojih istraživanja i s njima, kao poduzetnici nastupaju na tržištu.

Transfer tehnologije − što je to?

Kad se govori o komercijalizaciji znanstvenih rezultata kroz "akademsko poduzetništvo", uobičajeno je spomenuti i "transfer tehnologije". Pod transferom tehnologije podrazumijevamo "prijenos znanja, tehnologije, izuma, rezultata istraživanja i razvoja od znanstvene zajednice, laboratorija, do gospodarstva i do tržišta". Da se ostvari transfer tehnologije, pri sveučilištima i institutima osnivani su centri, uredi i agencije za transfer tehnologije. Zamišljeno je da se kroz takve urede neko znanstveno rješenje stvoreno na sveučilištu najprije patentira, a onda se patent, odnosno licencija proda na tržištu, nekom zainteresiranom poduzeću koje će to dalje razvijati do konačnog proizvoda koji se može prodavati na tržištu. Na taj bi način sveučilište ostvarivalo prihode od svojeg znanstvenog rada. Proces je lijepo i idealistički zamišljen, ali ne daje rezultate i skup je.

I na zapadnim sveučilištima vrlo često prihod od patenata ili licencija ne ispunjava očekivanja. Tzv. *cost-benefit* analiza[14] često pokazuje da su financijski prihodi od licenciranja relativno mali i da samo mali broj sveučilišta, kao Stanford, stvarno ostvaruje veće profite. Takvi su slučajevi prije iznimka, a ne pravilo, i većina sveučilišta jedva pokriva troškove djelatnosti patentiranja. Na primjer, u SAD-u je ukupan prihod od licenciranja manji od 1 % proračuna za istraživanje. (OECD, 1998a: p. 61)

Rezultati transfera tehnologije iz naših znanstvenih institucija vrlo su mali ili ih uopće nema. Već dvadesetak godina na raznim mjestima na nekim našim fakultetima (npr. FSB) i na sveučilištu postoje tzv. centri i uredi za transfer tehnologije koji za to vrijeme nisu napravili ništa. (Organiziranje seminara i konferencija se ne računa). Transfer tehnologije vrlo je teško realizirati, tim više

[14] *Cost-benefit* analiza (engl. *cost-benefit analysis*), metoda ekonomske analize kojom se uspoređuju i vrednuju sve prednosti i svi nedostaci nekog poslovnog pothvata ili projekta analizom troškova (*cost*) i koristi (*benefit*). Važna je za donošenje ispravne odluke i za korekciju projekata.

što u tim uredima obično rade ljudi bez ikakvog iskustva u poduzetništvu i na tržištu.

Na Institutu *Ruđer Bošković* osnovali su tvrtku *Ruđer* inovacije d. o. o. sa sličnom zadaćom, koja je potrošila goleme novce, nije napravila ništa i propala je.

Zaključak

Nije jednostavno stvoriti sustav koji će izvesti znanost iz "slijepe ulice". Otpori će biti veliki i ogorčeni, jer treba stvoriti novi sustav ocjenjivanja rezultata u kojem se mnogi neće snaći. Ali, rezultati koji se mogu i moraju postići u gospodarskom razvoju opravdat će sav napor i uložena sredstva.

Literatura

[1] Benčić, Zvonko i Hanžek, Branko: Što bi rektor Vinko Dvořák rekao o Bolonjskom procesu?, *Automatika*, 52 (2011) 1, str. 68-71.

[2] Chrisman, J. J.; Hynes, T. i Fraser, S.: Faculty entrepreneurship and economic development: The case of the University of Calgary, *Journal of Business Venturing,* Vol. 10, No. 4, 1995., pp. 267-281.

[3] Dabić, Marina; Švarc, Jadranka; González-Loureiro, Miguel: *Entrepreneurial Universities in Innovation-Seeking Countries, Challenges and Opportunities,* Palgrave Macmillan US; 1st ed. 2016 edition, February 24, 2016.

[4] https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/08-02-02_01_2018.htm

[5] Kirby, David: *Entrepreneurship,* McGraw-Hill, 2002.

[6] Ožanić, Marijan: Od inovacija do poduzetništva, konkurentnosti i novih radnih mjesta, Zbornik radova s 26. međunarodnog elektroinženjerskog simpozija EIS 2013 NT, Šibenik, 5. − 8. svibnja 2013., sekcija Hrvatska industrijska strategija do 2020. godine.

[7] Röpke, Jochen: *The Entrepreneurial University: Innovation, academic knowledge creation and regional development in a globalized economy,* Working Paper Department of Economics, Philipps-Universität Marburg, Germany, 15. Ed.,1998.

[8] Shane, Scott: *Academic Entrepreneurship: University spinoff s and wealth creation*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 2004.

[9] Singer, Saul, Senor, Dan: *Start-up nacija. Tajna izraelskog ekonomskog čuda*, Profil, Zagreb, 2014.

[10] Švarc, Jadranka: *Gospodarstvo znanja i lokalni razvoj: posljedice za inovacijsku politiku*, HAZU, Zagreb, 2009.

Science and Economy – How to Leave the "Dead End Street"

Marijan Ožanić

Abstract: The text emphasizes the importance of connecting technical sciences and economy, and proves that science reached the highest level and achieved the best results when the results of scientific research were implemented in economy. Examples from recent history demonstrate that university professors actively participated in the development of Croatian companies and that products were based on their patents. The text illustrates that science and scientists are nowadays detached from economy to a large extent and that these two worlds share less and less mutual understanding. The focus of scientific work is often given only to writing scientific papers in order to publish them in international journals, because the system of promotion in science values only that type of work and number of citations, or the IF-factor. The author explains that this brings science to a dead end street, and, consequently, to science for science's sake. Therefore, academic entrepreneurship, or entrepreneurial university, is the missing link between science and economy and the way out of the dead end street.

Key words: science, economy, IF-factor, academic entrepreneurship, entrepreneurial university, great professors, transfer of technology.

Nedjeljko Perić

Inovacijski centar *Nikola Tesla* – Budućnost početka

Život je zanimljiv, ako je lijep i težak
Nikola Tesla (1856. – 1943.)

Sažetak: Jaz između znanstvenih istraživanja i potreba hrvatskog gospodarstva za podizanje svoje tehnološke razine sve se više produbljuje. Stoga je Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (FER) osnovao 2015. godine, nakon provedenih opsežnih analiza, ustanovu Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT), koja obavlja primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija oslonjeno na znanstvena istraživanja akademske / istraživačke zajednice, a za potrebe tehnološkog unapređenja hrvatskog gospodarstva i društva u cjelini. Time FER, a i Sveučilište u Zagrebu, na osmišljen i sustavan način izgrađuju svoju treću, inovacijsku, dimenziju po uzoru na renomirana svjetska sveučilišta. Misija je ICENT-a pridonositi rastu hrvatskog gospodarstva zasnovanog na visokim tehnologijama, ponajprije u sektorima od vitalnog društvenog značaja: energetike, prometa, automatizacije i robotike, tehnologije naprednih komponenata, zdravstva – biomedicinskog inženjerstva te informacijske i komunikacijske tehnologije. U članku su prikazane dosadašnje ustrojbene aktivnosti ICENT-a, kronologija bitnih događanja u kontekstu vremena u kojem i s kojim živimo, određenim globalizacijom i hrvatskom zbiljom.

Ključne riječi: gospodarstvo, inovacije, inovacijski centar, primijenjeno istraživanje, razvoj, vlada

Uvod

Nakon opsežnih priprema, rasprava, konzultacija s raznim dionicima iz privatnog i javnog sektora, javne uprave, akademske zajednice te detaljne analize svjetskog stanja i trendova razvoja organizacija za tehnološki razvoj koje se usredotočuju na primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija, sazvana je za 19. prosinca 2012. izvanredna sjednica Fakultetskog vijeća Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu na temu Inovacijski centar pri FER-u (dekan prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, prodekani: prof. dr. sc. Hrvoje Domitrović, prof. dr. sc. Davor Petrinović, prof. dr. sc. Mislav Grgić). Na sjednici je raspravljano o motivaciji, očekivanjima i preliminarnoj organizaciji Inovacijskog centra (IC), koji će dobiti ime Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT) pri registraciji na Trgovačkom sudu u Zagrebu 16. studenog 2015. godine.

Konstatirano je da Republika Hrvatska ulaže manje od 0,8 % BDP-a u istraživanje, razvoj, inovacije i nove tehnologije. Malo i srednje poduzetništvo, kao bitan gospodarski čimbenik, koje bi se trebalo osnivati na znanju, tehnološkim inovacijama i zaštićenom intelektualnom vlasništvu, nalazi se u nezavidnom položaju jer nije u mogućnosti ulagati u istraživanje i razvoj. Nezaposlenost doktora znanosti, diplomiranih inženjera i magistara struke raste i sve je manje državnog financiranja znanstvenih projekata. Hrvatska industrija nema potencijala dostatno financijski podržavati Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (FER) i druge srodne tehničke fakultete.

Stoga je FER odlučio preuzeti aktivnu ulogu u pomoći jačanju hrvatskog gospodarstva stvaranjem novih tehnologija i novih poduzeća, a time i radnih mjesta visoke dodane vrijednosti. Naime, FER želi pridonijeti hrvatskom gospodarstvu komercijalizacijom rezultata svojih istraživanja, inovacija, primijenjenih projekata i stvaranjem novih radnih mjesta. Sveučilišta i fakulteti obrazovne su i istraživačke institucije koje se po normama Europske unije ne mogu neposredno baviti komercijalnom djelatnošću. Rezultat toga je da istraživači koji svoje inovacije žele komercijalizirati moraju to učiniti izvan okvira fakulteta. Projekti koji su usmjereni na provjeru koncepta i pilotsku proizvodnju također to moraju izvesti izvan obrazovne institucije. Postojeće je stanje posebno kritično za rani razvoj inovacija i njihovu komercijalizaciju u područjima za koja je potrebna skupa oprema i kompleksna infrastruktura koju voditelj projekta (ili *start-up* poduzeća) nema ili je teško može nabaviti. Istaknuti su primjeri za to nanotehnologija, napredni energetski i transportni sustavi, robotski sustavi te biomedicinsko inženjerstvo. Inkubatorski prostori u okruženju nisu usmjereni na zadovoljavanje infrastrukturno specifičnih potreba koje ta područja zahtijevaju pa ne mogu riješiti navedeni problem. Uz to se kao dodatni problem javlja odlazak kreativnih stručnjaka iz nacionalnog istraživačkog okruženja.

Podržano je da Inovacijski centar bude neprofitna ustanova u vlasništvu FER-a koja uključuje niz razvojno-istraživačkih instituta usredotočenih na područja ključna za razvoj hrvatskog gospodarstva. FER je zainteresiran za uključivanje partnera u IC, koji će biti smješten u središnjem sveučilišnom kampusu u neposrednoj blizini FER-a. Inovacijski centar omogućit će izvođenje inovativnih projekata u okruženju stimulativnom za rani razvoj i potvrdu tehnologije u svrhu komercijalizacije. Time IC stvara radna mjesta za istraživače i omogućuje formiranje novih tehnoloških poduzeća u Hrvatskoj.

IC je otvoren akademskoj zajednici i industriji, koje imaju potrebu za istraživačko-razvojnim okruženjem u kojem se efikasno može ostvariti komercijalizacija nove ideje i tehnologije. Kroz komercijalnu aktivnost IC-a, Hrvatska će ostvariti sljedeće koristi: (1) stvaranje novih radnih mjesta za istraživače, (2) dobivanje visokokvalitetnih okruženja za inkubaciju mladih poduzeća tehnologijom povezanom s FER-om i u njegovoj neposrednoj blizini i (3) stjecanje partnera u prijavi i dobivanju financiranja projekata. IC će utjecati na ekonomski i društveni razvoj Republike Hrvatske, pružajući usluge iz svojeg područja djelovanja svim zainteresiranim korisnicima te konkurirati na europskom i svjetskom tržištu.

Podržano je da se organizacija IC-a temelji na šest instituta koji pokrivaju šest strateških područja tehnologije ključnih za razvoj hrvatskog gospodarstva i društva u cjelini. Strateški važna područja jesu inovacije u energetici, robotici, biomedicinskom inženjerstvu, informacijskim i komunikacijskim tehnologijama, u naprednim materijalima/komponentama i transportnim sustavima. Svrha instituta je stvoriti infrastrukturno i kadrovsko okruženje specifično za svako područje. Osnivanjem IC-a ostvaruju se sljedeći ciljevi:

- znanja dobivena kroz znanstveni rad na visokoškolskim ustanovama i kroz suradnju s tijelima uprave, s lokalnom zajednicom i s privatnim sektorom postaju dio primijenjene znanosti u konkretnim rješenjima
- omogućuje se provjera koncepta te istraživanje i razvoj prije konkurencije
- stvara se intelektualno vlasništvo čime se promiče spoznaja o njegovoj važnosti u procesu razvoja proizvoda i poduzeća kod postojećih i novih poduzetnika
- instituti kao sastavni dijelovi IC-a izravno se uključuju u razvoj za postojeću industriju u Republici Hrvatskoj i EU-u
- orijentiranost na istraživački rad i inovacije u području novih tehnologija čine IC prostorom za novi tehnološki razvoj Republike Hrvatske
- dobiva se prostor za inkubaciju malih tvrtki utemeljenih na tehnologiji te se tako potiče poduzetnički duh kod mladih istraživača.

Sve navedene aktivnosti neposredno i posredno otvaraju nova radna mjesta visoke dodane vrijednosti u RH te pridonose jačanju poduzetničkog duha i novih poslovnih ideja.

Nazivi instituta i područja koja će pokrivati jesu:

1. Institut za energetiku
2. Institut za transportne sustave
3. Institut za robotiku
4. Institut za biomedicinsko istraživanje
5. Institut za tehnologije naprednih komponenata
6. Institut za informacijske i komunikacijske tehnologije.

Podloge za raspravu i donošenje zaključaka na sjednici Fakultetskog vijeća FER-a temeljile su se na potpori Savjeta FER-a osnivanju IC-a pri FER-u od 6. prosinca 2012. godine te radnoj inačici Inovacijski centar − Studija pred-izvodljivosti iz prosinca 2012. godine, slike 1. − 3. Studiju pred-izvodljivosti pripremio je tim Mreže znanja d.o.o. u suradnji s timom Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Navedene timove čine sljedeći autori i suradnici:

Mreža znanja d.o.o. (mr. sc. Domagoj Račić, Melina Mohorić, Matea Rakoš, Zrinka Glavaš, mr. sc. Kristian Korunić, Miran Šimunić). **FER** (prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, voditelj projekta; prof. dr. sc. Hrvoje Domitrović, prodekan za organizaciju i poslovanje i doc. dr. sc. Dubravko Babić, koordinatori projekta; prof. dr. sc. Željko Tomšić, stručnjak za energetiku; prof. dr. sc. Ivan Petrović, stručnjak za robotiku; prof. dr. sc. Sven Lončarić, stručnjak za biomedicinsko inženjerstvo; prof. dr. sc. Mislav Grgić, prodekan za znanost, stručnjak za informacijske i komunikacijske tehnologije; doc. dr. sc. Dubravko Babić, stručnjak za tehnologije naprednih komponenata; prof. dr. sc. Vedran Bilas, predsjednik Odbora za infrastrukturu i poslovanje; doc. dr. sc. Mario Vražić, stručnjak za elektromotorne pogone; prof. dr. sc. Davor Petrinović, prodekan za nastavu; brojni drugi suradnici); **Samin d.o.o.** (Nikola Sabljak, dipl. ing. arh.).

Temeljem Studije pred-izvodljivosti, IC je uvršten 2013. godine na Indikativnu listu Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta, na otvoreni javni poziv za dostavu projektnih prijedloga za pripremu zalihe infrastrukturnih projekta za Europski fond za regionalni razvoj 2014. − 2020. Nužan uvjet za stavljanje projekta IC na Indikativnu listu MZOS-a bio je posjedovanje vlasničkog lista nekretnine na kojoj će se Centar graditi. U tom vremenu FER je imao vlasnički list nad sportskom dvoranom Martinovka na čijoj lokaciji je bio plan izgraditi zgradu IC-a. Međutim, poslije se pokazalo da gradnja IC-a nije moguća na lokaciji Martinovke jer je GUP grada Zagreba to priječio. To će prouzročiti velike probleme, o kojima će biti riječi.

POTPORA OSNIVANJU INOVACIJSKOG CENTRA PRI FER-u

Savjet Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (FER), na sjednici održanoj 19. studenoga 2012. godine upoznat je s inicijativom FER-a oko osnivanja Inovacijskog centra pri FER-u.

Inovacijski centar djelovat će u području elektrotehnike, računarstva, informacijsko-komunikacijske tehnologije i s njima povezanim područjima primjene koji pokreće konkurentnu gospodarsku aktivnost Hrvatske prema održivom razvoju društva.

Inovacijski centar trebao bi pridonositi razvoju hrvatske tehnološke kompetentnosti i izgradnji gospodarstva visoke dodane vrijednosti provodeći razvojna istraživanja, pružajući infrastrukturu za inovacije te promičući nove tehnologije u područjima energije, transporta, proizvodnog i uslužnog gospodarstva, informacijskog društva, naprednih materijala i zaštite zdravlja. U ostvarenju toga cilja Inovacijski centar bit će umrežen s nacionalnom i međunarodnom akademskom zajednicom, gospodarstvom i javnim sektorom.

Mi dolje potpisani članovi Savjeta Fakulteta dajemo punu potporu osnivanju Inovacijskog centra jer će aktivnosti Inovacijskog centra biti usmjerene prema razvoju hrvatskoga gospodarstva. Inovacijski centar predstavljat će sučelje između akademske zajednice i gospodarstva s izraženom inovacijskom komponentom. Usmjerenost Inovacijskog centra na istraživački rad i inovacije u području novih tehnologija čine ga prostorom za novi tehnološki razvoj Hrvatske, a sve aktivnosti Inovacijskog centra izravno ili neizravno otvaraju nova radna mjesta visoke dodane vrijednosti u Hrvatskoj. Stoga pozivamo na potporu Inovacijskom centru svih čimbenika Republike Hrvatske te dajemo punu potporu FER-u za prijavu projekta za uspostavljanje i osnivanje Inovacijskog centra pri FER-u, izgradnja kojeg bi se financirala iz sredstava Strukturnih fondova Europske unije.

Zagreb, 6. prosinca 2012.

Branko Jeren,
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva,
predsjednik Savjeta Fakulteta

Darinko Bago,
predsjednik Uprave Končar-Elektroindustrije,
zamjenik predsjednika Savjeta Fakulteta

Ivo Čović,
predsjednik Uprave Zagrebačkog holdinga

Mladen Fogec,
predsjednik Uprave Siemens Zagreb

Ignac Lovrek,
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Ljubo Jurčić,
Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Anton Kovačev,
predsjednik Uprave Hrvatske banke za obnovu i razvitak

Gordana Kovačević,
predsjednica Ericssona Nikola Tesla

Slavko Krajcar,
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Borivoj Modlic,
Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Ivica Mudrinić,
predsjednik Uprave i glavni direktor Hrvatskog Telekoma

Mladen Pejković,
predsjednik Uprave Vipneta

Damir Vandelić,
direktor investicija Adris Grupe

Nadan Vidošević,
predsjednik Hrvatske gospodarske komore

Sl. 1.: Potpora Savjeta FER-a osnivanju Inovacijskog centra pri FER-u



Sl. 2.: Korična stranica Studije pred-izvodljivosti Inovacijskog centra


Branko Jeren


Darinko Bago


Ivo Čović


Mladen Fogec


Ignac Lovrek


Ljubo Jurčić


Antun Kovačev


Gordana Kovačević


Slavko Krajcar


Borivoj Modlic


Ivica Mudrinić


Mladen Pejković


Damir Vanđelić


Nadan Vidošević

Sl. 3.: Članovi Savjeta FER-a u mandatu 2011. − 2015.

1. Predsjednik Vlade Republike Hrvatske Zoran Milanović u posjetu FER-u

S ciljem upoznavanja predsjednika Vlade RH sa strateškim planovima razvoja FER-a, te vezano uz to i planom izgradnje Inovacijskog centra, Uprava FER-a pozvala je premijera Zorana Milanovića i ministre u njegovoj Vladi da posjete FER, što se i dogodilo 23. travnja 2013. godine.

Iz najave za medije izdvajamo:

"U utorak, 23. travnja 2013. godine u 11 sati dekan Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Nedjeljko Perić ugostit će na FER-u predsjednika Vlade Republike Hrvatske Zorana Milanovića.

Uz predsjednika Vlade RH, ovom posjetu trebali bi nazočiti i rektor Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Aleksa Bjeliš te ministri: prof. dr. sc. Branko Grčić, potpredsjednik Vlade i ministar regionalnoga razvoja i fondova Europske unije; doc. dr. sc. Željko Jovanović, dr. med., mr. oec., ministar znanosti, obrazovanja i sporta; gosp. Ante Kotromanović, ministar obrane; gosp. Ivan Vrdoljak, ministar gospodarstva; gosp. Gordan Maras, ministar poduzetništva i obrta; dr. sc. Siniša Hajdaš Dončić, ministar pomorstva, prometa i infrastrukture; gosp. Tihomir Jakovina, ministar poljoprivrede i prof. dr. sc. Rajko Ostojić, dr. med., ministar zdravlja.

Veliku potporu aktivnostima FER-a daje i niz uglednih predstavnika hrvatskoga gospodarstva kroz njihovo djelovanje u Savjetu Fakulteta, a tijekom posjeta bit će prisutni sljedeći članovi Savjeta Fakulteta: Darinko Bago, predsjednik Uprave *Končar* − Elektroindustrije, Ivo Čović, predsjednik Uprave Zagrebačkog holdinga, Mladen Fogec, predsjednik Uprave Siemens Zagreb, Ljubo Jurčić, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Anton Kovačev, predsjednik Uprave Hrvatske banke za obnovu i razvitak, Gordana Kovačević, predsjednica *Ericssona Nikola Tesla*, Ivica Mudrinić, predsjednik Uprave i glavni direktor Hrvatskog Telekoma, Mladen Pejković, predsjednik Uprave Vipneta, Damir Vanđelić, direktor investicija Adris Grupe, Nadan Vidošević, predsjednik Hrvatske gospodarske komore.

Nakon pozdravnog govora u kojem će dekan FER-a profesor Nedjeljko Perić goste upoznati s visokoobrazovnim, istraživačkim i inovacijskim kapacitetima FER-a, na primjerima će im predočiti kako

se istraživački i inovacijski potencijali FER-a mogu iskoristiti u razvoju hrvatskog gospodarstva s visokom dodanom vrijednošću.

Gostima će posebno biti predočena inicijativa osnivanja IC-a pri FER-u kao razvojno-istraživačkog i inovacijskog centra u području elektrotehnike, računarstva, informacijsko-komunikacijske tehnologije i s njima povezanim područjima primjene kroz koji će se istraživački potencijal pretvarati u inovativne proizvode. Projekt IC-a predlaže se za financiranje iz Strukturnih fondova Europske unije.

Misija je IC-a pridonijeti razvoju hrvatske tehnološke kompetentnosti i izgradnji industrije visoke dodane vrijednosti provodeći razvojna istraživanja, pružajući infrastrukturu za inovacije te promičući nove tehnologije u područjima energije, transporta, informacijskog društva, naprednih materijala i zaštite zdravlja. IC bit će umrežen s nacionalnom i međunarodnom akademskom zajednicom, partnerima u industriji i gospodarstvu, investitorima, *start-up* poduzećima, inovativnim malim i srednjim poduzećima, studentima, strukovnim školama te sa širom društvenom zajednicom."

U svojem je govoru ondašnji dekan FER-a i inicijator izgradnje IC-a, slika 4., istaknuo:



Sl. 4.: Obraćanje dekana FER-a prof. dr. sc. Nedjeljka Perića

"(…) Sve ovo jasno pokazuje da se na FER-u stvara jaki znanstveni potencijal te je potrebno promišljati i kreirati nove modalitete učinkovitijeg transfera znanstvenih rezultata iz akademske zajednice u gospodarstvo. Znanstveni rezultati koje postižemo, i koje publiciramo, impresivni su, ali bi mogli i značajnije utjecati na razvoj hrvatskoga gospodarstva s visokom dodanom vrijednošću. Potrebno je u maksimalnoj mjeri pretvarati istraživačke rezultate u inovacije kojima se povećava dodana vrijednost proizvoda ili usluga, povećava konkurentnost te stvaraju uvjeti za otvaranje novih radnih mjesta. I zato FER priprema značajan iskorak na planu inovacijske djelatnosti kojom bismo doprinijeli, zajedno sa zainteresiranim fakultetima Sveučilišta u Zagrebu i drugim mogućim partnerima, strukturnim promjenama u hrvatskom gospodarstvu.

Planiramo ustanoviti Inovacijski centar!

IC bit će nezavisna organizacija u vlasništvu FER-a i partnera. Aktivnosti FER-a i Inovacijskog centra bit će disjunktne. IC će predstavljati svojevrsno sučelje između akademskog istraživanja i gospodarstva s izraženom inovacijskom komponentom.

Planirani početak rada IC-a je u siječnju 2014. godine. U prvo vrijeme IC bit će smješten u prostorima FER-a te eventualno u unajmljenim prostorima[1]. Za dugoročniji smještaj IC-a u procesu smo pripreme dokumentacije za Strukturne fondove EU-a, uz čiju bismo pomoć gradili IC.

Za realizaciju ovog velikog projekta očekujemo i veliku potporu svih oblika. Podršku očekujemo od Vlade Republike Hrvatske, ponajprije kroz naše resorno ministarstvo, ali i druga ministarstva te od Grada Zagreba i značajnih hrvatskih tvrtki."

Na svoj je način nadahnutim govorom predsjednik Vlade Zoran Milanović pohvalio strateško promišljanje i konkretne istraživačko-razvojne prijedloge, planove i ostvarenja FER-a te se moglo naslutiti da bi mogli doći bolji dani za hrvatsku primijenjenu znanost, slika 5. Nisu došli bolji dani. Vlade se mijenjaju, a hrvatska primijenjena znanost i za nju vezane tehnološke inovacije padaju.

Nazočnima se obratio i ondašnji rektor Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Aleksa Bjeliš (2006. − 2010. i 2010. − 2014.), slika 6. Kao vrhunski teorijski fizičar razumio je napore FER-a, poticao ih i podržavao. Vjerovao je u potencijal FER-a i njegove težnje prema multidisciplinarnom znanstvenom i obrazovnom povezivanju unutar Sveučilišta.

[1]Inovacijski centar pod nazivom Inovacijski centar *Nikola Tesla* počeo je raditi u siječnju 2016. godine.



Sl. 5.: Obraćanje Zorana Milanovića, predsjednika Vlade Republike Hrvatske (23. 12. 2011. − 22. 1. 2016.)



Sl. 6.: Obraćanje rektora Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Alekse Bjeliša (2006. − 2010. i 2010. − 2014.)



Sl. 7.: Prof. dr. sc. Branko Grčić, potpredsjednik Vlade i ministar regionalnog razvoja i fondova Europske unije; Zoran Milanović, predsjednik Vlade Republike Hrvatske; prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, dekan FER-a



Sl. 8.: Obilazak demonstracijskih eksponata u Galeriji FER-a

Posebno je bila impresivna izložba demonstracijskih eksponata u Galeriji FER-a kao zaloga za budući početak rada IC-a u područjima energetike, robotike, transportnih sustava, biomedicinskog inženjerstva, tehnologije naprednih komponenata te informacijske i komunikacijske tehnologije, slike 7. − 8.

Nakon posjeta predsjednika Vlade RH Zorana Milanovića FER-u te prezentacije uloge i ciljeva IC-a bilo je dosta pokušaja da se ubrzaju i konkretiziraju procesi oko njegove izgradnje. Zadnji je sastanak s predsjednikm Vlade bio u srpnju 2015., vezano uz proglašenje ICENT-a strateškim investicijskim projektom. Nakon toga počela je kampanja za parlamentarne izbore i "sve je stalo" na neko vrijeme.

2. Studija Analiza izvodljivosti osnivanja, izgradnje i razvoja IC-a

Nastavno na Studiju pred-izvodljivosti prišlo se tijekom druge polovine 2013. izradi studije pod nazivom Analiza izvodljivosti osnivanja, izgradnje i razvoja Inovacijskog centra Zagreb, u koju je svrhu potpisan ugovor s Ekonomskim institutom Zagreb (EIZ) u studenom 2013. godine. Studija je završena, nakon nekoliko revizija, u veljači 2015. godine, slika 9. Iz predgovora Studije izdvajam:



Sl. 9.: Korična stranica studije Analiza izvodljivosti, osnivanja, izgradnje i razvoja Inovacijskog centra Zagreb

"Nesporno je da osnivanje i izgradnja Centra znači veliki razvojni iskorak ne samo za Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu nego i za hrvatsko gospodarstvo i društvo u cjelini. Usmjeren prema jačanju hrvatske tehnološke kompetentnosti i izgradnji industrije s proizvodima velike dodane vrijednosti, Centar će pridonijeti učinkovitom povezivanju akademske i poslovne zajednice, kvalitetnijem pozicioniranju i povećanju konkurentnosti ne samo Sveučilišta, nego i cjelokupne hrvatske akademske zajednice, javnog sektora i gospodarstva u širem globaliziranom okružju.

Za izradu je odgovarajućih dokumenata kao osnove za donošenje izvedbenih odluka bilo potrebno obaviti određena multidisciplinarna istraživanja. Svrha je istraživačkih i razvojnih usluga u sklopu ovoga istraživačkog projekta bila da se na razvidan i praktičan način obrazloži i među potencijalnim dionicima javno promovira razvojna ideja o opravdanosti osnivanja i izgradnje IC-a Zagreb.

U sadržajnom i izvedbenom pogledu, istraživačke i razvojne usluge trebale su biti ishodište za formiranje informacijske i podatkovne osnove za izvedbeno odlučivanje. Zato je bilo važno da metodološki, sadržajno i praktično struktura savjetodavnih istraživačkih i razvojnih poslova bude usklađena s potrebama izrade odgovarajuće dokumentacije. To se posebno ističe i zbog činjenice da se strateško razvojno ulaganje u osnivanje i izgradnju IC-a Zagreb planira kandidirati za sufinanciranje iz sredstava EU fondova.

Budući da je riječ o projektu koji ima veoma značajno i strateško, društveno-ekonomsko obilježje kako za Grad Zagreb tako i za RH, od izuzetne je važnosti bilo da istraživačke i razvojne usluge Ekonomskog instituta Zagreb omoguće identifikaciju ključnih kvalitativnih i osobito kvantitativnih sastavnica toga razvojnog pothvata. Rad je u sklopu ovoga projekta u Ekonomskom institutu Zagreb bio zasnovan na usuglašenom *Okvirnom sadržaju*. Značaj ovoga istraživanja prelazio je granice uobičajenih znanstvenih i stručnih analiza, pa je to zahtijevalo usku timsku suradnju Naručitelja i Izvršitelja. Oni su svoje aktivnosti prilagođavali konkretnim prilikama i potrebama, uključujući i promjene i prilagodbe sadržaja savjetodavnih usluga. Pritom se na osnovi profesionalne suradnje ustrajalo na kontinuiranom radnom kontaktu sa svrhom što učinkovitijeg i praktično usmjerenog davanja usluga.

Budući da je projekt osnivanja i izgradnje IC-a ostvarenje razvojnog pothvata u području primijenjenog znanja koje prelazi granice RH te budući da se ulaganja u izgradnju IC-a smatraju nužnom materijalnom osnovom razvitka u području istraživanja i primjene inovacija,

kontinuirano se ustrajalo na razvidnosti pripremnih i izvedbenih aktivnosti.

U skladu s usuglašenim *Okvirnim sadržajem* valjalo je istražiti relevantne institucionalne, tržišne, tehnološko-tehničke i financijske aspekte. Pojedinačni su radovi suradnika u ovome projektu završnom redakcijom objedinjeni u cjelinu. To je znanstveno-istraživačka studija sljedećeg sadržaja:

0. Sažetak
1. Društveno-ekonomski kontekst projekta
2. Koncept i izvedbene sastavnice Inovacijskog centra
3. Tržišno pozicioniranje projekta u okružju
4. Tehnološko-tehnički, lokacijski i organizacijski aspekti
5. Financijska analiza
6. Društveno-ekonomska analiza
7. Analiza osjetljivosti.

Autori ove 'Analize izvodljivosti osnivanja, izgradnje i razvoja Inovacijskog centra Zagreb' su iz Ekonomskog instituta, Zagreb i Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta Zagreb. **Ekonomski institut Zagreb** (dr. sc. Zoran Aralica, viši znanstveni suradnik, dr. sc. Mihaela Grubišić, znanstvena suradnica i dr. sc. Mustafa Nušinović, znanstveni savjetnik) i **Fakultet elektrotehnike i računarstva** (doc. dr. sc. Dubravko Babić, prof. dr. sc. Hrvoje Domitrović, prof. dr. sc. Mislav Grgić, prof. dr. sc. Sven Lončarić, prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, prof. dr. sc. Ivan Petrović, izv. prof. dr. sc. Mario Vašak, izv. prof. dr. sc. Mario Vražić). Voditelj razvojnog projekta izgradnje IC-a bio je prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, dekan FER-a, a voditelj projekta koji je izveden u Ekonomskom institutu Zagreb na osnovi Ugovora o savjetodavnim uslugama na području istraživanja i razvoja bio je dr. sc. Mustafa Nušinović."

Ta je opsežna studija bila podloga za kasnije aktivnosti vezane uz natječaj za stavljanje IC-a na Listu strateških investicijskih projekata RH.

3. Aktivnosti oko dobivanja tehničke pomoći za IC

Paralelno s izradom studije Analiza izvodljivosti osnivanja, izgradnje i razvoja Inovacijskog centra Zagreb krajem 2013. godine uprava FER-a prijavljuje projekt IC-a na Natječaj o dodjeli bespovratnih sredstava za projekte koji su

financirani iz strukturnih fondova i Kohezijskog fonda EU-a u sklopu programa 2007. − 2013. (ugovor br. RC.2.2.07-0002). Natječaj se odnosi na pokriće troškova izrade projektne dokumentacije za izgradnju zgrade te pokriće troškova za komunalne priključke. Evaluaciju projekta proveli su Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (kao Posredničko tijelo razine 1) i Središnja agencija za financiranje i ugovaranje programa i projekata EU-a SAFU (kao Posredničko tijelo razine 2) te utvrdili da prijava projekta IC-a udovoljava svim postavljenim natječajnim zahtjevima. Ukupni odobreni iznos za projekt bio je 22.508.585,60 HRK. Ugovor o financiranju potpisan je 18. travnja 2014. godine. Potpisnici Ugovora bili su Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (prof. dr. sc. Saša Zelenika, zamjenik ministra doc. dr. sc. Željka Jovanovića), Središnja agencija za financiranje i ugovaranje programa i projekata EU-a (mr. sc. Nataša Mikuš Žigman, ravnateljica) i Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva (prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, dekan).

Nakon toga nastupile su velike teškoće, koje su potpuno poremetile planiranu dinamiku izgradnje IC-a. Naime, u prijavnoj dokumentaciji za navedeni natječaj FER je deklarirao da će izgraditi zgradu IC-a na mjestu trošne sportske dvorane Martinovka (neposredno uz zgrade FER-a), za koju je imao vlasnički list i na temelju kojeg je stekao uvjete za potpis Ugovora. Ideja je bila da se u prizemnim novoizgrađenim prostorima Centra smjesti suvremeno opremljena sportska dvorana. Ali, nailazi se na problem povezan s GUP-om grada Zagreba, koji sprečava da se na lokaciji sportske dvorane Martinovka može izgraditi objekt za drugu namjenu osim rekreativne (R1 namjena). Činjenica da se tad otvara mogućnost gradnje Centra na lokaciji Bednjanska ulica u skladu s Urbanističkim planom uređenja (UPU) – Martinovka zona istok (lipanj 2014.) na dvjema katastarskim česticama na kojima je predviđena gradnja objekata za znanstveno-obrazovne i inovacijske svrhe, ne rezultira operativnim rješenjem. Naime, vlasnici tih dviju čestica su Grad Zagreb (z. k. č. 572, k. o. Trnje) i Školska knjiga (z. k. č. 573, k. o. Trnje). Školska knjiga došla je u vlasništvo navedene čestice privatizacijom poduzeća Geofizika tijekom 1991. godine, u čijem je vlasništvu bila i z. k. č. 573 k. o. Trnje. U proteklih pet godina FER je uložio velik napor kako bi se fleksibilizirala gradska i državna birokracija i našlo rješenje za izgradnju Centra, koja je GUP-om grada Zagreba iz 2016. godine također predvidjela gradnju Centra na prije navedenoj lokaciji.

Ugovor koji je potpisan u travnju 2014. raskinut je u rujnu iste godine, slika 10. Nismo sigurni jesu li se sredstva namijenjena kao tehnička pomoć za gradnju IC-a uopće utrošila? O argumentaciji za raskid Ugovora raspravljano je na sastanku u MZOS-u u srpnju 2014. godine. Taj zapisnik prikazujemo u cijelosti.

INTERNO

BILJEŠKA SA SASTANKA O PROVEDBI PROJEKTA
„Inovacijski centar"
23. srpnja 2014.

Program: Operativni program Regionalna konkurentnost 2007.-2013.	
Mjera/Grant Shema/Projekti:	**Prioritetna os** 2. Jačanje konkurentnosti hrvatskog gospodarstva, Mjera 2.2. Istraživanje, razvoj i inovacije **Poziv:** Priprema zalihe infrastrukturnih projekta za EFRR 2014 – 2020 **Projekt:** „Inovacijski centar", trajanje projekta 22 mjeseca
Referenca:	Poziv **RC.2.2.07**
Broj projekata:	1 projekt
Ugovaratelj:	MZOS (PT1), SAFU (PT2), korisnik (Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu), broj ugovora **RC.2.2.07-0002**
Status projekta:	Projekt potpisan dana: 18. travnja 2014. Provedba projekta započela 19. travnja 2014.

INSTITUCIJA: **Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta**

Mjesto:	Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Donje Svetice 38, 10000 Zagreb
Datum:	23. srpnja 2014.

Sudionici:

1. Nedjeljko Perić, dekan Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, voditelj projektnog tima Inovacijski centar
2. Mislav Grgić, prodekan za znanost, FER
3. Nataša Mikuš Žigman, ravnateljica SAFU
4. Maja Mušnjak, voditeljica Službe II, Ured za pripremu i provedbu projekata iz programa IPA III i Strukturnih instrumenata, SAFU
5. Ivan Pejić, pomoćnik ministra za znanost, MZOS
6. Gabrijela Herceg Sarajlić, voditeljica Sektora za međunarodnu suradnju, programe i projekte Europske unije, MZOS
7. Sandra Lušetić, voditelj projekta Inovacijski centar, stručni suradnik u Odjelu za pripremu i provedbu projekata EU, MZOS

Tema sastanka: Status ugovora RC.2.2.07-0002

Gđa Gabrijela Herceg Sarajlić otvorila je sastanak te skrenula pozornost na uočene promijenjene uvjete tijekom provedbe ugovora, a vezano za nemogućnost implementacije ugovora prema uvjetima na temelju kojih je projektnom prijedlogu dodijeljen ugovor i sredstva, a odnose se na lokaciju izgradnje Inovacijskog centra.
Izmjena ugovora u obliku dodatka ugovoru (tzv. *addenduma*), na temelju informacija i dokumenata koje je dostavio FER, nije moguća s obzirom na to da nije zadovoljena nužna valjana osnova za dodatak ugovoru.

Korisniku je predložen sporazumni raskid ugovora.

Gđa Sarajlić istakla je da je ovo zajednički stav SAFU i MZOS te da su prije iznošenja ovakvog stava provedene konzultacije i s predstavnicima Upravljačkog tijela koje također podržava izneseni prijedlog.

Sl. 10. Zapisnik sa sastanka o provedbi projekta IC-a iz srpnja 2014. godine

INTERNO

Posebno je naglašeno da sadržaj samog ugovora i kvaliteta projekta Inovacijski centar nikako nije dovedena u pitanje te da MZOS i SAFU, jednako kao i Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, podržavaju ostvarenje projekta Inovacijski centar.

Gđa Nataša Mikuš Žigman sa strane SAFU još je jednom istaknula kako je vrijednost projekta Inovacijski centar neupitna. Međutim, za sklapanje dodatka postojećem ugovoru potrebno je jasno dokazati da su okolnosti na temelju kojih se traži takva izmjena izvan utjecaja korisnika Projekta, odnosno da je korisnik učinio sve sukladno svojim mogućnostima kako bi se Projekt realizirao na prvobitno planiran način, a projektna dokumentacija izradila za prvotno predloženu lokaciju (k.č. br. 530/5 k.o. Trnje, Zagreb) na temelju koje je projektu Inovacijski centar u okviru poziva Priprema zalihe infrastrukturnih projekta za EFRR 2014. – 2020. dodijeljen Ugovor.

Prof. Perić je ispred FER-a prihvatio iznesenu argumentaciju i prijedlog sporazumnog raskida Ugovora RC.2.2.07-0002.

Prof. Grgić dodao je da FER sa svoje strane nije izazvao određivanje UPU za lokaciju Trnje istok (k. č. br. 572 i 573), nego da su razlozi za to bili povijesne prirode, pri čemu FER-u i odgovara da im se u budućnosti omogući izgradnja Inovacijskog centra na česticama k. č. br. 572 i 573.

Prof. Perić istakao je da se Inovacijski centar mora izgraditi zbog važnosti inovacija za gospodarstvo Republike Hrvatske te da je to projekt od strateškog nacionalnog značaja. Svi prisutni s time su se složili.

Pomoćnik ministra za znanost, prof. dr. sc. Pejić i gđa Herceg Sarajlić zaključno su istaknuli da je želja svih prisutnih institucija omogućiti ostvarenje Projekta u što skorijem roku.

Prof. Perić je dalje istaknuo da projektni tim FER-a namjerava nastaviti ostvarivati Projekt predviđenom dinamikom te da namjerava nastaviti s izradom projektne dokumentacije. Ako bude potrebno, sredstva za to osigurat će korisnik iz vlastitih izvora.

Napomenuo je da je planirana dinamika ostvarenja projekta Inovacijski centar sljedeća: izrada projektne dokumentacije tijekom 2015. godine i do početka 2016. godine, te zatim gradnja i opremanje Inovacijskog centra s planiranim useljenjem tijekom 2018. godine. Zatim bi tijekom 2020. i 2021. godine Inovacijski centar prema planovima trebao dosegnuti svoj puni radni kapacitet.

Pretpostavio je također da će se Zahtjev za isplatu predujma, koji je FER 17. srpnja 2014. godine dostavio u SAFU, u svjetlu novonastalih okolnosti morati obustaviti, s čime su se svi prisutni složili.

Korisniku je predloženo da, uzimajući u obzir raskid ugovora RC.2.2.07-0002, pristupi izradi nove koncepcije svih planiranih aktivnosti vezanih uz projekt Inovacijski centar (po mogućnosti s nekoliko mogućih scenarija vremenskog planiranja), te da ga dostavi u MZOS u rujnu 2014. godine.

Gđa Herceg Sarajlić pozvala je korisnika da u narednom razdoblju MZOS i FER budu u intenzivnom kontaktu i dijele informacije o napretku aktivnosti vezano za novu lokaciju, kako bi se omogućilo što ranije ostvarenje projekta Inovacijski centar.

Spomenuta je i inicijativa koja je pokrenuta između FER-a i EFPL-a (Švicarska) o prijavi za „Teaming" kroz program Obzor 2020. te mogućnost korištenja Inovacijskog centra kao sinergije između Strukturnih fondova i Obzora 2020. Predložena je izgradnja još jednog kata u Inovacijskom centru koji bi služio za potrebe provedbe projekta Teaming. Gđa Herceg Sarajlić istaknula je da je potrebno sagledati kapacitete i vidjeti je li potrebno graditi još jedan kat ili su kapaciteti ovako predloženog projekta dovoljni. Ako kapaciteti nisu dovoljni, potrebno je opravdati dogradnju.

Sl. 10. Zapisnik sa sastanka o provedbi projekta IC-a iz srpnja 2014. godine (nastavak)

INTERNO

Vezano uz prihvatljivost troškova u okviru projekta Inovacijski centar, odnosno njegovo sufinanciranje iz strukturnih fondova, gđa Mikuš Žigman osvrnula se na važnost pune primjene načela javne nabave na način kako ih propisuje direktiva EU, te primjenu postupaka iz Zakona o javnoj nabavi. Na temelju dostavljenih dokumenata o nabavi izrade Studije izvodljivosti za projekt Inovacijski centar, SAFU je utvrdio kako trošak te nabave ne bi bio prihvatljiv, budući da se nabava oslanjala na izuzeće iz članka 10. Zakona o javnoj nabavi, što nije primjenjivo na savjetodavne usluge. Korisniku je, u svrhu što kvalitetnijeg planiranja budućeg financiranja projekta, napomenuto da trošak izrade Studije izvodljivosti po istoj osnovi neće biti prihvatljiv ni u sljedećim pozivima.

Vezano za pitanje treba li FER s obzirom na planiranu promjenu lokacije izgradnje podnijeti novu prijavu na javni poziv MZOS-a, odgovoreno je da će o tome biti na vrijeme obaviješteni.

Svi prisutni složili su se da će SAFU i MZOS pripremiti nacrt Sporazuma o raskidu ugovora, a kao temelj za spomenuti dokument poslužit će bilješka sa sastanka na kojem je postignut dogovor o sporazumnom raskidu ugovora.

Dokument o sporazumnom raskidu ugovora bit će proslijeđen zatim korisniku na uvid prije 20. kolovoza 2014. godine, a nakon tog datuma, odmah po završetku kolektivnih godišnjih odmora u instituciji korisnika pristupit će se potpisivanju sporazumnog raskida ugovora.

Datum sljedećeg sastanka: po potrebi

Bilješku pripremila: Sandra Lušetić, MZOS

Sandra Lušetić

Bilješku odobrio: Gabrijela Herceg Sarajlić, voditeljica Sektora za međunarodnu suradnju, programe i projekte Europske unije, MZOS

Datum: 28. srpnja 2014.

Bilješka se šalje:

Nedjeljko Perić, nedjeljko.peric@fer.hr
Mislav Grgić, mislav.grgic@fer.hr
Nataša Mikuš Žigman, natasa.mikuszigman@safu.hr
Maja Mušnjak, maja.musnjak@safu.hr
Ivan Pejić, ivan.pejic@mzos.hr
Gabrijela Herceg Sarajlić, gabrijela.hercegsarajlic@mzos.hr
Sandra Lušetić, sandra.lusetic@mzos.hr

Sl. 10. Zapisnik sa sastanka o provedbi projekta IC-a iz srpnja 2014. godine (nastavak)

Iz navedenog može se zaključiti da nije toliko bitna ideja i opredijeljenost za njezinu provedbu koliko je moćna kruta administracija. U ovom je slučaju riječ o gradnji IC-a koji bi bio u funkciji tehnološkog razvoja našeg proizvodnog i uslužnog gospodarstva i društva u cjelini. Ali, ako se birokracija stavi u središte našeg djelovanja, a tehnološki iskoraci na periferiju, znamo gdje će biti mjesto Hrvatske u aktualnim i nadolazećim tehnološkim i civilizacijskim transformacijama.

Autor teksta duguje zahvalnost ondašnjem pomoćniku u MZOS-u (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta) prof. dr. sc. Ivanu Pejiću, jednom od rijetkih iz državne administrativne strukture koji je istinski razumio značaj izgradnje IC-a te koji je mogao sagledati sve negativne implikacije raskida Ugovora. Raskidom Ugovora potpuno se poremetila dinamika planiranih aktivnosti vezanih uz izgradnju zgrade IC-a, čije posljedice proživljavamo i pet godina nakon toga.

Pokušaji racionalnog pronalaska rješenja nastale situacije nisu rezultirali pozitivnim pomacima. Pa i dopis, koji su u lipnju 2014. uputili ondašnji rektor Sveučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Aleksa Bjeliš i ondašnji dekan FER-a prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, uz prethodno davanje na pozornost gradonačelniku Grada Zagreba Milanu Bandiću, potpredsjedniku Vlade RH i ministru regionalnog razvoja i fondova EU-a prof. dr. sc. Branku Grčiću te ministru znanosti, obrazovanja i sporta prof. dr. sc. Vedranu Mornaru, ostao je bez odgovora, slike 11. − 12. Navodimo isječak iz tog dopisa.



Sl. 11.: Branko Grčić, potpredsjednik Vlade RH i ministar regionalnog razvoja i fondova EU-a (23. 12. 2011. − 22. 1. 2016.)



Sl. 12.: Vedran Mornar, ministar znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS) (18. 6. 2014. − 22. 1. 2016.)

"Poštovani gospodine Potpredsjedniče Vlade,

Poštovani gospodine Ministre,

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) Sveučilišta u Zagrebu kao vodeća istraživačka i obrazovna ustanova u Republici Hrvatskoj u području elektrotehnike, računarstva i informacijsko-komunikacijskih tehnologija ima u planu osnovati Inovacijski centar kao središnje mjesto visokotehnološke potpore hrvatskoj industriji i gospodarstvu, i u gradu Zagrebu izgraditi odgovarajuće nove prostorne kapacitete.

Inovacijski centar će, kao jedinstvena institucija u Hrvatskoj, stvarati inovacije i inovativne tehnologije zasnovane na znanstvenim istraživanjima i prenositi ih u hrvatsko gospodarstvo na način da razvija tehnologije do faze pred-komercijalizacije te ih potom prenositi u proizvodni sektor u obliku certificiranih prototipova ili procesa, čime se smanjuje tehnološki i tržišni rizik koji bi (mala i srednja) poduzeća snosila pri razvoju novog proizvoda.

Inovacijski centar svojim će ustrojem i djelovanjem aktivno pridonositi snažnom umrežavanju svih bitnih čimbenika istraživačko-inovacijsko-inkubacijskog lanca u inovacijsko-poduzetničku mrežu s ciljem komercijalizacije inovacija, pridonoseći time stvaranju komplementarnog inovacijskog eko-sustava. Inovacijski centar će umrežavati akademsku zajednicu, znanstvene institute, hrvatsko gospodarstvo te državnu i javnu upravu.

U svrhu uspostavljanja Inovacijskog centra, iz Strukturnih fondova i Kohezijskog fonda EU dobivena su sredstava za izradu projektne dokumentacije u iznosu od 22.508.585,60 kuna. Rok za realizaciju iznosi 22 mjeseca i teče od 19. travnja 2014. godine, dan nakon što je potpisan Ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava.

Lokacija Inovacijskog centra prema Prijedlogu odluke o donošenju urbanističkog plana uređenja Martinovke − zona istok je predviđena u Bednjanskoj ulici na lokaciji dvije nekretnine z.k.č. br. 572 i 573 k.o. Trnje na kojima su Grad Zagreb i Fakultet pokrenuli postupak rješavanja imovinskopravnih odnosa.…

Radi što brže realizacije ovog važnog i razvojnog projekta za Republiku Hrvatsku slobodni smo predložiti Vam da Ministarstvo obrazovanja, znanosti i sporta, Grad Zagreb, Sveučilište u Zagrebu i Fakultet elektrotehnike i računarstva zaključe sporazum kojim bi se stvorile mogućnosti za početak izgradnje Inovacijskog centra.

Također Vas pozivamo da Ministarstvo obrazovanja, znanosti i sporta i Sveučilište u Zagrebu sukladno mogućnostima sudjeluju u postupku kupoprodaje nekretnine za FER.

Molimo Vas da zajedničkim snagama pristupimo ostvarenju ovog velikog i jedinstvenog projekta izvrsnosti važnog za Republiku Hrvatsku, grad Zagreb i Sveučilište u Zagrebu ...”

Nije bilo odgovora. Izgubio se interes za javno dobro!

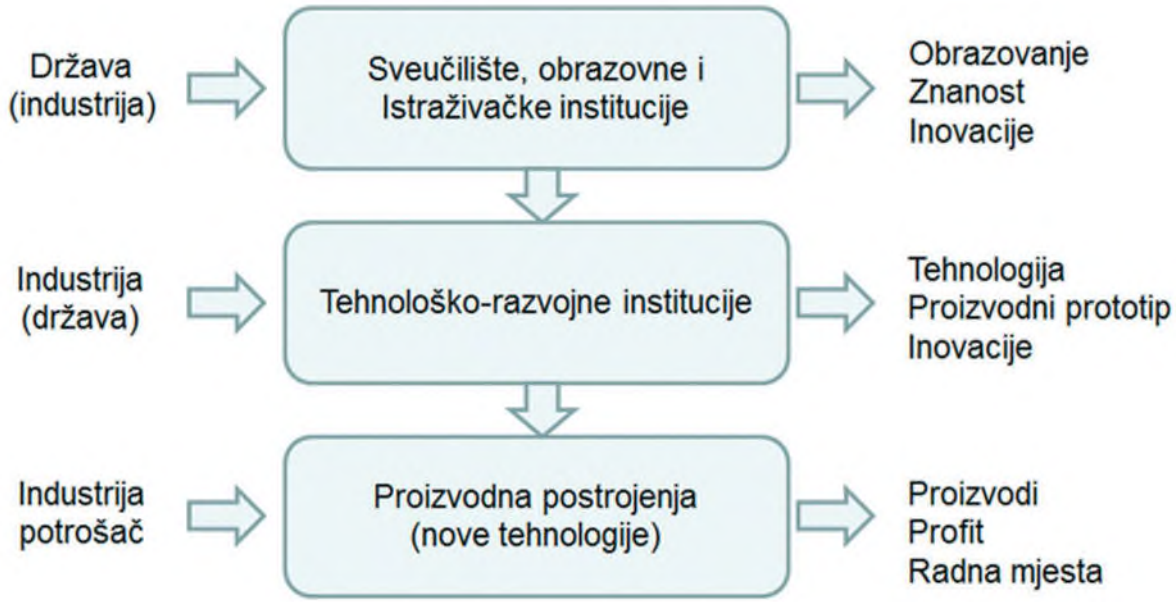
4. Prijava projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla* za proglašenje strateškim investicijskim projektom

S obzirom na to da su postavljeni ciljevi IC-a od nacionalnog interesa, FER je 1. lipnja 2015. podnio Ministarstvu gospodarstva RH prijavu za proglašenje projekta strateškim investicijskim projektom RH na temelju Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske (NN 133/13) za projekt pod nazivom Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT). Naglašeno je da projekt Inovacijski centar *Nikola Tesla* predstavlja vodeću istraživačko-razvojnu instituciju u RH, u kojoj će se kreirati inovativni proizvodi − prototipovi za potrebe industrije, temeljeni na znanstvenim istraživanjima, u sektorima koji su od strateškog značaja za gospodarski razvoj RH, posebice na području informacijske i komunikacijske tehnologije, energetike, robotike, transportnih sustava, biomedicinskog inženjerstva i tehnologija naprednih komponenata.

U prijavi je prikazano i obrazloženje opravdanosti za proglašenje Projekta strateškim investicijskim projektom RH, koje navodim u skraćenom obliku.

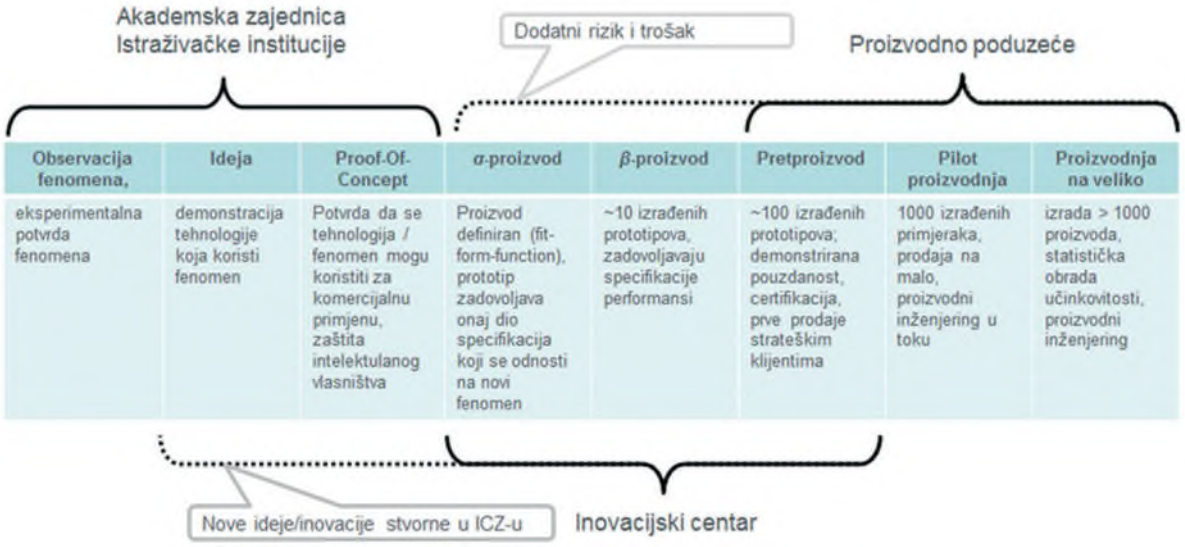
> "Vodeća svjetska sveučilišta, uz tradicionalno istraživačku i obrazovnu djelatnost, preuzimaju odgovornost i za područje razvoja inovacija i transfera tehnologije kao treće važne društvene uloge u 'trokutu znanja': obrazovanje – istraživanje – inovacije. U tom smislu Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu želi preuzeti odgovornost u usmjeravanju znanstvenih potencijala prema razvoju inovacija i transferu tehnologije na dobrobit razvoja hrvatskoga gospodarstva i društva. Imajući u vidu krizno stanje hrvatskog gospodarstva i potrebu intenziviranja razvoja inovacija potrebno je: (i) ubrzati razvoj inovacijske funkcije sveučilišta, što će zahtijevati implementaciju skupa komplementarnih mjera i aktivnosti, među kojima su (a) uspostava transparentnoga sustava poticanja inovacijskih aktivnosti i transfera tehnologije i (b) uspostava odgovarajuće visoko profesionalne infrastrukturne podrške istraživačima kako bi se mogle ostvariti i najsloženije funkcije inovativnosti i transfera tehnologije; (ii) izgradnja prostorne i razvojne infrastrukture za inovacijske centre u kojima će se razvijati inovacije / ispitani prototipovi te po potrebi osnivati *spin-off* poduzeća na temelju inovacija nastalih u inovacijskim centrima.
>
> Ključno je, dakle, povezati 'dvije strane', a to su znanje na jednoj strani i tržište na drugoj strani. Prelazak s jedne na drugu stranu, tj. komercijalizacija znanja nije moguća bez inovativnog tehnološkog razvoja, razvoja proizvoda i konkurentne proizvodnje. Tome cilju ključno će doprinijeti umreženost znanosti, inovacija, tehnologije, proizvoda i proizvodnje. Pri tome su ključni preduvjeti razvojna i tehnološka infrastruktura, pilotska primjena znanja i inovacija, te globalno konkurentni proizvodni kapaciteti. RH se u budućem razvoju prepoznaje po izvrsnosti svoje znanstveno-istraživačke djelatnosti i u globalnom inovacijskom lancu vrijednosti pozicionira kao vrijedan i ravnopravan partner. Učinkovita proizvodnja i primjena znanja, kreativnosti i inovacija u realnom prostoru i vremenu treba pridonijeti povećanju konkurentnosti gospodarstva, a time i općem društvenom napretku. U tome se posebno izdvaja glavni strateški cilj utvrđen kao 'povećanje društvene dobrobiti i konkurentnosti hrvatskog gospodarstva temeljeno na znanju, kreativnosti i inovacijama'.
>
> Ključni sudionici u procesu su: (i) sveučilišta i istraživačke institucije koji uz potporu države / industrije provode obrazovanje, (ii) tehnološko-razvojne institucije koje uz potporu industrije / države na temelju znanstvenih istraživanja iz (i) stvaraju nove tehnologije i inovacije do

razine ispitanog prototipa-pretproizvoda i (iii) proizvodna poduzeća sa svojom proizvodnom infrastrukturom koja uz potporu industrijske politike i potrošača na temelju inovacija iz (ii) proizvode nove inovativne proizvode, stvaraju profit i otvaraju radna mjesta (s visokom dodanom vrijednosti), slika 13.



Sl. 13.: Ključni sudionici u tehnološkom razvojnom procesu

Tijek razvojnog procesa objašnjen je s pomoću slike 14., kojom se ilustrira složenost i različitost uobičajenih aktivnosti pri razvoju nekog proizvoda ili procesa temeljenog na novoj spoznaji. Stvaranje novog proizvoda uglavnom počinje opservacijom nekog fenomena u istraživačkom laboratoriju u kojem se taj fenomen otkrije. Taj postupak često rezultira i publikacijama. Kroz daljnji rad istraživači dolaze do određene ideje zasnovane na opserviranom fenomenu, odnosno rađa se ideja kako bi se fenomen mogao upotrijebiti za neku praktičnu svrhu. Nakon toga provodi se demonstracija da se pokaže kako se fenomen može kontrolirano reproducirati. Drugim riječima, ustanovljuje se tehnologija kojom bi se ideja mogla implementirati u specifičnu komercijalnu primjenu (engl. *proof of concept*) što može rezultirati i zaštitom intelektualnog vlasništva (zaštićuje se tehnologija, osnovne ideje, a često i specifični proizvodi). Tim u pravilu završavaju aktivnosti akademske zajednice / istraživačke institucije. Bez obzira na to je li tehnologija licencirana komercijalnom klijentu ili *start-up* poduzeću, važno je da ona napušta sveučilište i nastavlja se razvijati u okvirima poduzeća koje je zainteresirano za njezinu primjenu u komercijalne svrhe.



Sl. 14.: Put od ideje do proizvoda

Industrijski klijenti žele novu tehnologiju i nove proizvode, ali žele i minimizirati rizik razvoja novog proizvoda. Poduzeća koja prodaju na javnom tržištu češće bi uvodila nove proizvode ako bi njihov razvoj stajao manje i kad bi se proizvodi mogli razviti u kraćem vremenu. Početne faze razvoja proizvoda za komercijalnog su klijenta problematične jer znače dugoročno opredjeljenje za tu novu tehnologiju: zapošljavanje razvojnih kadrova, nabavu specijalizirane opreme i prostora za razvoj. Najjednostavniji način da se taj rizik smanji jest da se faze razvoja alfa i beta proizvoda prebace u zasebnu instituciju koja ima kompetentne kadrove, razvojnu opremu i prostor. Kratkoročno financiranje razvoja u neovisnoj razvojnoj instituciji isplativije je komercijalnom klijentu nego da sam provodi razvoj. Faze razvoja pretproizvoda (prototipa) i pilotske proizvodnje jesu faze u kojima se komercijalnom klijentu jamči određena sigurnost pri donošenju poslovne odluke za ulazak u proizvodnju. Dakle, raskorak između tipične ponude sveučilišta ili istraživačkih institucija (ideja) i potrebe za prototipom komercijalnog klijenta najčešći je razlog zašto se mnoge inovacije ne komercijaliziraju, tj. propadaju.

Osnovna je uloga IC-a *Nikola Tesla* premostiti taj raskorak time što će inovacije stvorene u akademskoj i istraživačkoj zajednici dovesti do stupnja pretproizvoda za potrebe hrvatske industrije. Takav model pozicioniranja IC-a pomagao bi hrvatskom gospodarstvu povećanjem prihoda od novih proizvoda, otvaranjem novih radnih mjesta visoke dodane vrijednosti i unošenjem novih tehnologija u hrvatsku industriju. Također bi se povećavalo i hrvatsko intelektualno vlasništvo (u Centru i u državi). Prema tome, IC predstavljat će snažnu polugu prijenosa



Sl. 15.: Ivan Vrdoljak, ministar graditeljstva i prostornog uređenja (GPU) (23. 12. 2011. − 16. 11. 2012.) i ministar gospodarstva, poduzetništva i obrta (MINGO) (16. 11. 2012. − 22. 1. 2016.)

znanja i inovacija iz akademske zajednice / istraživačkih institucija prema industriji i poduzetništvu. IC zaokružen je koncept koji bi umrežavao akademsku zajednicu, istraživačke institucije, hrvatsku industriju te lokalnu i širu zajednicu te državnu upravu. Interakcijom navedenih dionika osigurava se prostor za multidisciplinarna istraživanja i razvoj, racionalizacija primjene i komercijalizacije rezultata te posljedično kreiranje i unapređenje industrije visoke dodane vrijednosti.

U vrijeme prijave Projekta za proglašenje strateškim investicijskim projektom RH ministar gospodarstva bio je Ivan Vrdoljak, slika 15., a njegov pomoćnik Tomislav Radoš. Ministar znanosti, obrazovanja i sporta bio je Vedran Mornar, a njegov pomoćnik Ivan Pejić. Važan je čimbenik za proglašenje Projekta strateškim i Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova EU-a, čiji je ministar u to vrijeme bio Branko Grčić (ujedno i potpredsjednik Vlade), a njegov zamjenik Jakša Puljiz. Uz svu dobru volju nekih od navedenih pojedinaca, čekalo se na rješenje – stavljanje projekta na popis strateških investicijskih projekata. Otežavajuća okolnost pritom su bile pripreme za političke kampanje za parlamentarne izbore koji su održani krajem 2015. godine.

5. Registracija Centra pri Trgovačkom sudu

Paralelno s lobiranjem za proglašenje Projekta strateškim, pristupilo se registraciji IC-a pod nazivom Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT) pri Trgovačkom sudu u Zagrebu, koji je izdao Rješenje o registraciji u sudski registar u pravnom obliku ustanova datiran 16. studenog 2015. godine. Osnivač ICENT-a je FER. Privremeni ravnatelj ICENT-a je prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, profesor na FER-u.

U Elaboratu za osnivanje ICENT-a (autor Ivan Tilošanec, odvjetnik) prikazano je i obrazloženje zašto je IC-u dano ime *Nikola Tesla*, koje ovdje navodim.

> "Nikola Tesla (Smiljan, Hrvatska, 10. srpnja 1856. − New York, 7. siječnja 1943.) jedan je od najvećih svjetskih inovatora i izumitelja u razdoblju od kraja 19. stoljeća i prvoj polovici 20. stoljeća. Njegova se inovatorska i inventivna svestranost ogleda u epohalnim otkrićima koju baštini današnja civilizacija. Spomenimo, za ilustraciju, neka od njih: (i) izmjenična električna struja; (ii) elektromagnetska i ionizirajuća radijacija koju danas koristimo u medicinskoj dijagnostici i drugdje; (iii) radio uređaj i daljinsko upravljanje zasnovano na primopredajnom načelu; (iv) električni motor s rotirajućim magnetnim poljem; (v) koncepcija robota i vizionarske ideje o inteligentnim automobilima; (vi) laser s mnoštvom primjena (medicina, digitalni mediji, naoružanje); (vii) bežična komunikacija kao osnova suvremene komunikacijske tehnologije i umrežavanja; (viii) bežični prijenos električne energije i s tim povezano da su energetski resursi bezgranični i sadržani u energiji Sunca koju treba znati koristiti. Tesla je nedvojbeno imao još na tisuće ideja i patenata koje su ostale neobjavljene. Ako pogledamo stotine njegovih patenata, oni pokazuju samo djelić njegova genija i mogućnosti koje nam je on ponudio. Tesla je živio u uvjerenju da sve što treba ljudskoj održivoj civilizaciji možemo naći u prirodi oko sebe, samo nam je potrebno shvaćanje i razumijevanje univerzuma u kojem obitavamo. Također je smatrao da moramo koristiti naše umove i sva naša znanstvena istraživanja kako bi stvorili prave tehnologije koje bi omogućile boljitak i napredak ljudskog roda. Vođeni genijalnim idejama vizionara i svestranog inventivnog istraživača i inovatora, koji inspirira i inspirirat će sadašnju i buduću znanstvenu i inovacijsku zajednicu, te iz pijeteta prema imenu Nikola Tesla, s nacionalnim ponosom imenujemo IC kao Inovacijski centar *Nikola Tesla*."

Konstituirajuća sjednica Upravnog vijeća ustanove ICENT održana je 25. studenog 2015. godine. Na njoj su izabrani predsjednik Upravnog vijeća, njegov zamjenik i članovi Upravnog vijeća na vrijeme od četiri godine, počevši od 25. studenog 2015. godine:

1. prof. dr. sc. Mislav Grgić, dekan FER-a, predsjednik
2. izv. prof. dr. sc. Mario Vražić, prodekan FER-a, zamjenik
3. doc. dr. sc. Dubravko Babić
4. prof. dr. sc. Ivan Petrović
5. prof. dr. sc. Vedran Bilas.

Konstituirajuća sjednica Znanstveno-stručnog vijeća (ZSV) ustanove ICENT održana je 25. siječnja 2016. Na njoj su izabrani predsjednik i članovi ZSV-a na vrijeme od četiri godine, počevši od 25. siječnja 2016. godine:

1. prof. dr. sc. Adrijan Barić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Sven Lončarić
3. prof. dr. sc. Ivana Podnar Žarko
4. prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, član po funkciji.

Za procjenu razvoja i održivosti ICENT-a počela je u drugoj polovini 2015. izrada Koncepta poslovnog plana i preliminarnog proračuna Inovacijskog centra *Nikola Tesla* za razdoblje 2016. – 2019. Elaboraciju je izradila savjetodavna tvrtka Arhivanalitika (autori Velimir Šonje i Dražen Nikolić) u suradnji s profesorima i suradnicima FER-a (Mislav Grgić, Mario Vražić, Nedjeljko Perić, Mirjana Dozan i dr.), koja je prihvaćena od strane naručitelja – FER-a krajem listopada 2015. godine. Tijekom rada na elaboratu održano je više radionica, koje su bile usmjerene na savjetovanje vezano uz poslove osnivanja i pripreme rada ICENT-a. Iz sažetka elaborata izdvajam:

> "FER osniva Inovacijski centar *Nikola Tesla* (dalje: ICENT) čija je misija / vizija biti vodeći inovacijski ekosustav u području visokih tehnologija u energetici, transportu, robotici, biomedicinskom inženjerstvu, ICT-u i tehnologijama naprednih komponenata u Podunavskoj regiji. ICENT će integrirati znanstveno-istraživačke, inovacijske i komercijalne procese primjenom najboljih svjetskih praksi.
>
> Ostvarenje tako ambiciozne misije / vizije zahtijeva od ICENT-a sposobnost postizanja sedam ciljeva: (1) detaljno praćenje i razumijevanje razvoja relevantnih tehnologija i tržišta, (2) uklapanje u strateške ciljeve Vlade RH, (3) sposobnost za provedbu inkubacijskih procesa i drugih postupaka komercijalizacije inovacija temeljem najboljih svjetskih praksi, (4) sposobnost osiguravanja najboljih načina zaštite intelektualnog vlasništva i uspostave inovacijskih partnerstava, (5) osiguravanje optimalnih izvora financiranja, (6) umreženost na međunarodnoj razini i (7) osiguranje konkurentne i moderne tehnološke potpore.
>
> Za postizanje ovih ciljeva ključna je adekvatna ekipiranost i organizacija ICENT-a. Pored razvojnih instituta i laboratorija predviđa se osnivanje tri poslovna odjela: Odjel za praćenje tehnologija i analizu tržišta, Odjel za komercijalizaciju inovacija i Odjel za administrativno-tehničku potporu. Razvoj poslovnih funkcija jednako je važan kao i razvoj istraživačko-inovacijskih funkcija, jer je mogućnost tržišne verifikacije odnosno komercijalizacije inovacija važniji kriterij od tradicionalnih znanstvenih kriterija uspješnosti u ovakvom tipu inovacijskog centra.

Poslovne funkcije (odjeli), u kojima se u 2016. godine očekuje upošljavanje 3 osobe (od kojih je jedna ravnatelj Centra), u početku razvoja ICENT-a trošit će veliki dio sredstava ICENT-a u svrhe istraživanja tehnologija i tržišta, komercijalizacije inovacija, komunikacije i međunarodne suradnje."

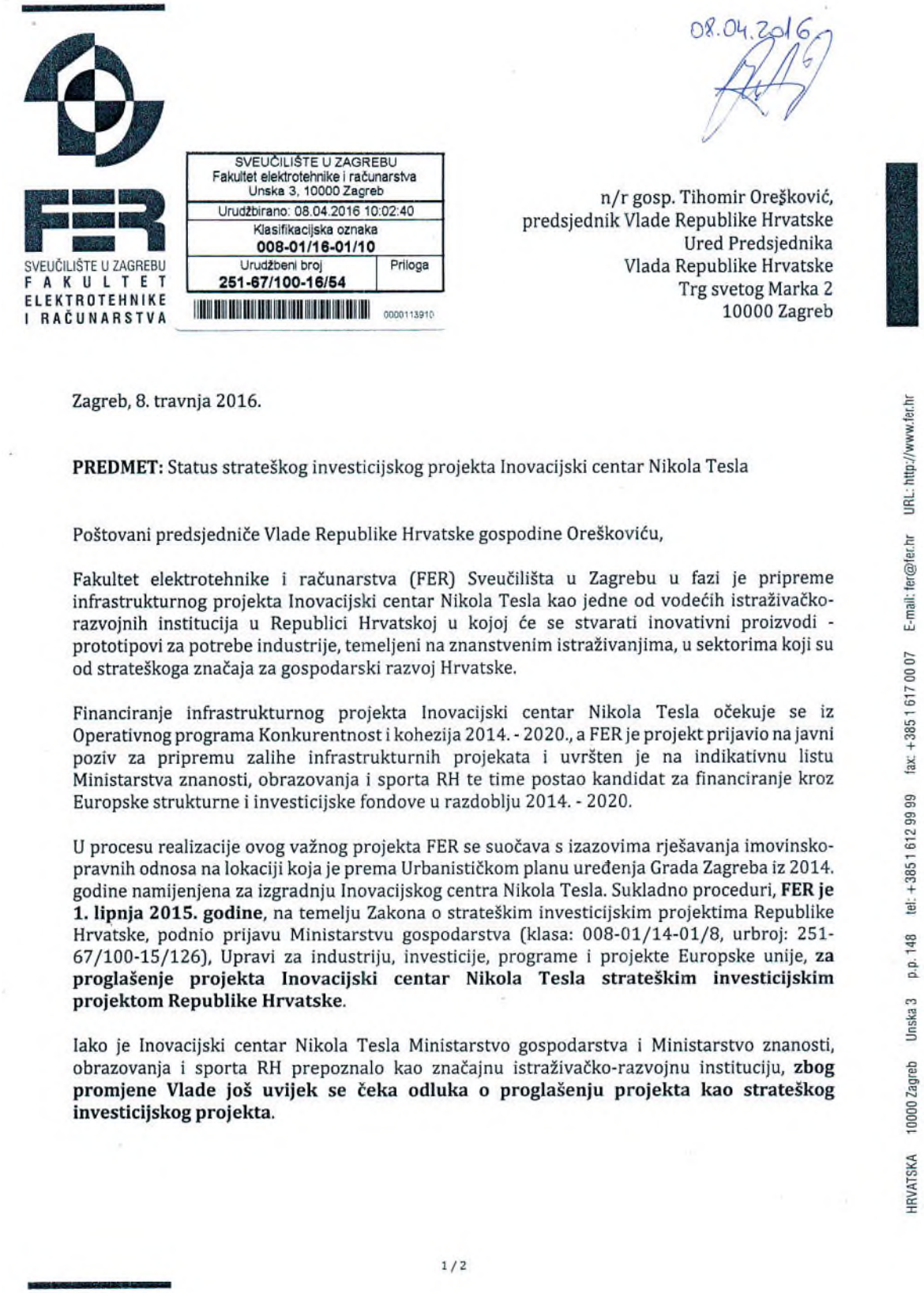
6. Inovacijski centar *Nikola Tesla* stavljen na popis strateških investicijskih projekata RH

Izbori u Hrvatskoj, bilo koje političke razine, unose svojevrsni poremećaj u društveni život. Tako je bilo i sa zadnjim parlamentarnim izborima krajem 2015. godine. Nakon konstituiranja Vlade izabran je njezin predsjednik Tihomir Orešković, slika 16.

Nakon konzultacija s njegovim Kabinetom, poslan mu je dopis 8. travnja 2016. godine, kojim ga se informira o nerješavanju prijave za proglašenje projekta ICENT strateškim investicijskim projektom RH, slika 17. Potpisnici dopisa bili su tadašnji dekan FER-a prof. dr. sc. Mislav Grgić i privremeni ravnatelj ICENT-a prof. dr. sc. Nedjeljko Perić. Skenirani dopis prilažem u cijelosti.



Sl. 16.: Tihomir Orešković, predsjednik Vlade RH (22. 1. 2016. − 19. 10. 2016.)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3, 10000 Zagreb
Urudžbirano: 08.04.2016 10:02:40
Klasifikacijska oznaka
008-01/16-01/10
Urudžbeni broj 251-67/100-16/54
Prilog
0000113910

08.04.2016

n/r gosp. Tihomir Orešković,
predsjednik Vlade Republike Hrvatske
Ured Predsjednika
Vlada Republike Hrvatske
Trg svetog Marka 2
10000 Zagreb

Zagreb, 8. travnja 2016.

PREDMET: Status strateškog investicijskog projekta Inovacijski centar Nikola Tesla

Poštovani predsjedniče Vlade Republike Hrvatske gospodine Oreškoviću,

Fakultet elektrotehnike i računarstva (FER) Sveučilišta u Zagrebu u fazi je pripreme infrastrukturnog projekta Inovacijski centar Nikola Tesla kao jedne od vodećih istraživačko-razvojnih institucija u Republici Hrvatskoj u kojoj će se stvarati inovativni proizvodi - prototipovi za potrebe industrije, temeljeni na znanstvenim istraživanjima, u sektorima koji su od strateškoga značaja za gospodarski razvoj Hrvatske.

Financiranje infrastrukturnog projekta Inovacijski centar Nikola Tesla očekuje se iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020., a FER je projekt prijavio na javni poziv za pripremu zalihe infrastrukturnih projekata i uvršten je na indikativnu listu Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta RH te time postao kandidat za financiranje kroz Europske strukturne i investicijske fondove u razdoblju 2014. - 2020.

U procesu realizacije ovog važnog projekta FER se suočava s izazovima rješavanja imovinsko-pravnih odnosa na lokaciji koja je prema Urbanističkom planu uređenja Grada Zagreba iz 2014. godine namijenjena za izgradnju Inovacijskog centra Nikola Tesla. Sukladno proceduri, **FER je 1. lipnja 2015. godine**, na temelju Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske, podnio prijavu Ministarstvu gospodarstva (klasa: 008-01/14-01/8, urbroj: 251-67/100-15/126), Upravi za industriju, investicije, programe i projekte Europske unije, **za proglašenje projekta Inovacijski centar Nikola Tesla strateškim investicijskim projektom Republike Hrvatske**.

Iako je Inovacijski centar Nikola Tesla Ministarstvo gospodarstva i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH prepoznalo kao značajnu istraživačko-razvojnu instituciju, **zbog promjene Vlade još uvijek se čeka odluka o proglašenju projekta kao strateškog investicijskog projekta**.

HRVATSKA 10000 Zagreb Unska 3 p.p. 148 tel: +385 1 612 99 99 fax: +385 1 617 00 07 E-mail: fer@fer.hr URL: http://www.fer.hr

1 / 2

Sl. 17.: Dopis predsjedniku Vlade RH Tihomiru Oreškoviću

Važno je istaknuti kako projekt Inovacijski centar Nikola Tesla razvija potpuno novi koncept istraživanja, inovacija i transfera tehnologije u Republici Hrvatskoj, pružajući najkvalitetniji inovativni pristup u područjima informacijske i komunikacijske tehnologije, energetike, transportnih sustava, automatizacije i robotike, biomedicinskog inženjerstva i tehnologije naprednih komponenata. U nadi i dobroj vjeri da će se u interesu unapređenja gospodarstva riješiti imovinsko-pravna pitanja na predviđenoj lokaciji, FER je nedavno osnovao ustanovu upisanu u registar Trgovačkog suda u Zagrebu, pod nazivom Inovacijski centar Nikola Tesla (ICENT), sa sjedištem u Zagrebu, Unska 3. Od početka 2016. godine Inovacijski centar Nikola Tesla djeluje kao samostalni globalni *start-up* istraživačko-razvoji subjekt u skučenim prostorima FER-a, koristeći postojeću razvojnu opremu FER-a i drugih srodnih fakulteta hrvatskih sveučilišta, a na temelju izrađenog Koncepta poslovnog plana za razdoblje 2016. - 2019. Snažan motiv za ustanovljenje Inovacijskog centra Nikola Tesla je i naš plan da stvorimo mogućnosti razvoja profesionalnih karijera u Hrvatskoj kreativnim mladim naraštajima u području inženjerstva, poglavito mladim doktorima znanosti. Želja nam je da se kroz početnu fazu u navedenom razdoblju interdisciplinarno kadrovski osnažimo kako bismo do 2020. godine bili spremni useliti u planirani novoizgrađeni objekt na definiranoj lokaciji opremljen suvremenom infrastrukturnom razvojnom opremom, a sve u interesu podizanja tehnološke razine i konkurentnosti hrvatskoga gospodarstva i stvaranja radnih mjesta visoke dodane vrijednosti.

Sukladno gore navedenome te općoj važnosti i utjecaju projekta Inovacijski centar Nikola Tesla na unapređenje gospodarstva Republike Hrvatske molimo Vas za pomoć da se uzme u razmatranje status strateškog investicijskog projekta Inovacijski centar Nikola Tesla.

S poštovanjem,

Inovacijski centar Nikola Tesla

Inovacijski centar Nikola Tesla
Zagreb 2

Privremeni ravnatelj

Prof. dr. sc. Nedjeljko Perić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Dekan

Prof. dr. sc. Mislav Grgić

2 / 2

Sl. 17.: Dopis predsjedniku Vlade RH Tihomiru Oreškoviću (nastavak)

Izgleda da je dopis polučio željeni rezultat. Na temelju Zakona o strateškim investicijskim projektima RH, Ministarstvo gospodarstva donijelo je 27. srpnja 2016. Odluku o uvrštenju na popis strateških projekata projekt pod nazivom Inovacijski centar *Nikola Tesla*, a na prijedlog Povjerenstva za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata (predsjednik Povjerenstva bio je Božo Petrov, slika 18.). Potpisnik Odluke bio je tadašnji ministar gospodarstva Tomislav Panenić, slika 19. Odluku prilažem u cijelosti, slika 20.



Sl. 18.: Božo Petrov, potpredsjednik Vlade RH (22. 1. 2016. − 13. 10. 2016.)



Sl. 19: Tomislav Panenić, ministar gospodarstva (22. 1. 2016. − 13. 10. 2016.)

Na prijedlog Povjerenstva donesena je i Odluka o osnivanju Operativne skupine za pripremu i provedbu projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla* te je za voditelja Operativne skupine imenovan prof. dr. sc. Krešo Zadro, pomoćnik u Ministarstvu znanosti i obrazovanja. Skeniranu Odluku prilažem u cijelosti, slika 21.

Konstituiranje Operativne skupine je potrajalo. Tek je 3. veljače 2017. tadašnji ministar znanosti i obrazovanja prof. dr. sc. Pavo Barišić, slika 23., donio Odluku o imenovanju Operativne skupine za projekt ICENT, u kojoj su navedene njezine zadaće. Odluku prilažem u cijelosti, slika 22.

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO GOSPODARSTVA

KLASA: 404-01/15-01/31
URBROJ: 526-03-01-02-02/1-16-28
Zagreb, 27. srpanj 2016.

Na temelju članka 8. stavka 8. točke 1. Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske (Narodne novine, broj 133/2013, 152/2014 i 22/2016), Ministarstvo gospodarstva 27. srpnja 2016. godine donosi

O D L U K U
O UVRŠTENJU NA LISTU STRATEŠKIH PROJEKATA

I.

Povjerenstvo za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata (u daljnjem tekstu: Povjerenstvo) na sjednici održanoj 27. srpnja 2016. godine, ocijenilo je da predloženi strateški projekt pod nazivom: Inovacijski centar "Nikola Tesla" (ICENT), podnositelja prijave: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10 000 Zagreb, udovoljava propisanim kriterijima iz članka 5. Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske, a na temelju dostavljenih dokumenata uz prijavu za proglašenje projekta strateškim investicijskim projektom Republike Hrvatske, sukladno članku 7. Zakona.

II.

Ministarstvo gospodarstva uvrštava projekt pod nazivom Inovacijski centar "Nikola Tesla" (ICENT) na Listu strateških projekata, sukladno prijedlogu Povjerenstva i ocjeni iz točke I. ove Odluke.

III.

Odluka stupa na snagu danom donošenja.

MINISTAR
Tomislav Panenić

REPUBLIKA HRVATSKA - MINISTARSTVO GOSPODARSTVA ZAGREB

Dostaviti:
1. Svim članovima Povjerenstva
2. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Donje Svetice 38, 10 000 Zagreb, prof.dr.sc. Krešo Zadro, pomoćnik ministra i voditelj Operativne skupine
3. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10 000 Zagreb
4. Arhiva

vjetnost ovog prijepisa sa izvornikom
mjerava ovlašteni službenik
8. 2016.
Zagreb

Sl. 20.: Odluka o uvrštenju ICENT-a na popis strateških projekata RH

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO GOSPODARSTVA

KLASA: 404-01/15-01/31
URBROJ: 526-03-01-02-02/1-16-27
Zagreb, 27. srpanj 2016.

Na temelju članka 8. stavka 7. točke 2. Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske (Narodne novine, broj 133/2013, 152/2014 i 22/2016), a vezano uz Odluku o osnivanju Povjerenstva za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata (Narodne novine, broj 1/2014 i 44/2016), Povjerenstvo za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata na sjednici održanoj 27. srpnja 2016. godine donosi

O D L U K U
O OSNIVANJU OPERATIVNE SKUPINE
I IMENOVANJU VODITELJA OPERATIVNE SKUPINE

I.

Povjerenstvo za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata (u daljnjem tekstu: Povjerenstvo) osniva Operativnu skupinu za pripremu i provedbu projekta pod nazivom: Inovacijski centar „Nikola Tesla" (ICENT), podnositelja prijave: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10 000 Zagreb.

II.

Na prijedlog Povjerenstva imenuje se prof. dr. sc. Krešo Zadro, pomoćnik ministra u Ministarstvu znanosti,obrazovanja i sporta, voditeljem Operativne skupine iz točke I. ove Odluke.

III.

Odluka stupa na snagu danom donošenja.

Vjerodostojnost ovog prijepisa sa izvornikom
Ovjerava ovlašteni službenik
19. 07. 2016.
Nada Gregl
REPUBLIKA HRVATSKA MINISTARSTVO GOSPODARSTVA ZAGREB

PREDSJEDNIK POVJERENSTVA

mr.sc. Božo Petrov

Dostaviti:
1. Svim članovima Povjerenstva
2. Ministarstvo znanosti,obrazovanja i sporta, Donje Svetice 38, 10 000 Zagreb, prof.dr.sc. Krešo Zadro, pomoćnik ministra i voditelj Operativne skupine
3. Sveučilište u Zagrebu,Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, 10 000 Zagreb
4. Arhiva

Sl. 21.: Odluka o osnivanju Operativne skupine ICENT-a

00-1

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3, 10000 Zagreb
Urudžbirano: 03.03.2017 09:05:57
Klasifikacijska oznaka
023-01/17-01/51
Urudžbeni broj: 251-67/100-17/4
Prilog:

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

Na temelju članka 17. Zakona o ustrojstvu i djelokrugu ministarstava i drugih središnjih tijela državne uprave (Narodne novine, broj 93/16, 104/16) i članka 39. Zakona o sustavu državne uprave (Narodne novine, broj 150/11, 93/16, 104/16), ministar znanosti i obrazovanja, prof. dr. sc. Pavo Barišić donosi

ODLUKU

o imenovanju Operativne skupine za pripremu i provedbu strateškog projekta za projekt pod nazivom *Inovacijski centar „Nikola Tesla"*

I.

Ovom Odlukom imenuje se Operativna skupina za pripremu i provedbu strateškog projekta za projekt pod nazivom *Inovacijski centar „Nikola Tesla"* (u daljnjem tekstu: Operativna skupina).

II.

Imenuju se članovi Operativne skupine iz točke I. ove Odluke, kako slijedi:

1. **Tomislav Boban**, član, državni tajnik, Ministarstvo državne imovine
2. **doc. dr. sc. Milan Rezo**, član, pomoćnik ministra Uprave za dozvole od državnog značaja, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja
3. **doc. dr. sc. Tomislav Sokol**, član, pomoćnik ministra, Ministarstvo znanosti i obrazovanja
4. **Damir Lasić**, član, pročelnik Gradskog ureda za imovinsko-pravne poslove i imovinu Grada, Grad Zagreb
5. **Frane Šesnić**, član, direktor, Razvojna agencija Zagreb – TPZ d.o.o.
6. **Tomislav Petrinec**, član, načelnik Sektora za konzervatorske odjele i inspekciju, Ministarstvo kulture
7. **Bojan Batinić**, član, izvršni koordinator Službe za strateške investicijske projekte Republike Hrvatske, Agencija za investicije i konkurentnost
8. **Juliana Karabegović**, članica, voditeljica Službe za drugostupanjske postupke i upravni nadzor u Upravi za građansko, trgovačko i upravno pravo, Ministarstvo pravosuđa
9. **Goran Basarac**, član, voditelj Službe u Upravi za industriju, investicije, programe i projekte EU, Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta
10. **Iva Gašparić**, članica, voditeljica Odjela za javno-privatno partnerstvo, Ministarstvo financija
11. **Zrinka Valetić**, članica, voditeljica Odjela za procjenu utjecaja na okoliš, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
12. **Dubravko Muzur**, član, voditelj Odjela za analitičku procjenu učinaka ekonomskih politika i razvoj sustava strateškog planiranja, Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije
13. **prof. dr. sc. Mislav Grgić**, član, dekan Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Sveučilište u Zagrebu
14. **Darija Skoko**, članica, voditeljica Službe za programe i projekte Europske unije, Ministarstvo znanosti i obrazovanja

Sl. 22.: Odluka o imenovanju članova Operativne skupine ICENT-a

III.

Temeljem članka 10., stavka 1. Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske (Narodne novine, broj 133/13, 152/14, 22/16), Operativna skupina iz točke I. ove Odluke imenuje se za potrebe utvrđivanja svih potrebnih propisanih postupaka i podataka o svim nadležnim tijelima koja sudjeluju u pripremi i provedbi projekta, za međusobnu koordinaciju i dinamiku pripreme te izrade svih potrebnih akata i dokumentacije za provedbu projekta *Inovacijski centar „Nikola Tesla"*.

IV.

Temeljem članka 10., stavka 2. Zakona o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske (Narodne novine, broj 133/13, 152/14, 22/16), zadaće Operativne skupine su:

1. utvrđivanje propisanih postupaka koji su potrebni za pripremu i provedbu svakog pojedinog projekta te obavještavanje zainteresiranog investitora o istima
2. izrada cjelovitog pregleda upravnih i drugih postupaka i radnji koje je potrebno poduzeti u svrhu provedbe projekta te izradu popisa akata nužnih za njegovu provedbu, a u roku od 60 dana od dana imenovanja članova Operativne skupine
3. međuresorno usuglašavanje i koordiniranje aktivnosti u pripremi i izradi akata za provedbu projekta te rokove njihova izvršenja
4. utvrđivanje elemenata prijedloga odluke Vlade Republike Hrvatske o proglašenju strateškog projekta koji se upućuje Povjerenstvu.

V.

Članovi Operativne skupine iz točke II. ove Odluke za svoj rad neće ostvarivati novčanu naknadu.

VI.

Ova Odluka stupa na snagu dan nakon dana donošenja.

KLASA: 381-01/15-03/00007
URBROJ: 533-19-17-0016

Zagreb, 3. veljače 2017.

MINISTAR

prof. dr. sc. Pavo Barišić

Dostaviti:
1. Članovima Operativne skupine
2. Pismohrana, *ovdje*

Sl. 22.: Odluka o imenovanju članova Operativne skupine ICENT-a (nastavak)



Sl. 23.: Pavo Barišić, ministar znanosti i obrazovanja (19. 10. 2016. − 9. 7. 2017.)

Odlukom o izmjeni dopune odluke o osnivanju Operativne skupine i imenovanju voditelja Operativne skupine za projekt ICENT od 21. travnja 2017., imenovan je doc. dr. sc. Matko Glunčić, državni tajnik u Ministarstvu znanosti i obrazovanja. Potpisnica je bila ondašnja predsjednica Povjerenstva za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata potpredsjednica Vlade i ministrica gospodarstva, poduzetništva i obrta Martina Dalić, slika 24. Treba imati u vidu da je dio njezina mandata bio usredotočen na Agrokor i rješavanje problema povezanih s tim koncernom. Poruke preko elektroničke pošte i dopisi nisu dolazili na red za razmatranje, što je vidljivo iz ove korespondencije. Učinkovitih pomaka, nažalost, nije bilo.



Sl. 24.: Martina Dalić, ministrica gospodarstva, poduzetništva i obrta (19. 10. 2016. − 14. 5. 2018.)

From: Nedjeljko Perić
Sent: Thursday, **January 11, 2018** 1:33 PM
To: ministar@mingo.hr; sandra.kelemen@mingo.hr
Subject: Inovacijski centar *Nikola Tesla*

Poštovana potpredsjednice Vlade i ministrice Dalić,

Obraćam Vam se kao ravnatelj Inovacijskog centra Nikola Tesla (ICENT) i dekan FER-a u razdoblju 2010. − 2014., s namjerom da Vas upoznam s aktualnim stanjem i planovima vezanim uz ICENT. Detalje Vam šaljem u priloženom dokumentu.

ICENT je ustanova koja obavlja primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija oslonjeno na znanstvena istraživanja akademske / istraživačke zajednice, a za potrebe tehnološkog unaprjeđenja hrvatskog gospodarstva i društva u cjelini. Vaša javna podrška razvoju inovacija i poticanje tehnološkog razvoja hrvatskog gospodarstva motiviraju sve one koji su se profesionalno opredijelili za primijenjeno istraživanje i inovacije.

Stoga Vas ljubazno molim za kraći sastanak na kojem bih Vas informirao o bitnim koracima za razvoj ICENT-a.

U očekivanju Vašeg odgovora s prijedlogom termina sastanka, srdačno Vas i s poštovanjem pozdravljam.

Nedjeljko Perić
Prof. dr. sc. Nedjeljko Perić
Ravnatelj Inovacijskog centra *Nikola Tesla*
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva

From: Sandra.Kelemen@mingo.hr
Sent: 12. veljače 2018. 21:29
To: nedjeljko.peric@fer.hr; ministar@mingo.hr
Subject: RE: Inovacijski centar *Nikola Tesla*

Poštovani gospodine Perić!

Vaš dopis vezano uz projekt Inovacijski centar *Nikola Tesla* je zaprimljen u Kabinetu potpredsjednice i ministrice Dalić i zahvaljujemo na dostavljenom.

Ljubazno molimo za razumijevanje vezano uz moguće predlaganje termina za sastanak, s obzirom na dinamiku obveza gospođe potpredsjednice i ministrice. Čim to budemo u mogućnosti, povratno ćemo Vas kontaktirati.

Zahvaljujemo na strpljenju i srdačno pozdravljamo.

S poštovanjem,

mr. sc. *Sandra Kelemen*
Tajnica Kabineta potpredsjednice i ministrice
Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta

Do sastanka s potpredsjednicom Vlade i ministricom gospodarstva, poduzetništva i obrta Martinom Dalić nikad nije došlo. Dužnost ministra gospodarstva, poduzetništva i obrta preuzeo je nakon njezina odlaska Darko Horvat, slika 25., koji je bio upoznat s projektom ICENT i dok je bio ministar poduzetništva i obrta u prethodnoj Vladi. Ministar Horvat visoko je cijenio ulogu i ciljeve ICENT-a te sve aktivnosti koje ICENT konkretno provodi na planu podizanja tehnološke razine hrvatskog gospodarstva i njezine konkurentnosti. Pitanje je samo kojim se intenzitetom i prioritetom mogao usredotočiti na pomoć pri rješavanju konkretnih problema s kojima se ICENT suočava.



Sl. 25.: Darko Horvat, ministar poduzetništva i obrta (22. 1. 2016. − 14. 10. 2016.) i ministar gospodarstva, poduzetništva i obrta (25. 5. 2018. −)

Nakon imenovanja državnog tajnika u MZO-u dr. sc. Matka Glunčića voditeljem Operativne skupine projekta ICENT obavljeno je dosta konzultativnih razgovora s bitnim akterima u rješavanju imovinsko-pravnih odnosa vezanih uz projekt ICENT. U tim razgovorima ustrajavalo se proglasiti projekt ICENT strateškim, što ilustrira i elektronička pošta od 12. srpnja 2017. godine.

From: Nedjeljko Perić
Sent: 12. srpnja 2017. 11:40
To: tomislav.boban@midim.hr; matko.gluncic@mzos.hr; milan.rezo@mgipu.hr; Damir.Lasic@zagreb.hr; mislav.grgic@fer.hr; bojan.kezele@midim.hr
Cc: nedjeljko.peric@fer.hr
Subject: ICENT_Progres

Poštovane kolege,

Nakon jučerašnjeg sastanka u Ministarstvu državne imovine na temu rješavanja imovinsko-pravnih pitanja za lokaciju na kojoj će se izgraditi zgrada Inovacijskog centra *Nikola Tesla* (ICENT) i dalje ne nalazimo učinkovita i vremenski razumna rješenja. Dobili smo informaciju o procjenama vrijednosti katastarskih

čestica 573 (katastarska općina Trnje) i 835-2 (katastarska općina Zaprudski otok). Moram priznati, za mene iznenađujuće i neočekivane procjene. Valja vjerovati da su procjene obavljene profesionalno i korektno. Ključno je sada naći način kako realizirat razliku u procijeni predmetnih čestica (cca. 20 milijuna kn). Vjerujem da će g. Boban uspjeti naći realno moguće i pravovremeno rješenje.

Projekt ICENT je uistinu strateški hrvatski projekt, krucijalan za razvoj tehnološki suvremenog i konkurentnog hrvatskog gospodarstva i spada u projekte od općeg dobra i javnog interesa (što podržava i zakonska regulativa koja se odnosi na strateške projekte). I nema vremena za daljnje prolongiranje donošenja odgovornih odluka.

I zato apeliram na sve Vas da ubrzamo aktivnosti da se projekt ICENT čim prije proglasi strateškim projektom RH, što bi pretpostavljam doprinijelo i ubrzanju rješenja postojećih imovinsko-pravnih problema. Stoga sugeriram da g. Glunčić sazove sastanak Operativne skupine prije početka godišnjih odmora na kojem bi se predložilo da se projekt ICENT proglasi strateškim projektom.

Valja imati u vidu da će MZO u rujnu raspisati natječaj za tehničku pomoć za izradu projektne dokumentacije za one projekte koji imaju odgovarajuće uvjete. Za taj natječaj želimo se prijaviti!

Uz sve prethodno navedeno, želim naglasiti da od rujna ove godine ulazimo u ozbiljne razgovore oko povezivanja ICENT-a s Fraunhofer Gesellschaft (respektabilna njemačka umrežena asocijacija instituta za primijenjeno istraživanje i razvoj) što otvara nesagledive mogućnosti međunarodnog povezivanja. Pretpostavka za iskorake na tom planu je naša nacionalna spremnost.

Srdačno Vas pozdravljam.

Prof. dr. sc. *Nedjeljko Perić*
Privremeni ravnatelj Inovacijskog centra *Nikola Tesla*
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva

7. Sporazum o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta ICENT

Rješavanje imovinsko-pravnih odnosa za lokaciju na kojoj je GUP-om grada Zagreba predviđena gradnja zgrade ICENT-a proces je koji je isprepleten raznim netransparentnim interesima. Predmetna lokacija nalazi se u Bednjanskoj ulici i sastoji se od dviju katastarskih čestica: z. k. č. 572, k. o- Trnje (u vlasništvu Grada Zagreba od 2016. godine, dotad u privatnom vlasništvu) i z. k. č. 573, k. o. Trnje u vlasništvu tvrtke Školska knjiga, koje zajedno čine jedinstvenu građevinsku kasetu, slika 26.



Sl. 26.: Fotografija lokacije za gradnju zgrade ICENT-a, Bednjanska ulica

Uloženo je puno napora u proteklih 5-6 godina u komunikaciji s raznim akterima kako bi se stvorili uvjeti da FER dođe u vlasništvo navedenih čestica ili da stekne pravo građenja zgrade ICENT-a na njima. Nisu zanemariva ni utrošena financijska sredstva za odvjetničke i vezane usluge. Aktivno se u problem rješavanja imovinsko-pravnih odnosa navedenih čestica uključio i državni tajnik Ministarstva državne imovine Tomislav Boban sa suradnicima. Dogovori sa Školskom knjigom, kao privatnim gospodarskim subjektom, u konačnici su rezultirali načelnim dogovorom da Školska knjiga prepusti Ministarstvu državne imovine svoju česticu, a da se njoj zauzvrat dodjeli konkretna jednakovrijedna imovina u državnom vlasništvu. Međutim, nije se uspjelo do kraja 2018. postići ništa više od načelnog dogovora, slika 27.

Paralelno s dogovorima sa Školskom knjigom obavljani su i mnogobrojni razgovori u Gradu Zagrebu s relevantnim uredima i pojedincima od nižih do najviših razina odgovornosti (pročelnici: Miro Laco, Damir Lasić, Dinko Bilić, Mirka Jozić, Ivica Lovrić, Slavko Kojić, Jadranka Veselić Bruvo, Jasminka Lukač, Jelena Ricov, Ivica Rovis, Nives Mornar, …te njihovi brojni suradnici), uključivo i gradonačelnika Milana Bandića i njegove najbliže suradnike (zamjenice gradonačelnika: Sandra Švaljek, Jelena Pavičić Vukičević, Vesna Kusin, Olivera Majić). Rezultat tih razgovora bio je Sporazum o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*, koji su usuglasile sve sporazumne strane. Tekst tog Sporazuma prilažemo u cijelosti.



Sl. 27.: Ante Žužul, vlasnik *Školske knjige*

Grad Zagreb, Trg Stjepana Radića 1, 10000 Zagreb, OIB: 61817894937, koji zastupa gradonačelnik Grada Zagreba Milan Bandić, dipl. politolog (u daljnjem tekstu: Grad Zagreb),

i

Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske, Donje Svetice 38, Zagreb, OIB: 49508397045, koje zastupa ministar prof. dr. sc. Blaženka Divjak (u daljnjem tekstu: MZO),

i

Ministarstvo državne imovine Republike Hrvatske, Ulica Ivana Dežmana 10, Zagreb, OIB: 95555881478, koje zastupa ministar doc. dr. sc. Goran Marić (u daljnjem tekstu MIDIM)

i

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, Zagreb, OIB: 57029260362, koji zastupa dekan prof. dr. sc. Mislav Grgić (u daljnjem tekstu: FER)

i

Inovacijski centar Nikola Tesla, Unska 3, Zagreb, OIB: 48640028500, koji zastupa privremeni ravnatelj prof. dr. sc. Nedjeljko Perić (u daljnjem tekstu: ICENT)

zaključili su sljedeći

SPORAZUM O SURADNJI I ISKAZIVANJU INTERESA ZA REALIZACIJU PROJEKTA INOVACIJSKI CENTAR *NIKOLA TESLA*

Članak 1.

Ugovorne strane suglasno utvrđuju:

– da je projekt Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT) kao javni investicijski projekt uvršten na Listu strateških investicijskih projekata Republike Hrvatske na temelju prijedloga FER-a pod rednim brojem 12. i područjem investiranja: gospodarstvo, industrija, energetika, elektroničke komunikacije, znanost, tehnologija i obrazovanje uz istaknutu vrijednost projekta od 350.000.000,00 kuna;
– da je projekt Inovacijski centar *Nikola Tesla* na Indikativnoj listi projekata iz područja znanstvene infrastrukture za razdoblje 2014. − 2020. Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske;
– da je u sudskom registru Trgovačkog suda u Zagrebu, rješenjem suda broj: Tt-15/33040-2 proveden upis osnivanja ustanove pod nazivom Inovacijski centar *Nikola Tesla* sa sjedištem u Zagrebu, Unska 3, MBS: 080998844, OIB: 48640028500, te da je osnivač Ustanove FER;
– da je za potrebe obavljanja registrirane djelatnosti i realizaciju prijavljenog projekta ICENT potrebno izgraditi i opremiti zgradu − inovacijski centar na lokaciji definiranoj Generalnim urbanističkim planom Grada Zagreba radi postizanja sinergije između znanstveno-nastavne i istraživačke djelatnosti FER-a s inovacijskim aktivnostima i projektima ICENT-a;
– da je Grad Zagreb vlasnik zemljišta oznake z.k.č. 572 k.o. Trnje, površine 3292 m^2 koje neposredno graniči s građevinskom česticom FER-a na adresi Unska 3;
– da se prema Odluci o donošenju Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba zemljište oznake z.k.č. 572 k.o. Trnje pretežitim dijelom površine nalazi u zoni javne i društvene namjene, visoko učilište i znanost, tehnološki parkovi, planske oznake D6;
– da je za izgradnju zgrade ICENT-a potrebno riješiti imovinsko-pravne odnose na zemljištu ili dijelu zemljišta između Grada Zagreba kao vlasnika i Republike Hrvatske kao osnivača Sveučilišta u Zagrebu, u skladu s prostorno-planskom dokumentacijom i odgovarajućim elaboratima Projekta;
– da je radi poduzimanja daljnjih radnji na razvoju Projekta kao što su: izrada idejnog rješenja, izrada glavnog i izvedbenog projekta, upotpunjenje studije izvodljivosti i dr. potrebno utvrditi pravne i interesne pozicije sporazumnih strana i u tom smislu definirati odnose;

– da je Gradska skupština Grada Zagreba na 3. sjednici 2. listopada 2017. donijela Sporazum o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*.

Članak 2.

FER je vodeća istraživačka i obrazovna ustanova u Republici Hrvatskoj i jugoistočnoj Europi u području elektrotehnike, računarstva te informacijske i komunikacijske tehnologije. Strategijom razvoja FER-a za razdoblje 2013. − 2017. postavljen je okvir razvoja nastavne, istraživačke i inovacijske djelatnosti FER-a te razvoja organizacije i poslovanja, infrastrukture i sustava osiguravanja kvalitete. Misija je FER-a: (i) nastavom i istraživanjem u području elektrotehnike, računarstva te informacijskih i komunikacijskih tehnologija, uz prirodoslovnu podlogu koju daju primijenjena matematika i primijenjena fizika, obrazovati studente koji će nositi tehnološki i društveni razvoj Hrvatske; (ii) međunarodno priznatim istraživanjima i razvojem novih interdisciplinarnih i transdisciplinarnih područja stvarati nova znanja; (iii) inovacijama razvijati gospodarstvo i javni sektor te doprinositi ukupnom razvoju društva; (iv) biti ustanovom visokih akademskih vrijednosti i etičkih kriterija, mjesto kritičkog promišljanja i propitivanja te jednakosti svih njezinih članova; (v) biti pokretačka snaga hrvatskoga društva. Vizija je FER-a biti integriran i konkurentan u europskome visokoobrazovnom i istraživačkom prostoru te stvarati nove oblike prijenosa znanja u gospodarstvo i pokretati gospodarsku i društvenu aktivnost Hrvatske. Izgradnjom i opremanjem razvojnom opremom ICENT-a u snažnoj se mjeri otvaraju mogućnosti unaprjeđenja treće dimenzije FER-a i Sveučilišta u Zagrebu − inovacije u službi razvoja gospodarstva i društva u cjelini.

Članak 3.

ICENT je osnovan s ciljem: (i) unaprjeđenja multidisciplinarnog primijenjenog istraživanja i razvoja zasnovanih na znanstvenim istraživanjima, posebno za potrebe malih i srednjih poduzeća te ubrzavanje uspješne komercijalizacije inovativnih proizvoda i usluga; (ii) smanjenja jaza između akademske i istraživačke zajednice i gospodarstva; (iii) stvaranja uvjeta mladim stručnjacima, posebno doktorima znanosti, za razvoj njihovih profesionalnih i životnih karijera u Hrvatskoj. Misija je ICENT-a pridonositi rastu hrvatskoga gospodarstva zasnovanoga na visokim tehnologijama prvenstveno u sektorima informacijskih i komunikacijskih tehnologija, energetike, transportnih sustava, automatizacije i robotike, tehnologije naprednih komponenata i biomedicinskog inženjerstva. Vizija je ICENT-a biti vodeći čimbenik inovacijskog ekosustava Hrvatske, i u perspektivi Podunavske regije, za primijenjeno istraživanje i razvoj u području inženjerstva, kao i za srodne primjene koje usmjeravaju hrvatsko

društvo i gospodarstvo prema konkurentnosti i održivosti, uz snažnu potporu informacijske i komunikacijske tehnologije. Za ostvarenje misije i vizije ICENT-a nužno je osigurati lokacijske i infrastrukturne uvjete − odgovarajuće specifične namjenske prostore i suvremenu razvojnu opremu. S obzirom na izbor lokacije za gradnju zgrade ICENT-a, nameće se kao optimalna lokacija smještena na Sveučilišnoj aleji, na kojoj je, ili u neposrednoj blizini, smještena glavnina tehničkih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu zainteresiranih za razvoj ICENT-a.

Članak 4.

MZO u sklopu svoje sveukupne djelatnosti obavlja upravne i druge poslove koji se odnose na: razvitak znanstvene, tehnologijske i inovacijske djelatnosti; razvitak znanstvenih i drugih pravnih osoba; razvitak znanosti i primjenu znanstvenih dostignuća u pojedinim područjima; usklađivanje financiranja programa i projekata znanstveno-istraživačke djelatnosti; razvoj i praćenje politike upravljanja intelektualnim vlasništvom kroz usklađivanje nacionalnih propisa o pravima intelektualnog vlasništva s pravnom stečevinom Europske unije te izradu strateških mjera za unapređenje zaštite i primjene prava intelektualnog vlasništva u svrhu poticanja transfera tehnologije iz znanstvenih organizacija u gospodarstvo i društvo; planiranje i usklađivanje tehnologijskog razvitka u Republici Hrvatskoj i drugo. Svoje strateške ciljeve i planove MZO ostvaruje u skladu s aktualnim strateškim dokumentima kojima se naglašava uloga obrazovanja, znanosti i inovacija kao što su: Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije RH (listopad 2014.); Strategija pametne specijalizacije RH za razdoblje 2016. − 2020. (svibanj 2016.). Relevantne strategije za tehnološki i inovacijski razvoj RH su i: Industrijska strategija Republike Hrvatske 2014. − 2020. (listopad 2014.); Plan razvoja istraživačke i inovacijske infrastrukture Republike Hrvatske (travanj 2014.); Strategija poticanja inovacija Republike Hrvatske 2014. − 2020. (prosinac 2014.). Stoga, MZO snažno podupire ciljeve projekta ICENT i smatra da je njegova optimalna lokacija na Sveučilišnoj aleji kako je i predviđeno Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba.

Članak 5.

MIDIM obavlja upravne i druge poslove koji se odnose na upravljanje, raspolaganje, stjecanje i prodaju državne imovine i koordinaciju upravljanja, raspolaganja, stjecanja i prodaje imovine u vlasništvu Republike Hrvatske koja je u nadležnosti drugih središnjih tijela državne uprave i drugih tijela, odnosno pravnih osoba osnovanih posebnim zakonima, koji su imatelji, odnosno raspolažu imovinom u vlasništvu Republike Hrvatske. MIDIM u suradnji s drugim ministarstvima i drugim nadležnim tijelima državne uprave i pravnim osobama

s javnim ovlastima predlaže strategiju upravljanja i raspolaganja državnom imovinom. Svojom misijom MIDIM stvara uvjete i izgrađuje kapacitete koji će osigurati izradu kvalitetnih provedbenih propisa i ključnih dokumenata upravljanja i raspolaganja državnom imovinom te provedbu istih, a vezano uz organizirano, racionalno, razvidno i javno upravljanje i nadzor nad državnom imovinom i s njome povezanim obvezama u ime i za račun građana Republike Hrvatske, s ciljem gospodarskog rasta Republike Hrvatske. S obzirom na to da će ICENT, prema svojoj viziji, biti vodeći čimbenik inovacijskog ekosustava Hrvatske, i u perspektivi Podunavske regije, za primijenjeno istraživanje i razvoj u području inženjerstva, kao i za srodne primjene koje usmjeravaju hrvatsko društvo i gospodarstvo prema konkurentnosti i održivosti, uz snažnu potporu informacijske i komunikacijske tehnologije, MIDIM snažno podupire projekt izgradnje i opremanja ICENT-a, kao ustanove od javnog interesa i općeg dobra, i smatra da je potrebno osigurati uvjete za realizaciju projekta na optimalnoj lokaciji, na Sveučilišnoj aleji, kako je i predviđeno Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba.

Članak 6.

Grad Zagreb podupire razvoj Projekta i izgradnju zgrade ICENT-a te se ne protivi realizaciji pripremnih aktivnosti koje uključuju zemljište oznake z.k.č. 572 k.o. Trnje, ukupne površine 3292 m^2, u vlasništvu Grada odnosno ne protivi se da FER i ICENT kao investitori ishode u svoje ime i za svoj račun dokumentaciju potrebnu za gradnju.

Grad Zagreb će pristupiti rješavanju imovinsko-pravnih odnosa s Republikom Hrvatskom na zemljištu oznake z.k.č. 572 k.o. Trnje, ukupne površine 3292 m^2, za površinu u sastavu buduće građevinske čestice zgrade sukladno iskazanim interesima Republike Hrvatske i Grada Zagreba, a imajući u vidu javni interes i cilj općeg gospodarskog i socijalnog napretka i dobra njihovih građana.

Članak 7.

Sporazumne će strane sve sporove nastojati rješavati dogovorno. Ako dogovor nije moguć, za rješavanje spora nadležan je sud u Zagrebu.

Članak 8.

Izmjene ovoga sporazuma vrijede samo ako su ugovorene u pisanome obliku. Svi dodaci ovome sporazumu moraju biti prihvaćeni od svih sporazumnih strana i ovjereni potpisima ovlaštenih predstavnika svih sporazumnih strana.

Članak 9.

Ovaj sporazum sastavljen je u osam istovjetnih primjeraka, za svaku stranu po dva primjerka.

Članak 10.

Sporazum stupa na snagu danom potpisa ovlaštenih predstavnika svih sporazumnih strana.

U Zagrebu, _____

Grad Zagreb
Gradonačelnik:
Milan Bandić, dipl. politolog

Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Ministrica:
prof. dr. sc. *Blaženka Divjak*

Ministarstvo državne imovine
Ministar:
doc. dr. sc. *Goran Marić*

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Dekan:
prof. dr. sc. *Mislav Grgić*

Inovacijski centar *Nikola Tesla*

Privremeni ravnatelj:
prof. dr. sc. *Nedjeljko Perić*

Gradska skupština Grada Zagreba, na 3. sjednici, 2. listopada 2017. godine donijela je Zaključak o sklapanju Sporazuma o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*. Tekst Zaključka navodim u cijelosti, slika 28. Svi predviđeni potpisnici Sporazuma prethodno su se suglasili s tekstom Sporazuma pisanim putem.

Nakon donesenog Zaključka na Gradskoj skupštini Grada Zagreba, 2. listopada 2017. godine, Ministarstvo znanosti i obrazovanja, kao jedan od potpisnika Sporazuma, inzistira da se neki dijelovi teksta Sporazuma promijene, iako je prethodno dalo suglasnost, što je jasno iz Izjave, slike 29.

I od listopada 2017. projekt ICENT je "na ledu", zbog inzistiranja MZO-a na promjeni teksta Sporazuma, na što Grad Zagreb ne pristaje. I ICENT postaje kolateralna žrtva! Autor ovog teksta pokušao je komunikacijom sa svim predviđenim potpisnicima Sporazuma "dovesti ih za isti stol" kako bi se od divergentnog razmišljanja došlo do konvergentnog djelovanja. Nažalost, bez uspjeha

Na temelju članka 41. točke 36. Statuta Grada Zagreba (Službeni glasnik Grada Zagreba 23/16), Gradska skupština Grada Zagreba, na 3. sjednici, 2. listopada 2017., donijela je

ZAKLJUČAK
o sklapanju Sporazuma o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*

1. Grad Zagreb, Ministarstvo državne imovine Republike Hrvatske iz Zagreba, Ulica Ivana Dežmana 10, Ministarstvo znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske iz Zagreba, Donje Svetice 38, Sveučilište u Zagrebu - Fakultet elektrotehnike i računarstva iz Zagreba, Unska 3, i Inovacijski centar *Nikola Tesla* iz Zagreba, Unska 3, sklopit će Sporazum o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*, kao u predloženom tekstu.

2. Projekt Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT) realizirat će se na lokaciji definiranoj Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba i stoga će Grad Zagreb i Republika Hrvatska riješiti imovinsko-pravne odnose na z.k.č. 572, površine 3292 m^2, k.o. Trnje, posebnim ugovorom u skladu s lokacijskom dozvolom i geodetskim projektom koji će se u tu svrhu ishoditi te u skladu s pozitivnim propisima.

3. Ovaj će zaključak biti objavljen u Službenom glasniku Grada Zagreba.

KLASA: 021-05/17-01/278
URBROJ: 251-01-05-17-8
Zagreb, 2. listopada 2017.

PREDSJEDNIK
GRADSKE SKUPŠTINE

dr. sc. Andrija Mikulić

Sl. 28.: Zaključak o sklapanju Sporazuma

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

KLASA: 381-01/15-03/00007
URBROJ: 533-19-17-0024

Zagreb, 19. rujna 2017.

GRAD ZAGREB
Gradski ured za imovinsko pravna poslove
i imovinu Grada
Trg Stjepana Radića 1
10000 Zagreb

PREDMET: **Suglasnost na prijedlog Sporazum o suradnji i iskazivanju u interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar Nikola Tesla**
- *daje se*

Poštovani,

Ministarstvo znanosti i obrazovanja zaprimilo je prijedlog Sporazuma o suradnji i iskazivanju u interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar Nikola Tesla, čiji bi potpisnici bili Grad Zagreb, Ministarstvo znanosti i obrazovanja, Ministarstvo državne imovine, Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva i Inovacijski centar Nikola Tesla, a kojim se uređuju međusobni odnosi sporazumnih strana u postupku rješavanja imovinsko-pravnih pitanja vezanih uz česticu z.k.č.572. k.o. Trnje koja je u vlasništvu Grada Zagreba.
Ministarstvo znanosti i obrazovanja je razmotrilo navedeni prijedlog Sporazuma te daje svoju suglasnost za sklapanje Sporazuma.

S poštovanjem

DRŽAVNI TAJNIK

doc. dr. sc. Matko Glunčić

Dostaviti:
1. Naslov,
2. Ministarstvo državne imovine, Ulica Ivana Dežmana 10, Zagreb,
3. Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, Unska 3, Zagreb,
4. Inovacijski centar Nikola Tesla
5. Pismohrana, ovdje

Sl. 29.: Suglasnost MZO-a na tekst Sporazuma



Sl. 30.: Blaženka Divjak, ministrica znanosti i obrazovanja (9. 7. 2017. −)



Sl. 31.: Milan Bandić, dugogodišnji gradonačelnik Zagreba



Sl. 32.: Goran Marić, ministar državne imovine (15. 11. 2016. −)

do današnjeg dana. Je li riječ samo o neodgovornosti ili je u pitanju nešto drugo, autor teksta ne želi spekulirati.

Apel autora ovog teksta na sve potpisnike Sporazuma iskazan je kroz niz dopisa putem elektroničke pošte iz 2017. i 2018. godine. Prilaže se jedan.

From: Nedjeljko Perić
Sent: 08. srpnja 2018. 18:32
To: blazenka.divjak@mzo.hr; ministar@midim.hr; kabinet@midim.hr; tomislav.boban@midim.hr; tome.anticic@mzo.hr; matko.gluncic@mzo.hr; ured.gradonacelnika@zagreb.hr; miro.laco@zagreb.hr; damir.lasic@grad.hr; mislav.grgic@fer.hr; zorica.tresic-pavicic@zagreb.hr
Cc: olivera.majic@grad.hr; ivana.pintar@midim.hr; nedjeljko.peric@fer.hr
Subject: FW: Grad Zagreb_Sporazum

Poštovani,

Prije svega, moja velika isprika što vam se nisam javljao tri tjedna da vas posjetim i podsjetim na vašu odgovornost da služimo općim interesima i javnome dobru. Razlog tomu je prvenstveno što sam bio poprilično okupiran aktivnostima oko priređivanja i elaboriranja dokumenata za gospodina Mavroša Šefčoviča, potpredsjednika Europske komisije, čiji je resor djelovanja usko vezan uz glavninu planiranih ciljeva i aktivnosti Inovacijskog centra *Nikola Tesla* (ICENT). Gospodin Šefčovič izvrsno razumije ulogu primijenjenog istraživanja i razvoja inovacija u razvoju gospodarstva i društva te svesrdno podržava i potiče definirane industrijsko-energetske programe u kojima će ICENT imati značajnu razvojno-inovacijsku ulogu, a sve u interesu gospodarskog razvoja Hrvatske. Ja sam mu zahvalan, kao što sam zahvalan i našim agilnim hrvatskim europarlamentarcima koji s njim neposredno komuniciraju. Hvala im na činjenju.

U ovome obraćanju svima vama, odgovornima, neću ponavljati ono što sam već napisao u ranijim elektroničkim poštama (vidi e-mailove u nastavku). Od vas očekujem kao građanin Republike Hrvatske, kao znanstvenik s reputacijom, kao sveučilišni profesor FER-a, kao ravnatelj ICENT-a, kao dekan FER-a u dva mandata, kao kandidat za rektora Sveučilišta u Zagrebu, da shvatite da je nečinjenje grijeh teško oprostiv. Zato ‘činite’ u interesu boljitka za sve; uvjeren sam da ćete se bolje osjećati i da ćete biti sretniji.

Sa svoje strane ja činim i činit ću, zajedno s plejadom vrsnih i zainteresirani stručnjaka, ono što mogu. U ovome času ICENT provodi i prijavljuje značajne međunarodne projekte, rezultati kojih će biti implementirani u hrvatsko gospodarstvo, osobito u firme s područja grada Zagreba i Zagrebačke županije. Na taj način izgrađujemo kredibilitet ICENT-a, a i grada Zagreba te stvaramo

profesionalne uvjete za hrvatske “ostaše”. To nije malo, ali činit ćemo i puno više. S vama, odgovornima, učinili bismo daleko više!

U zadnjoj elektroničkoj pošti (10. lipnja 2018.) apelirao sam na način:

“I na kraju, još jednom, poštovani gradonačelniče Grada Zagreba gospodine Milane Bandiću, poštovana ministrice znanosti i obrazovanja RH gospođo Blaženka Divjak i poštovani ministre državne imovine RH gospodine Gorane Mariću ljubazno vas molim da po hitnom postupku dogovorite termin potpisivanje usvojenog Sporazuma o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*.

U tome kontekstu obavio sam obećavajući razgovor (19.6.2018.) s gospođom Ivanom Pintar, pomoćnicom u Ministarstvu državne imovine (državni tajnik gospodin Boban bio je spriječen). Također, na moju zamolbu, primila me na razgovor zamjenica gradonačelnika grada Zagreba dr. sc. Olivera Majić (5.7.2018.) s ciljem da se ‘otvori komunikacijski kanal’ između grada Zagreba i MZO-a po pitanju potpisivanja na Gradskoj Skupštini usvojenog Sporazuma o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla*. Razgovor je bio konstruktivan i očekujem da će zamjenica Gradonačelnika doprinijeti da se navedeni Sporazum potpiše u čim kraćem roku.

Također, molim ministricu MZO-a prof. dr. sc. Blaženku Divjak da prihvati razumne korekcije Sporazuma koje je predložio ICENT i FER te time ubrzamo potpisivanje Sporazuma.

U očekivanju prijedloga termina za potpisivanje Sporazuma srdačno vas i s poštovanjem pozdravljam.

Prof. dr. sc. *Nedjeljko Perić*
Ravnatelj Inovacijskog centra *Nikola Tesla*
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva”

8. Plan izgradnje zgrade ICENT-a i u njoj smještaj projekta ACROSS

Izgradnja zgrade ICENT-a i opremanje suvremenom razvojnom opremom ima još jednu važnu dimenziju u kontekstu prijave i realizacije projekta ACROSS (Centre of Excellence for Autonomous and Cooperative Robotics Systems) na poziv Horizon 2020 call "WIDESPREAD-04-2017: Teaming Phase 1." Prijavitelj projekta bio je FER (koordinator prof. dr. sc. Ivan Petrović), a partneri ICENT i KTH (Royal Institute of Technology) iz Stockholma. U pismu potpore Ministarstva znanosti i obrazovanja projektu ACROSS od 11. studenog 2016. godine, s potpisom ministra prof. dr. sc. Pave Barišića, jasno se ističe vrlo racionalan prijedlog da se u novoizgrađenu zgradu ICENT-a, misleći pritom na lokaciju GUP-om grada Zagreba predviđenu za gradnju ICENT-a, smjesti i projekt ACROSS te da se financiranje objedinjeno provede kroz europski ESIF fond (Europski strukturni i investicijski fondovi). Tekst pisma prilažem u cijelosti. Sadržajem slično pismo potpore projektu ACROSS potpisala je i ministrica regionalnog razvoja i fondova EU-a Gabrijela Žalac, slike 33. – 34.

U međuvremenu je prijava prve faze projekta ACROSS uspješno evaluirana i u kolovozu 2018. završena. Uslijedila je prijava za drugu fazu projekta, koja je predana na evaluaciju u studenom 2018. godine. Budući da dotad nisu bila riješena imovinsko-pravna pitanja na optimalnoj lokaciji za gradnju zgrade ICENT-a i u njoj smještenog projekta ACROSS, u prijavnoj dokumentaciji za drugu fazu projekta ACROSS deklariran je drugi prostorni smještaj (adaptirani prostori Zagrebačkog velesajma).



Sl. 33.: Gabrijela Žalac, ministrica regionalnog razvoja i fondova Europske unije (MRRFEU) (19. 10. 2016. −)

REPUBLIC OF CROATIA
MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION

Class: 910-08/16-01/00312
File No.: 533-19-16-0004

Zagreb, November 11, 2016

Prof. Ivan Petrović, Project Coordinator
Faculty of Electrical Engineering and Computing
University of Zagreb
Unska 3
10000 Zagreb

Subject: Letter of Intent for financial support of ACROSS project under the Horizon 2020 Call "WIDESPREAD-04-2017: Teaming Phase 1"

Dear Professor Petrović,

This is to confirm that the Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia fully supports the project proposal "ACROSS – Centre of Excellence for Autonomous and Cooperative Robotic Systems", submitted to the Horizon 2020 call "WIDESPREAD-04-2017: Teaming Phase 1". ACROSS Centre of Excellence will make a major step in creating a lasting research capacity in the field of robotics in Croatia. Robotics is recognized as a pervasive and ubiquitous technology in the cross-cutting themes and directly influences all of the five thematic priority areas identified in the Croatian Smart Specialization Strategy (Health and quality of life; Energy and sustainable environment; Transport and mobility; Security and Food and bio economy). ACROSS will direct its research focus towards areas that can serve the technological needs identified by the Croatian Smart Specialisation Strategy, and encourage the development and use of new high-technology products by various businesses. Furthermore, having in mind the potential and experience UNIZG-FER and Innovation Centre Nikola Tesla (ICENT) hold, they can be seen as exclusive institutions in Croatia which could be strategic transferors and supporters for providing the smart specialization framework in the field of robotics for the entire Republic of Croatia. The partnering organization, Royal Institute of Technology (KTH), is indeed a university of international reputation in research and innovation excellence in robotics.

The Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia has the role of Intermediate Body Level 1 for Operational Programme Competitiveness and Cohesion and National NCP Coordinator for Horizon 2020. Ministry of Science and Education is the body responsible for the overall science and educational policies and as such has the leading role in the selection and funding decisions.

The Ministry of Science and Education will provide financial support for ACROSS infrastructure and equipment from European Structural and Investment Funds (ESIF) from the allocation 2014-2020, Operational Programme Competitiveness and Cohesion, Priority Axis 1, Specific objective 1a1 'Increased R&D capacities of R&D sector to perform excellent research and to serve the needs of economy'. The structure of the financial support will be as follows:

The construction of the new building for ICENT of about 22.000 sqm equipped with infrastructural equipment is included in the list of national strategical investment projects by the decision of the Ministry of Economy of the Republic of Croatia from July 27, 2016.

Sl. 34.: Pismo namjere koje je potpisao ministar Pavo Barišić

The estimated date of building completion is the end of 2018. ACROSS Centre of Excellence will be located in the ICENT building, occupying about one third of its space, i.e., about 7.000 sqm, with costs estimated to 10,5 million EUR. About 7 million EUR is devoted for the needed research equipment of the ACROSS Centre of Excellence.

Therefore, about 17,5 million EUR from ESIF funds, out of total 46,5 million EUR for ICENT, are allocated for ACROSS infrastructure and equipment in order to complement the funding for operational costs from the H2020 Teaming programme. In the long run, we see ACROSS Centre of Excellence as one of the key instruments for the scientific and economic growth of Croatia. Therefore, if the project proposal is accepted, the Ministry of Science and Education will designate one representative of the Ministry to the Strategic Board of the ACROSS to help in proper development of the endeavor.

We strongly believe that in the end this investment will pay dividends to Croatia as well as the EU, i.e., that ACROSS will continue its successful operation after the Teaming Phase 2 contributing to the scientific and economic growth of Croatia and the EU. In that case, the Ministry will provide support for infrastructure or equipment costs associated with the new center through the European Structural and Investment Funds (ESIF) from allocation 2014-2020., Operational Programme Competitiveness and Cohesion (Thematic objective 1 - Strengthening research, technological development and innovation; Investment priority 1a - Enhancing research and innovation (R&I) infrastructure and capacities to develop R&I excellence, and promoting centres of competence, in particular those of European interest; Specific objective 1 - Increased R&D capacities of R&D sector to perform excellent research and to serve the needs of economy; Enabling synergies with horizontal activities of HORIZON 2020: Teaming, Twinning and ERA chairs).

Yours sincerely,

REPUBLIKA HRVATSKA ZAGREB MINISTARSTVO ZNANOSTI OBRAZOVANJA

MINISTER

Prof. Pavo Barišić, Ph. D.

Copy:

- **Ministry of Regional Development and EU Funds**

Sl. 34.: Pismo namjere koje je potpisao ministar Pavo Barišić (nastavak)

Nečinjenje odgovornih aktera, u tim za znanost i gospodarstvo iznimnih iskoraka, stvara multiplikativne negativne učinke. Za duboko razmišljanje iz kojeg treba izvući pouke…

9. Pokušaji rješavanja na najvišoj razini

Na različite je načine raspravljano s poslovnim, akademskim i političkim akterima o potrebi za poticanjem i afirmacijom primijenjenog istraživanja i razvoja inovacija, radi čega se i osniva ICENT. Poslovna i akademska zajednica senzibilizirana je tim nastojanjima, ali doseg njihove moći ispod je dosega političkog odlučivanja. Pismima potpore brojna su poduzeća, fakulteti, znanstveni instituti, komore i strukovne udruge podržale ICENT-ov projekt izgradnje zgrade i opremanja suvremenom razvojnom laboratorijskom opremom. Time bi se znatno pridonijelo povećanju tehnološke razine hrvatskog gospodarstva, njezine tržišne konkurentnosti te stvaranju uvjeta za izvoz proizvoda i usluga visoke dodane vrijednosti. Navodimo neke od njih.

Poduzeća: Altpro d.o.o., Zagreb; *Ericsson Nikola Tesla* d.d., Zagreb; HEP d.d., Zagreb; In2 d.o.o, Zagreb; Infodom d.o.o., Zagreb; Iskon Internet d.d., Zagreb; Klimaoprema d.d., Samobor; *Končar* – Elektroindustrija d.d., Siemens d.d., Zagreb; T – Hrvatski Telekom d.d., Zagreb.

Sveučilišta/fakulteti: Sveučilište u Zagrebu; Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu; Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu; Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu; Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu; Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Instituti: Institut *Ruđer Bošković*, Zagreb; Energetski institut *Hrvoje Požar*, Zagreb.

Komore/udruge: Akademija tehničkih znanosti Hrvatske; Hrvatska gospodarska komora; Hrvatska udruga poslodavaca; Udruženje inozemnih ulagača u Hrvatsku.

Inkubacijski centar: Zagrebački inovacijski centar (ZICER).

U vremenu stagnacije tehnološke razine hrvatskog gospodarstva i društva s implikacijama na dugoročni razvoj, treba duboko promišljati i donositi odgo-



Sl. 35.: Prof. dr. sc. Damir Boras – rektor Sveučilišta u Zagrebu (2014. − 2018.; 2018. −)



Sl. 36.: Prof. dr. sc. Mislav Grgić – dekan FER-a (2014. − 2018.)

vorne smjernice i odluke. Treba pokazati spremnost za provedbu strukturnih tehnoloških promjena. U tom kontekstu poslani su brojni dopisi mnogim političkim čimbenicima, pa i aktualnom predsjedniku Vlade Andreju Plenkoviću. U dopisu poslanom 19. prosinca 2017. traži se pomoć za rješavanje prostorno-smještajnih problema ICENT-a i triju fakulteta ključnih za njegov razvoj: FER-a, FSB-a i FKIT-a. Dopis su potpisali dekani Mislav Grgić (FER), Zvonimir Guzović (FSB) i Tomislav Bolanča (FKIT) te ravnatelj ICENT-a Nedjeljko Perić, slike 38. Drugi dopis, koji donosim u cijelosti, poslan je na istu adresu u ožujku 2018. godine. Na dopise nije dobiven odgovor.



Sl. 37.: Andrej Plenković, predsjednik Vlade RH (19. listopada 2016. −)

Inovacijski centar Nikola Tesla

mr. sc. Andrej Plenković, dipl. iur.,
predsjednik Vlade Republike Hrvatske
Vlada Republike Hrvatske
Trg svetog Marka 2
10000 Zagreb

Predmet: Inovacijski centar Nikola Tesla

Poštovani predsjedniče Vlade Republike Hrvatske, gospodine Plenkoviću,

Inovacijski centar Nikola Tesla (ICENT) ustanova je koja obavlja primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija oslonjeno na znanstvena istraživanja akademske/istraživačke zajednice, a za potrebe tehnološkog unaprjeđenja hrvatskog gospodarstva i društva u cjelini.

Sadašnje radne aktivnosti ICENT-a obavljaju se u skučenim prostorima FER-a i s razvojnom opremom FER-a, kao osnivačem ICENT-a (studeni 2015.). S obzirom na nužnu potrebu za odgovarajućim prostorima i razvojnom opremom, potrebno je izgraditi specifične laboratorijske i smještajne prostore, odnosno izgraditi zgradu opremljenu odgovarajućom razvojnom opremom za provedbu razvoja inovacija u skladu s dugoročno planiranim aktivnostima. **Projekt izgradnje ICENT-ove zgrade i njeno opremanje nalazi se na listi strateških investicijskih projekata Republike Hrvatske od srpnja 2016. godine. Indikativna vrijednost projekta je 350 milijuna kuna. Lokacija zgrade ICENT-a poznata je i definirana u skladu s Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba - na tzv. sveučilišnoj aleji - u neposrednoj blizini triju ključnih fakulteta za budući razvoj djelatnosti ICENT-a (FER, FSB, FKIT).** To je prirodna lokacija za gradnju zgrade ICENT-a jer se i slični svjetski centri smještaju u sveučilišne kampuse te su time u "dvorištu" studenata i profesora.

Vizija je ICENT-a biti vodeći čimbenik hrvatskoga istraživačkog i inovacijskog ekosustava te u perspektivi Podunavske regije za primijenjeno istraživanje i razvoj u području inženjerstva, kao i za srodne primjene koje usmjeravaju hrvatsko društvo i gospodarstvo prema konkurentnosti i održivosti, uz snažnu potporu informacijske i komunikacijske tehnologije.

Misija je ICENT-a pridonositi rastu hrvatskoga gospodarstva zasnovanog na visokim tehnologijama, prije svega u sektorima energetike, prometa, automatizacije i robotike, tehnologije naprednih komponenata, zdravstva i biomedicinskog inženjerstva te informacijske i komunikacijske tehnologije.

Inovacijski centar Nikola Tesla, Unska 3, HR-10000 Zagreb, Croatia
E-MAIL: info@icent.hr WEB: www.icent.hr TEL: +385-1-6129-584

Sl. 38.: Dopis predsjedniku Vlade RH

Inovacijski centar Nikola Tesla

Institucije vlasti Republike Hrvatske trebaju biti duboko svjesne da je naše gospodarstvo na niskoj tehnološkoj razini i da naš izvoz nije konkurentan. Naše društvo nije svjesno koliko smo po tome pitanju loši - stanje je dramatično. Izvozimo usluge i proizvode uglavnom niske tehnološke razine. I toga moramo biti svjesni. Stoga moramo neodgodivo i ubrzano stvarati uvjete za osnaženje tehnološkoga i inovacijskog razvoja proizvoda i usluga kako bismo mogli biti proizvodno produktivni i konkurentni. Žalosna je činjenica da su prepoznatljiv "izvoz" Hrvatske mladi profesionalci, sa značajnim udjelom mladih doktora znanosti, iz područja STEM. Taj je trend prepoznat, teško ga se može spriječiti ako se ne poduzmu odgovarajući strukturni iskoraci; potrebno je stvarati uvjete da mladi visokokvalificirani ljudi zadovolje svoje profesionalne i obiteljske interese u Hrvatskoj. Umjesto da izvozimo ljude izvozit ćemo proizvode i usluge u koje ti mladi ljudi ugrađuju svoja znanja i kreativnost.

Tranzicijski procesi u hrvatskome gospodarstvu zadnjih desetljeća doprinijeli su stvaranju velikog broja novih malih i srednjih poduzeća koja nemaju razvojnih kapaciteta i financijskih potencijala da ulažu u skupi, ali i rizični, razvoj inovativnih proizvoda i usluga. Zato bi upravo ICENT trebao na odgovarajući način preuzeti ulogu razvoja za mala i srednja poduzeća.

ICENT je osnovan radi unapređenja hrvatskoga gospodarstva. Stoga je posebno važno da se on umreži na nacionalnoj razini sa svim relevantnim čimbenicima tehnološkog razvoja. Međutim, u globalnoj ekonomiji i svijetu fokus ICENT-a nije samo mali i uski prostor Hrvatske. Ambicije su ICENT-a da bude prepoznatljiv ne samo na hrvatskome prostoru nego i znatno šire. Drugim riječima, ICENT se namjerava povezati s prestižnim institucijama koje imaju sličan profil rada kakav ICENT želi izgraditi. Tu se prije svega misli na Fraunhofer Gesellschaft, snažnu njemačku asocijaciju instituta za primijenjeno istraživanje i razvoj koja predstavlja okosnicu njemačkoga proizvodnog i uslužnog gospodarstva. ICENT je u završnoj fazi usuglašavanja Sporazuma o partnerskoj i strateškoj suradnji s Fraunhofer Gesellschaft kojim se utemeljuje dugoročna internacionalizacija ICENT-a.

Planirana dinamika projektiranja i gradnje zgrade ICENT-a je kako slijedi. **Do kraja drugog kvartala 2020. godine planira se realizirati svu potrebnu projektnu dokumentaciju, a do kraja drugog kvartala 2022. godine planira se izgraditi zgradu i opremiti ju razvojnom opremom**. Provedenim analizama utvrđeno je da bi se u ICENT-u uposlilo oko 350 razvojnih profesionalaca, uglavnom mladih doktora znanosti, koji su svoje znanstvene statuse stekli na FER-u, ali i na drugim srodnim fakultetima. Međutim, planirana dinamika projektiranja, gradnje i upošljavanja sudbonosno ovisi o brzini rješavanja imovinsko-pravnih problema dviju katastarskih čestica, smještenih na sveučilišnoj aleji, na kojima je GUP-om grada Zagreba predviđena gradnja zgrade ICENT-a. Stoga je neodgodiva i nužna

Inovacijski centar Nikola Tesla, Unska 3, HR-10000 Zagreb, Croatia
E-MAIL: info@icent.hr WEB: www.icent.hr TEL: +385-1-6129-584

Sl. 38.: Dopis predsjedniku Vlade RH (nastavak)

Inovacijski centar Nikola Tesla

pomoć Vlade Republike Hrvatske kako bi se ubrzalo rješavanje ovoga problema.

Više je institucija javne uprave u Republici Hrvatskoj i s njima povezanih pravnih osoba s javnim ovlastima koje bi trebale prepoznati važnost vizije ICENT-a te koje bi svojim politikama i akcijskim djelovanjem trebale konkretno i poticajno podupirati izgradnju i razvoj ICENT-a. U presjeku nacionalnih uloga većeg broja ministarstava Republike Hrvatske smješten je ICENT sa svojim ciljevima. Navedimo najodgovornije: Ministarstvo državne imovine; Ministarstvo znanosti i obrazovanja; Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta; Ministarstvo regionalnoga razvoja i fondova EU; Ministarstvo zaštite okoliša i energetike; Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja; Ministarstvo financija. Apeliramo da sva navedena ministarstva kao i Vlada u cjelini djeluju kao katalizator za razvoj ICENT-a. U protivnom, uz Hrvatsku će se i dalje vezati značajka "društvo s niskom produktivnošću".

Želimo vjerovati da prepoznajete i cijenite našu obvezu i odgovornost za stvaranje tehnoloških i inovacijskih iskoraka u interesu javnog dobra i sveopćeg boljitka u Hrvatskoj.

Stoga Vas molim, gospodine predsjedniče Vlade, da podržite napore vezane uz rješavanje naših konkretnih imovinsko-pravnih problema te da aktivirate i ubrzate sve postojeće mehanizme koji Vam stoje na raspolaganju kako projektiranje i izgradnja zgrade ICENT-a ne bi kasnili i ne bi prouzročili dugoročno značajne štete nastale iseljavanjem iz Hrvatske kreativnih mladih ljudi kojima je potrebno osigurati uvjete za ostanak i za razvoj njihovih profesionalnih karijera u Hrvatskoj.

U očekivanju Vašeg odgovora s prijedlogom termina sastanka, srdačno Vas i s poštovanjem pozdravljamo.

U Zagrebu, 19. ožujka 2018.

Inovacijski centar Nikola Tesla Zagreb 3

Prof. dr. sc. Nedjeljko Perić
Ravnatelj Inovacijskog centra Nikola Tesla
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo
Unska 3, 10000 Zagreb
Telefon: (01) 6129 855
Telefaks: (01) 6129 809
mob.: 098 380 386
E-mail: nedjeljko.peric@fer.hr; nedjeljko.peric@icent.hr
Web: http://www.fer.hr/nedjeljko.peric; http://www.icent.hr/

Sl. 38.: Dopis predsjedniku Vlade RH (nastavak)

Pokušaj je bio i od strane predsjednice Republike Hrvatske Kolinde Grabar-Kitarović, slika 39., da se dinamiziraju procesi oko rješenja imovinsko-pravnih pitanja na lokaciji gdje je GUP-om grada Zagreba definirana gradnja zgrade ICENT-a. Naime, iz Ureda predsjednice poslan je u lipnju 2018. dopis naslovljen na ministra državne imovine Gorana Marića i zagrebačkog gradonačelnika Milana Bandića, slika 40. Nije se osjetio učinak tog dopisa, koji prilažem u cijelosti.

Studentski zbor Sveučilišta u Zagrebu dopisom iz lipnja 2018. apelira na odgovorne zato što bi ICENT mogao u budućnosti zaposliti mnoge sadašnje studente, slika 41. Nema reakcije. Dopis prilažemo u cijelosti.

Budući da je projekt ICENT "na ledu" od listopada 2017., ravnatelj ICENT-a obratio se putem elektroničke pošte i potpredsjedniku Vlade i aktualnom predsjedniku Povjerenstva za procjenu i utvrđivanje prijedloga strateških projekata RH Tomislavu Tolušiću, slika 42. Prilažem elektroničku poštu iz siječnja 2019. godine.



Sl. 39.: Kolinda Grabar-Kitarović, predsjednica Republike Hrvatske (19. 2. 2015. −)

REPUBLIKA HRVATSKA
URED PREDSJEDNICE
KLASA: 940-01/18-01/03
URBROJ: 71-06-04/1-18-02
Zagreb, 11. lipnja 2018.

Ministarstvo
državne imovine
doc. dr. sc. Goran Marić
ministar

Grad Zagreb
gospodin Milan Bandić
gradonačelnik

Poštovani gospodine ministre,
Poštovani gospodine gradonačelniče,

U namjeri dobivanja potpore provedbi dvaju strateških projekata, Predsjednici Republike Hrvatske obratio se prof. dr. sc. Mislav Grgić, dekan Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Radi se o molbi za pomoć i posredovanje u stvaranju nužnog preduvjeta – rješavanja imovinsko-pravnih odnosa između Republike Hrvatske i Grada Zagreba, kako bi se mogli ostvariti projekti Inovacijskog centra Nikola Tesla (ICENT), odnosno Znanstvenog centra izvrsnosti ACROSS. Projektni su prijedlozi uvršteni u projekte ulaganja u sustav znanosti iz STEM područja, čija se provedba planira financirati i međunarodnim sredstvima.

U tu je svrhu potrebno osigurati lokacije, odnosno parcele, za što bi optimalno rješenje bio ustup FER-u postojeće zgrade Zagrebačkog holdinga u Zagrebu, Ulica grada Vukovara 41 (k.č. 515/1 k.o. Trnje) – za potrebe projekta ACROSS, a potom i zemljišta na tzv. sveučilišnoj aleji utvrđenog Urbanističkim planom uređenja Martinovka-zona istok GUP-a grada Zagreba, za potrebe izgradnje ICENT-a. Primarni je cilj, dakle, rješavanje imovinsko-pravnog odnosa između Grada Zagreba i Republike Hrvatske, predmet kojega je pravo vlasništva i raspolaganja zgradom koja se sada koristi za potrebe Zagrebačkog holdinga, a najprihvatljivije bi bilo rješenje za budući rad i provedbu projekta ACROSS. U tom su smislu prethodno inicirani pregovori s Gradom Zagrebom, no s obzirom na predloženi način rješavanja – zamjenom naznačenog gradskog za odgovarajuće državno vlasništvo nad nekretninom, moli se uključivanje i angažman i resornoga Ministarstva državne imovine. Za napomenuti je k tomu da se iziskuje žurnost u postupanju rješavanja

Sl. 40.: Dopis predsjednice Republike Hrvatske

prethodnoga imovinskog-pravnog pitanja, uvažavajući činjenicu skoroga početka punoga djelovanja projekta ACROSS.

U skladu s obraćanjem dekana Grgića i iskazanim očekivanjem pomoći Predsjednice Republike, šaljemo vam u privitku ovoga dopisa primljeno pismeno na uvid te na mjerodavna postupanja Ministarstva državne imovine i Grada Zagreba, moleći za međusobnu suradnju. Obraćamo vam se bez namjere ikakvog utjecaja na meritorna postupanja i odlučivanja, svakako vodeći računa o tomu da Ured predsjednice Republike Hrvatske nije ovlašten postupati u rješavanju statusnih i materijalnih prava kako fizičkih tako i pravnih osoba. No u skladu sa svojim ustavnim položajem i ovlastima Predsjednica Republike Hrvatske se ustrajno zalaže za svaku legitimnu pomoć i zaštitu prava molitelja.

Posebice je tomu tako kod administrativnih okolnosti, rješavanje kojih je u naznačenom slučaju preduvjet za našoj zemlji neophodan puni razvoj znanstveno-istraživačkog i razvojnog potencijala kako sveučilišne zajednice tako i gospodarstva. Pritom valja opetovano naglašavati važnost razvoja STEM područja, kojemu mogu i više nego pridonijeti prethodno navedeni projekti Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.

Molimo da se o dogovorenome i poduzetome po molbi dekana Grgića izvijesti Ured predsjednice Republike Hrvatske, pozivom na gornji broj.

Zahvaljujući vam na suradnji i razumijevanju, s poštovanjem.

REPUBLIKA HRVATSKA – URED PREDSJEDNICE REPUBLIKE HRVATSKE – ZAGREB

PREDSTOJNICA

Anamarija Kirinić

Privitak: pismo, kao u dopisu

O tome obavijest:
1. Ministarstvo znanosti i obrazovanja

Na znanje: prof. dr. sc. Mislav Grgić, dekan FER-a
e-pošta: mislav.grgic@fer.hr

Sl. 40.: Dopis predsjednice Republike Hrvatske (nastavak)

Zahtjev za hitno uklanjanje prepreka za realizaciju projekata/centara izvrsnosti Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu

Vlada Republike Hrvatske
Ministarstvo državne imovine
Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Grad Zagreb

Poštovani,

Izražavamo punu podršku projektima Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) Sveučilišta u Zagrebu:

(1) ICENT - Inovacijski centar Nikola Tesla, projekt vrijedan 47 milijuna eura, koji se nalazi na Listi strateških investicijskih projekata Republike Hrvatske, a koji je blokiran zbog neriješenih imovinsko-pravnih odnosa na zemljištu sjeverno od nebodera FER-a;

(2) Centar izvrsnosti ACROSS, koji je financiran iz europskog okvirnog istraživačkog programa *Obzor 2020.*, s predviđenim proračunom od 35 milijuna eura, a koji se provodi u suradnji s KTH - Kraljevskim institutom za tehnologiju iz Švedske i ICENT-om iz Zagreba; ovaj projekt također je blokiran zbog nedostatka prostora na FER-u za smještaj oko 100 novih istraživača (mladih ljudi - VSS), pri čemu se kao idealna lokacija spominje poslovna zgrada Zagrebačkog holdinga, koja je tek par desetaka metara udaljena od FER-a.

Molim Vas da se po hitnom postupku riješe svi administrativni i infrastrukturni problemi vezani uz gore spomenute projekte, kako bi se nastavila njihova realizacija prema poslovnim planovima. Naime, gore spomenuti projekti značajno će doprinijeti razvoju hrvatskoga gospodarstva i društva u cjelini te zaposliti brojne mlade znanstvenike i stručnjake, što je od velikog interesa za preko 70.000 studenata Sveučilišta u Zagrebu koje predstavljamo i u čije Vas ime molimo da se navedeni projekti proaktivno i žurno podupru.

STUDENTSKI ZBOR SVEUČILIŠTA U ZAGREBU PREDSJEDNIŠTVO ZAGREB - 1997

Predsjednik
Nediljko Jerković

Datum: U Zagrebu, 14. 6. 2018.	Klasa: 1-2/4	Urbroj: 189-18/02

www.szzg.hr

Sl. 41.: Dopis Studentskog zbora Sveučilišta u Zagrebu



Sl. 42.: Tomislav Tolušić, ministar regionalnoga razvoja i fondova EU-a (MRRFEU) (22. 1. 2016. − 19. 10. 2016.) i ministar poljoprivrede (19.10. −) te potpredsjednik Vlade RH (25. 5. 2018. −)

From: Nedjeljko Perić
Sent: 08. siječnja 2019. 17:56
To: kabinet@mps.hr
Cc: tomislav.tolusic@mps.hr
Subject: FW: Molba za kratki sastanak

Poštovani ministre i potpredsjedniče Vlade,

Nastavno na poslanu elektroničku poštu dana 16. prosinca 2018. te na današnji telefonski razgovor s tajnicom Vašeg kabineta, u nastavku iznosim bitne točke za naš razgovor.

1. **Potrebno je poduzeti sve moguće korake kako bi se ubrzalo rješavanje imovinsko-pravnih pitanja čestica na kojima je planirana gradnja zgrade Inovacijskog centra *Nikola Tesla* (ICENT) te potom projekt ICENT proglasiti strateškim projektom.** Projekt izgradnje ICENT-ove zgrade i njeno opremanje nalazi se na popisu strateških investicijskih projekata Republike Hrvatske od srpnja 2016. godine. Indikativna vrijednost projekta je 350 milijuna kuna. Lokacija zgrade ICENT-a poznata je i definirana u skladu s Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba − na sveučilišnoj aleji − u neposrednoj blizini triju ključnih fakulteta za budući razvoj djelatnosti ICENT-a (FER, FSB i FKIT).

2. Planirana dinamika projektiranja i gradnje zgrade ICENT-a: **do kraja 2020. godine planira se realizirati svu potrebnu projektnu dokumentaciju, a do polovine 2023. godine planira se izgraditi zgradu i opremiti ju razvojnom opremom.**

3. Time bi se stvorili uvjeti mladim kreativnim stručnjacima (doktorima znanosti) za razvoj njihovih profesionalnih karijera u Hrvatskoj, tj. **ublažio bi se "odljev mozgova"**.

4. Projekt ICENT jedan je od rijetkih projekata (ako ne i jedini) s liste strateških projekata RH koji imaju za cilj istraživanje tehnologije i razvoj inovacija nasušno potrebnih za povećanje konkurentnosti i izvoza hrvatskog gospodarstva.

Više o ICENT-u na poveznici: http://www.icent.hr/. U prilogu dostavljam i kratki pregled dosadašnjih aktivnosti vezanih uz ICENT.

U očekivanju Vašeg brzog odgovora srdačno Vas i s poštovanjem pozdravljam



Sl. 43.: Tomislav Ćorić, ministar rada i mirovinskog sustava (19. 10. 2016. − 9. 6. 2017.) i ministar zaštite okoliša i energetike (9. 6. 2017. −)



Sl. 44.: Marko Pavić, ministar rada i mirovinskog sustava (9. 6. 2017. −)



Sl. 45.: Davor Romić, ministar poljoprivrede (22. 1. 2016. − 19. 10. 2016.)



Sl. 46.: Slaven Dobrović, ministar zaštite okoliša i prirode (22. 1. 2016. − 19. 10. 2016.)

Prof. dr. sc. *Nedjeljko Perić*
Ravnatelj Inovacijskog centra *Nikola Tesla*
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva

Neposredni sastanak nije održan. O projektu ICENT na odgovarajući su način bili informirani i mnogi drugi relevantni čimbenici iz znanstvenog, gospodarskog i političkog života Hrvatske, kao što su ministri Tomislav Ćorić, Marko Pavić, Davor Romić, Slaven Dobrović… slike 43.− 46. Također, s ciljem aktiviranja Operativne skupine koja usmjerava i prati razvoj projekta ICENT, organizirani su operativni sastanci od listopada 2017. pa nadalje. Željelo se pomoći voditeljima Operativne skupine da dinamiziraju svoj rad. Od 20. rujna 2018. novi je voditelj Operativne skupine projekta ICENT državni tajnik u MZO-u dr. sc. Tome Antičić, nakon odlaska iz MZO-a prethodnog voditelja državnog tajnika dr. sc. Matka Glunčića. Izgleda da česte promjene voditelja Operativne skupine projekta ICENT (Zadro, Glunčić, Antičić unutar dvije i pol godine) utječu na njegov neometan razvoj.

10. Umrežavanje ICENT-a na međunarodnoj razini

U većini zemalja EU-a ususta vljeno je primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija, koji su usklađeni s potrebama privatnog i javnog sektora. Ilustrativan je pregled inovacijskih organizacija za istraživanje i razvoj tehnologija (RTO) u Europi. Gotovo sve europske zemlje imaju, ili potiču, takve organizacije, koje su utemeljene na načelu multidisciplinarnosti i pružaju potporu tehnološkom razvoju nacionalnih gospodarstava. Najpoznatiji među njima su: Fraunhofer Gesellschaft (Njemačka), AIT (Austrija), CEA Tech (Francuska), DTI (Danska), Imec (Belgija), RISE (Švedska), SINTEF (Norveška), Tecnalija (Španjolska), TNO (Nizozemska) i VTT (Finska). Te i mnoge druge organizacije svoj su rad usmjerile na razvoj tehnologija koje u današnje vrijeme prate 4. industrijsku revoluciju i digitalne transformacije. Treba naglasiti da iza RTO institucija u EU-u čvrsto stoje države sa svojom opredijeljenošću za svekoliku podršku i poticanje tehnološkog razvoja i inovacija. Razumijemo li svi mi, akademska zajednica, poslovna zajednica i javna uprava o čemu je riječ?

Autor ovog teksta svjestan je važnosti međunarodne istraživačko-razvojne suradnje te s tim ciljem pokušava uspostaviti konkretnu suradnju ICENT-a i RTO organizacija iz Europe, posebno s Fraunhofer Gesellschaft. Tako je u rujnu 2017. posjetio zajedno sa suradnicima Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE) iz Freiburga, kojom prigodom su učinjeni inicijalni i obećavajući koraci za buduću suradnju. Pismo zahvale direktora tog Instituta prikazujemo u cijelosti,

Fraunhofer ISE

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

Director
Prof. Dr. Hans-Martin Henning
Dr. Andreas Bett

Heidenhofstrasse 2
79110 Freiburg

Prof. Dr. Hans-Martin Henning
Telefon +49 761 4588-5134 | Fax +4588-9134
Hans-Martin.Henning@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de
Professur Solare Energiesysteme
Institut für Nachhaltige Technische Systeme INATECH
Technische Fakultät
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Fraunhofer ISE | Heidenhofstrasse 2 | 79110 Freiburg

Professor Nedjeljko Peric
Director of Innovation Centre Nikola Tesla
University of Zagreb
Faculty of Electrical Engineering and Computing
Department of Control and Computer Engineering
Unska 3, HR-10000 Zagreb
CROATIA

Freiburg, September 21, 2017

Dear Professor Peric

First I want to thank you and your colleagues from the Innovation Centre Nikola Tesla (ICENT) and the University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering an Computing (FER) for the very interesting presentations of your activities during our meeting in Freiburg on September 14-15, 2017. I think that the topics fit very well to the research work which is done in our institute and I hope that first common projects could be started in near future.

Beside the "Concept VARTA Croatia" (Battery Storage Systems for Croatia), which opens the possibility of a wide cooperation between Croatian Universities, industries and Fraunhofer Institutes we would be interested to support your activities in growth and developing the Innovation Center Nicola Tesla. The strategy behind this planned institution is very similar to the Fraunhofer philosophy.

We therefore support the signing of a cooperation agreement between ICENT and FER from one side and Fraunhofer Gesellschaft from other side.

The first step for a future cooperation could be a common project like the REMoD-Study, which I presented for Germany during our last meeting. To do the same study for Croatia will give your government the chance to evaluate the high potential for a change of the Croatian Energy supply system to sustainability. You and your colleagues have already a lot of experience and the necessary data from the Croatian energy market which we need for our simulations. This project could be a very good starting point and maybe we have the chance to get some financial support from the government of Baden-Württemberg in Stuttgart if we can verify the interest of the Croatian government to support such a study (Project "Vallis Solaris - Croatia" is part of the official work program of the Mixed Government Commission of Baden-Württemberg and Croatia).

Anyway we are happy about this first meeting and hope that a strong cooperation will follow.

Prof. Dr. Hans-Martin Henning

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München
Executive Board
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr.-Ing. E. h. mult. Dr. h. c. Dr. h. c. Reimund Neugebauer, President
Prof. (Univ. Stellenbosch) Dr. rer. pol. Alfred Gossner
Prof. Dr. rer. publ. ass. iur. Alexander Kurz
Prof. Dr. rer. nat. Georg Rosenfeld

Cheques and transfers payable to:
Deutsche Bank, München
Account 752193300 BLZ 700 700 10
IBAN DE86 7007 0010 0752 1933 00
BIC (SWIFT-Code) DEUTDEMM
V.A.T. Ident No. DE129515865
Tax Number 143/215/20392

Sl. 47.: Fraunhofer ISE-ovo pismo zahvale ICENT-u



Republic of Croatia
Ministry of Science and Education
Minister

Zagreb, November 21, 2017

LETTER OF SUPPORT

The Ministry of Science and Education of the Republic of Croatia hereby expresses its strong support for the projects "Battery Storage Systems for Croatia" and "Renewable Energy Model Croatia - REMod-C". Both of these projects are well-positioned in strategically important areas for the Croatian and European Union development agendas in science and technology, as well as in the industry and energy sectors.

The Ministry of Science and Education has already supported and will continue to support the participation of the Croatian scientific community in the project "Battery Storage Systems for Croatia", as it includes applied science and innovation activities that directly support strategic goals of science and technology development of the Republic of Croatia. Furthermore, the project also creates necessary preconditions for new Foreign Direct Investments that will establish Greenfield industrial capacities in new and competitive technologies. It is therefore important that participation of the Croatian scientific community is on equal footing with respective German partners on the project, the Fraunhofer Gesellschaft and VARTA. The Ministry is aware of the benefits that "Renewable Energy Model Croatia - REMod-C" offers to Croatia, i.e. of the important scientific and technology details of the process that is part of a transition to a Low Carbon Economy. REMod-C represents an objective basis for the purpose of defining the most beneficial scenario for Croatia and its citizens in the sense of increasing employment, BDP, state incomes and technology development during the process of transition to a Low Carbon Economy.

Finally, it should be mentioned that both projects are already and will become even more visible on the diplomatic level as part of two initiatives: Mixed Government Commission of Baden-Württemberg and Croatia; German-Croatian Task Force as a part of official Bilateral Cooperation between two countries. The projects are bound to contribute to and widen cooperation between Croatia and Germany. In order to establish long-term cooperation with Fraunhofer Gesellschaft and the Croatian scientific community, the Ministry of Science and Education strongly supports the signing of a cooperation agreement between Fraunhofer Gesellschaft on one side, and the Innovation Centre Nikola Tesla (ICENT) and the University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing (FER), on the other.

Prof. Blaženka Divjak, Ph. D.

Prof. Dr. Hans-Martin Henning, Director
Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE
Heidenhofstrasse 2
D – 79110 Freiburg

Sl. 48.: Pismo potpore MZO-a suradnji ICENT-a i Fraunhofera na zajedničkim projektima

slika 47. U pismu se ističe spremnost za potpisivanje sporazuma između ICENT-a i FER-a te cjelokupne mreže instituta − Fraunhofer Gesellschaft. To bi za ICENT i Hrvatsku bila iznimna prilika i velik izazov. Ali ICENT, kao beskućnik, bez prostornih i laboratorijskih resursa teško da bi mogao udovoljiti standardima učinkovite međunarodne istraživačko-inovacijske suradnje. Uslijedio je odgovor u obliku pisma potpore iz Ministarstva znanosti i obrazovanja, koje je potpisala ministrica prof. dr. sc. Blaženka Divjak, slika 48. Daljnja suradnja između ICENT-a i Fraunhofer Gesellschafta usporena je iz prije navedenih razloga.

Izgleda da nismo dovoljno svjesni da zamagljeni partikularni interesi sve više blokiraju i paraliziraju provedbu iskoraka u tehnološkom razvoju. Prominentni infrastrukturni projekti, kao što je ICENT, koji bi utemeljili tehnološki razvoj Hrvatske i strukturirali njezin znanstveni i inovacijski ekosustav, u administrativnoj su blokadi, u najvećoj mjeri zbog nefleksibilnih propisa i neučinkovitosti u rješavanju imovinsko-pravnih pitanja. Zapravo, gospodarski i društveni prosperitet trebalo bi graditi na sinergiji akademske zajednice, gospodarstva i javne uprave, slika 49. U ovim vremenima to nije tako, i neobjašnjivo je zašto je to tako. Na djelu su slabosti strukturne naravi koje generiraju zaustavljanje procesa i prolongiranje odluka. U čijem interesu? Posve sigurno ne u interesu onih kojima je stalo do razvoja hrvatskog gospodarstva i društva. Posve sigurno ne u interesu mladih generacija koje očekuju bolji život u Hrvatskoj.



Sl. 49.: Sinergija je ključ gospodarskog i društvenog napretka

11. Osvrt na dosadašnje aktivnosti oko razvoja projekta ICENT i moguće perspektive

Hrvatska, kao zemlja s ograničenim ljudskim i financijskim potencijalima, treba brižno voditi računa o usmjeravanju budućeg tijeka svojeg tehnološkog razvoja, stvarajući vrijednosni lanac s trima bitnim karikama: znanstveno istraživanje, primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija, te proizvodno i uslužno gospodarstvo. Dakle, nužno je izgraditi znanstveno-inovacijski ekosustav Hrvatske kompatibilan s ekosustavima globalnijih razmjera, slika 50. Znanstveno-inovacijski ekosustav Hrvatske treba se dominantno temeljiti na primijenjenom istraživanju i razvoju, imajući u vidu ovodobne gospodarske i društvene potrebe Hrvatske te stvaranje pretpostavki za strukturiranje i profiliranje novog hrvatskog gospodarstva.



Sl. 50.: Vrijednosni lanac: istraživanje – inovacije – komercijalizacija

Kad govorimo o inovacijama to je zapravo opredjeljenje, ali ne samo pojedinaca nego društva u cjelini. Inovacije su rezultat dobro planiranih, osmišljenih i kontroliranih procesa istraživanja i razvoja. Primjerice, inovacija je robot koji treba obavljati neku zadaću u okruženju neprikladnom za čovjeka − gdje je visoka temperatura, vlažnost ili je neka druga okolnost neprikladna ili opasna za ljudski rad.

Čovjek će uvijek biti potreban kao sudionik proizvodnih i radnih procesa, samo je pitanje kakve će mu biti potrebne kompetencije i radne vještine. Sve će se više tražiti kreativni i inovativni ljudi.

Ali, prava inovacija pretežno nastaje na temeljima znanstvenih spoznaja. U ozbiljnim poduzećima do inovacije se dolazi kroz primijenjeno istraživanje i razvoj, a ne nužno kroz *start-up*. Kad imate pojedinca koji ima određenu ideju on će krenuti kroz *start-up*, ali ako imate poduzeće kao strukturiranu organizaciju onda će to poduzeće doći do inovativnog proizvoda na organiziran istraživački način.

U skladu s takvom vizijom i misijom ICENT-a planirana je i organizacijska struktura, koja se temelji na šest instituta: za informacijske i komunikacijske tehnologije, energetiku, transportne sustave, robotiku, biomedicinsko inženjerstvo i tehnologije naprednih komponenata. Uz tih šest instituta u ICENT-u je predviđen i poslovni sektor kao podrška njihovu radu. Organizacijski i poslovni modeli u dugoročnom razvoju ICENT-a odmicat će se od hijerarhijske strukture i težit će sve više umreženim kolaborativnim modelima. Dakle, ICENT će biti organiziran nalik mreži odnosa, slika 51. Takva je organizacija, vjerujemo, manje rizična u usporedbi s uobičajenim organizacijskim strukturama. Mreža



Sl. 51.: Planirana organizacijska struktura ICENT-a

odnosa, kao organizacijska forma, treba biti fleksibilna i prilagodljiva jer su mnoga pitanja današnjice u nastajanju, a na njih kao takve, trebamo naći odgovor.

U **Institutu za informacijske i komunikacijske tehnologije** provodit će se istraživačko-razvojne i inovacijske aktivnosti u razvoju informacijskih i komunikacijskih proizvoda i usluga kojima se mogu unaprijediti drugi sektori koji utječu na kvalitetu života (očuvanje i poboljšanje zdravlja, opskrba energijom, distribucija hrane, očuvanje vode i okoliša, cjeloživotno obrazovanje i sl.). Prioritetna razvojna područja Instituta bit će: elektroničke komunikacijske mreže i usluge nove generacije, napredne digitalne tehnologije, nove internetske mreže, arhitekture i usluge, nove tehnologije pohrane, obrade i distribucije podataka, sadržaja i medija te nove tehnologije za održivo i sigurno društvo.

U **Institutu za energetiku** provodit će se istraživačko-razvojne i inovacijske aktivnosti temeljene na tehnološkim platformama EU-a vezane uz obnovljive izvore energije, tehnologije pohrane energije, energetsku efikasnost, mikromreže, napredne energetske mreže i napredne gradove, čime će se poticati bolja uključenost hrvatskog proizvodnog i poduzetničkog sektora u europske okvire. Prioritetne istraživačke teme Instituta su: energija vjetra, energija Sunčeva zračenja, tehnologije pohrane energije, energetska efikasnost i napredne energetske mreže.

Institut za transportne sustave usmjerit će se na istraživačko-razvojne i inovacijske aktivnosti u ključnim tehnologijama za učinkovitost željezničkog, cestovnog, morskog i riječnog prometa sa sljedećim prioritetnim razvojnim temama: primjena elektrotehničkih, strojarskih i informacijsko-komunikacijskih sustava i tehnologija u transportnim sustavima, energetska učinkovitost i ekološka prihvatljivost odvijanja transporta, upravljanje i nadzor prometa te višemodalni prometni sustavi.

U **Institutu za robotiku** provodit će se složene istraživačko-razvojne i inovacijske aktivnosti u ključnim temama za razvoj kognitivnih robotskih sustava za razne primjene sa sljedećim prioritetnim razvojnim izazovima: razvoj i izvedba robota za razne profesionalne uslužne primjene, autonomna navigacija mobilnih robota i vozila, upravljanje robotima za istraživanje podmorja, kooperativno upravljanje višerobotskim sustavima, upravljanje i navigacija autonomnih letjelica, kognitivna manipulacija predmetima, prepoznavanje predmeta, kognitivni vizijski sustavi te višemodalna interakcija robota s ljudima. Institut se može i izravno povezati s projektom ACROSS Center of Excellence.

Institut za biomedicinsko inženjerstvo usmjerit će se na istraživačko-razvojne i inovacijske aktivnosti u ključnim područjima biomedicinskog inženjerstva, stvarajući nove teorijske rezultate i inovacije nužne za novu generaciju biomedicinskih uređaja i metoda, sa sljedećim prioritetnim razvojnim temama: biomedicinska instrumentacija, mjerenja i senzori, biomedicinsko oslikavanje, obrada i analiza podataka, signala i slika u biomedicini, bioinformatika i računalna genomika, analiza pokreta te elektrofiziologija.

U **Institutu za tehnologije naprednih komponenata** provodit će se istraživačko-razvojne i inovacijske aktivnosti u ključnim područjima naprednih komponenata sa sljedećim prioritetnim razvojnim temama: optički i elektronički elementi zasnovani na novim materijalima, napredni tranzistori i drugi elektronički elementi, analogni i analogno-digitalni integrirani sklopovi u nanometarskim i mikrometarskim tehnologijama, analiza i optimizacija toplinskih tokova, elektromagnetska kompatibilnost te metamaterijali za primjenu u terahercnom i optičkom području za komunikacije.

Planirana organizacijska struktura ICENT-a proizišla je iz pomno provedene analize gospodarskih sektora koji bi mogli biti važni za ovodobno i buduće hrvatsko gospodarstvo te koji su kompatibilni sa svjetskim gospodarskim trendovima. Također, na organizacijsku strukturu značajno je utjecao multidisciplinarni znanstveni potencijal te domaći i međunarodni rejting FER-a i nekih drugih fakulteta hrvatskih sveučilišta.

Za snažnije pokretanje i održivost ICENT-a iznimno je važan ljudski kapital koji je stvoren, i koji se stvara, i koji će se stvarati prije svega na FER-u i drugim srodnim fakultetima hrvatskih sveučilišta. Važno je razumjeti da mnogi provjereni znanstveno-istraživački koncepti, proizišli, primjerice, iz doktorskih disertacija, mogu imati takve potencijale da se u kontinuitetu kroz primijenjeno istraživanje i razvoj u ICENT-u dođe do inovativnih proizvoda ili usluga. Međutim, ne smije se izgubiti iz vida da treba uložiti velik znanstveni napor da se provjeri valjanost određenog koncepta, odnosno ideje na kojoj se koncept temelji, a dobri znanstveni koncepti uvelike koreliraju s kvalitetom obrazovanja. Dakle, bitno je razumjeti genezu − od ideje do proizvoda. ICENT teži kroz suradnju s akademskom i istraživačkom zajednicom te suradnju s partnerima iz privatnog i javnog gospodarskog sektora, imati jak utjecaj na hrvatsko gospodarstvo i društvo u cjelini, slika 52.

Institucije vlasti Republike Hrvatske trebaju znati da je naše gospodarstvo na niskoj tehnološkoj razini i da naš izvoz pretežito nije konkurentan. Naše društvo nije dovoljno svjesno koliko smo u tom pitanju loši. Izvozimo usluge i proizvode uglavnom niske tehnološke razine. Nema *greenfield* investicija koje bi pridonosile zapošljivosti i gospodarskom dinamiziranju. I toga moramo biti



Slika 52.: Sprega između FER-a i ICENT-a

svjesni. Stoga moramo neodgodivo i ubrzano stvarati uvjete za osnaženje tehnološkog i inovacijskog razvoja proizvoda i usluga kako bismo mogli biti proizvodno produktivni i konkurentni na globalnom tržištu. Riječ je o spremnosti Hrvatske za osmišljenu nacionalnu reindustrijalizaciju! Žalosna je činjenica da su prepoznatljiv "izvoz" Hrvatske mladi profesionalci, sa značajnim udjelom mladih doktora znanosti, iz STEM područja. Taj je trend prepoznat i teško ga se može spriječiti ako se ne poduzmu odgovarajući strukturni iskoraci. Potrebno je stvarati uvjete da mladi visokokvalificirani ljudi zadovolje svoje profesionalne i obiteljske interese u Hrvatskoj. Umjesto da izvozimo ljude izvozit ćemo proizvode i usluge u koje ti ljudi ugrađuju svoja znanja i kreativnost.

Cijena "izvoza" ljudskog kapitala može se izračunati. Jedan mladi doktor znanosti provede na fakultetu, na doktorskom studiju, u prosjeku barem pet godina pa je trošak njegova školovanja na doktoratu veći od sto tisuća eura. Kad se da računica za njegovo cijelo školovanje dođe se do puno većeg iznosa. To su neposredni troškovi, posredni su zasigurno još pogubniji − izgubljena je kreativnost i omogućena dugoročna demografska erozija najkreativnijeg dijela populacije. Stoga postoji realna bojazan da hrvatska prosječnost kreativnosti i inovativnosti pada u odnosu na razvijeni svijet, a tehnološki razvoj i inovacije pokretači su gospodarskog i društvenog razvoja.

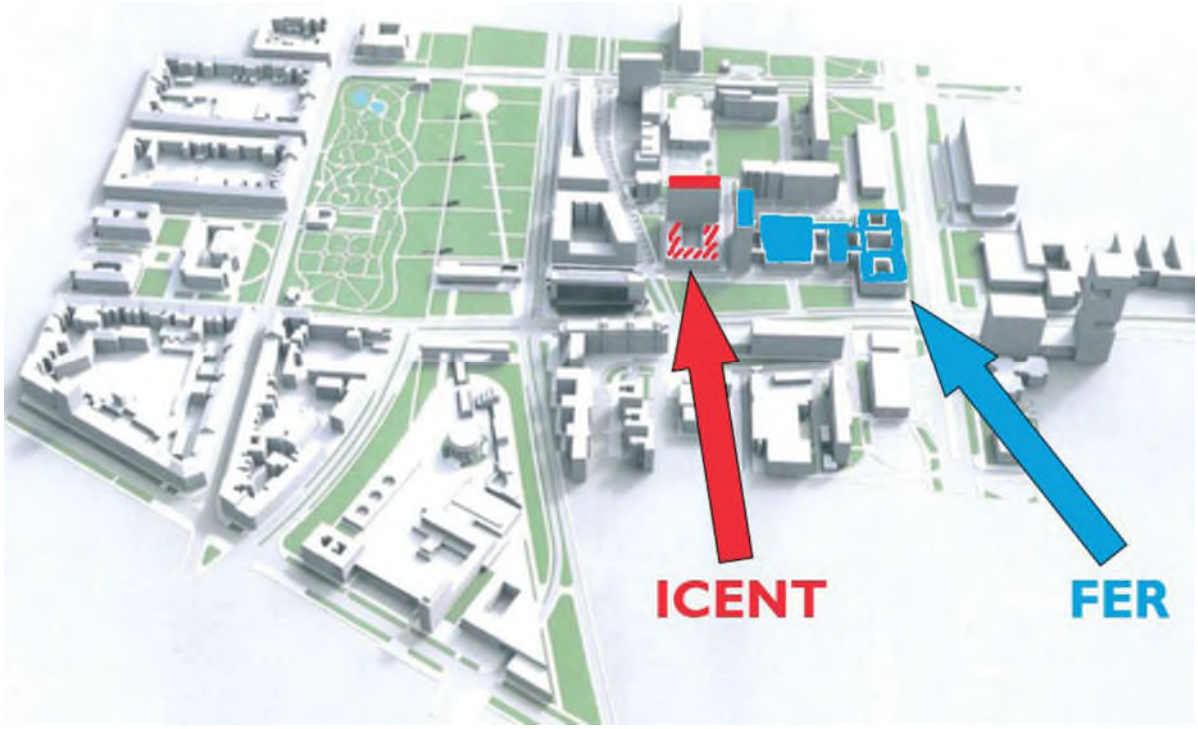
Tranzicijski procesi u hrvatskom gospodarstvu zadnjih desetljeća pridonijeli su stvaranju velikog broja novih malih i srednjih poduzeća koja nemaju razvojnih kapaciteta i financijskih potencijala da ulažu u skupi, ali i rizični, razvoj inovativnih proizvoda i usluga. Zato bi upravo ICENT trebao na odgovarajući način preuzeti ulogu razvoja za mala i srednja poduzeća.

ICENT je osnovan radi unapređenja hrvatskog gospodarstva. Stoga je posebno važno da se umreži na nacionalnoj razini sa svim relevantnim čimbenicima tehnološkog razvoja. U tom smislu ICENT će poticati stvaranje inovacijskih jezgara diljem Hrvatske te njihovo umrežavanje s ICENT-om na sporazumnoj / ugovornoj osnovi. Ovdje očekujemo i plodnu suradnju s Hrvatskom gospodarskom komorom, posebno s njezinim Centrom za industrijski razvoj (CIRAZ), s kojim je ICENT potpisao Sporazum o suradnji (rujan 2016. godine). Utiru se putovi suradnje ICENT-a s Institutom *Ruđer Bošković*. Međutim, u globalnoj ekonomiji i svijetu fokus ICENT-a nije samo mali i uski prostor Hrvatske. Ambicije su ICENT-a da bude prepoznatljiv ne samo na hrvatskom prostoru nego i znatno šire. Drugim riječima, ICENT se namjerava povezati s prestižnim institucijama koje imaju sličan profil rada kakav sam želi izgraditi.

Naš ICENT nalazi se u globalnoj *start-up* fazi. Ona je uspješno počela početkom 2016. godine, provodeći veći broj istraživačko-razvojnih projekata kojima se izgrađuje kredibilitet ICENT-a. U sklopu ICENT-a osnovana su i dva digitalna inovacijska središta (*Digital Innovation Hub* − DIH) i to: Hrvatsko robotsko digitalno inovacijsko središte (DIH CROBOHUB) i Digitalno inovacijsko središte za kibernetičku sigurnost (DIH Cybersec RDI). Oba DIH-a u statusu 'pune operativnosti' uključena su u širu europsku mrežu DIH-ova, koja djeluje u skladu s Europskom inicijativom za digitalizaciju industrije. Međutim, sadašnje aktivnosti ICENT-a obavljaju se u skučenim prostorima FER-a i s razvojnom opremom FER-a. S obzirom na nužnu dugoročnu potrebu za odgovarajućim prostorima i razvojnom opremom, potrebno je izgraditi specifične laboratorijske i smještajne prostore, odnosno izgraditi zgradu ICENT-a opremljenu odgovarajućom razvojnom opremom za provedbu primijenjenih istraživanja i razvoj inovacija u skladu s dugoročno planiranim aktivnostima. Rješavanje pitanja izgradnje i opremanja razvojnom opremom zgrade ICENT-a prilično kasni u odnosu na planove definirane 2014. godine.

Lokacija zgrade ICENT-a poznata je i definirana u skladu s Generalnim urbanističkim planom grada Zagreba − na Sveučilišnoj aleji − u neposrednoj blizini triju ključnih fakulteta za budući razvoj djelatnosti ICENT-a: FER-a, FSB-a i FKIT-a. To je prirodna lokacija za gradnju zgrade ICENT-a jer se i slični svjetski centri smještaju u sveučilišne kampuse te su tako "u dvorištu" studenata i profesora. I studenti i profesori, pa i zainteresirano gospodarstvo, mentalno su akceptirali gradnju zgrade ICENT-a na Sveučilišnoj aleji jer će ICENT omogućiti iskorak trima navedenim fakultetima, a i drugim srodnim

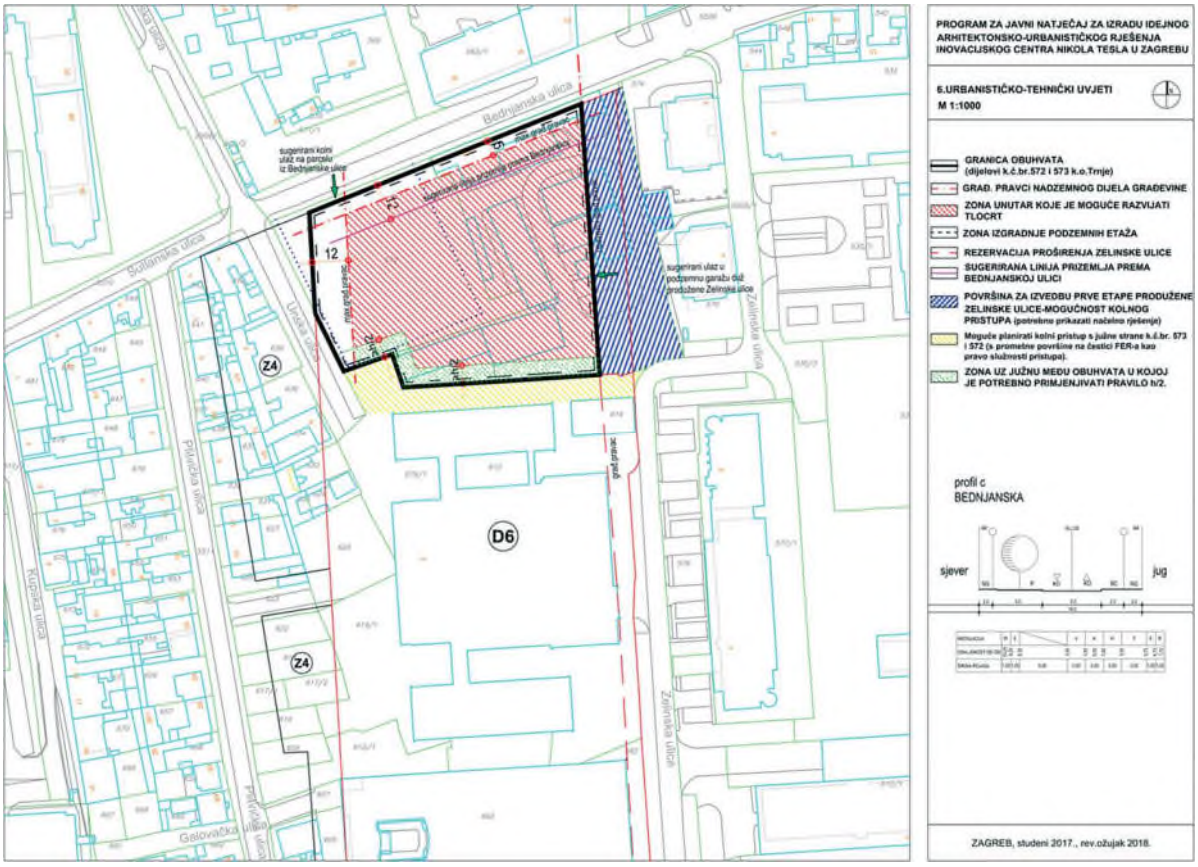
fakultetima, u smjeru stvaranja treće dimenzije Sveučilišta u Zagrebu − inovacijske dimenzije − na dobrobit hrvatskog gospodarstva i društva, slike 53. − 54. Sva potrebna komunalna infrastruktura za zgradu ICENT-a na planiranoj lokaciji već postoji. Moguća neka druga razmišljanja za gradnju zgrade ICENT-a na nekoj drugoj lokaciji nisu isključena, ali bi bila neprirodna pa i neizvjesna i narušila bi stvorenu sinergiju između FER-a, FSB-a, FKIT-a i ICENT-a, koja ima za cilj stvaranje novih gospodarskih vrijednosti. Čvrsta opredijeljenost za plan izgradnje ICENT-a ne smije biti upitna, scenariji koji prate plan mogu biti prilagodljivi.



Slika 53.: Optimalna lokacija zgrade ICENT-a na Sveučilišnoj aleji (autor prof. N. Fabijanić)

Financiranje rada ICENT-a nakon useljenja u novu zgradu i nakon poslovnog konsolidiranja odvijalo bi se prema pravilima i praksi sličnih europskih inovacijskih središta. Primjerice, Fraunhofer Gesellschaft financira se prema shemi: 30 % državno financiranje, a 70 % financiranje iz projekata suradnje s privatnim i javnim sektorom.

Provedenim analizama utvrđeno je da bi se u ICENT-u zaposlilo oko 350 razvojnih profesionalaca, prije svega mladih doktora znanosti, koji su znanstvene statuse stekli na FER-u, ali i na drugim srodnim fakultetima. Usmjerenje ICENT-a je zapošljavanje prije svega domaćih kreativnih i inovativnih profesionalaca, koji imaju kompetencije u tehničkim/tehnološkim i prirodoslovnim strukama. ICENT želi pridonijeti ublažavanju "odljeva mozgova", tj. da ne



Sl. 54.: Mikrolokacija za gradnju zgrade ICENT-a uz Bednjansku ulicu (slika je preuzeta iz Programa za raspis arhitektonsko-urbanističkog natječaja za idejno rješenje zgrade ICENT-a, ožujak 2018. godine; Samin d. o. o., autori Milana Sabljak, dipl. ing. arh. i Nela Rubin, dipl. ing. arh.)

"izvozimo" ljudski kapital. Angažiranje profesionalaca iz drugih zemalja također dolazi u obzir jer ICENT je otvorena institucija za primijenjeno istraživanje i inovacije i cilj nam je da budemo atraktivni za eksperte koji žele dokazati svoje znanstveno-stručne ekspertize u Hrvatskoj.

Međutim, kao što se jasno razabire, planirana dinamika projektiranja, gradnje i zapošljavanja ovisi o brzini rješavanja imovinsko-pravnih pitanja dviju katastarskih čestica, smještenih na Sveučilišnoj aleji (Bednjanska ulica), na kojima je GUP-om grada Zagreba predviđena gradnja zgrade ICENT-a. Stoga je neodgodiva i nužna pomoć Vlade Republike Hrvatske kako bi se ubrzalo rješavanje problema, ali i spremnost Grada Zagreba. Već nekoliko godina vlada zabrinutost i nejasnoća kod odgovornih ljudi u ICENT-u i na FER-u zašto se prolongiraju obećavane odluke, zašto se marginalizira tako značajan nacionalni projekt. Komu je to u interesu? Treba stalno preispitivati i unapređivati komuniciranje i djelovanje na svim razinama te stalno izgrađivati vrijednosti općeg dobra i javnog interesa.. Tad će nam biti lakše razumjeti složenu fiziku današnjeg svijeta na makro i mikro razinama; moći ćemo se lakše snalaziti u uvjetima imanentne unutarnje nestabilnosti društveno-političko-ekonomskih procesa po segmentima i globalno. Moći ćemo savjesno i odgovorno odlučivati i raditi!

I još nešto što se ne smije zaboraviti, radi opreza. Bogata hrvatska povijest i kultura izrastale su na iskrenom nacionalnom ponosu i domoljublju. Na povijesti će se graditi, putujući kroz sadašnjost, i naša budućnost. A ona jest i može biti korumpirana patvorenim domoljubljem tajkunskog i/ili populističkog koristoljublja spretno upakiranog u foliju demokratskog i općevrijednosnog progresa. To može biti razarajući proces koji stvara bunt kod mladih visokoobrazovanih ljudi pa se često može čuti "idem van jer mi se gadi puno toga što se ovdje događa". Ne smijemo izgubiti budućnost!

Prirodno je da je Zagreb zainteresiran za razvoj institucija znanosti, obrazovanja i inovacija koje su locirane na njegovu teritoriju jer one neposredno i posredno prinose razvoju Grada i kvaliteti života njegovih stanovnika. Usvajanjem Sporazuma o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla* (usvojen na Skupštini Grada Zagreba 2. listopada 2017. godine) učinjen je početni korak i iskazana dobra volja za snažniju i sveobuhvatniju podršku Grada Zagreba razvoju ICENT-a. Nažalost, taj Sporazum, iako usvojen 2. listopada 2017., do travnja 2019. nije potpisan zbog administrativne blokade i nerazumijevanja nekih strana. A sredstva iz strukturnih fondova EU-a čekaju da se omogući investiranje u infrastrukturne razvojne projekte. Valja imati u vidu da je ICENT jedini projekt na Listi strateških investicijskih projekata (među njih 30-ak), koji se odnosi na izgradnju infrastrukture za razvoj suvremenih i nadolazećih tehnologija te razvoj inovacija kojim se postiže (digitalna) transformacija gospodarstva. Je li Hrvatskoj takav civilizacijski iskorak potreban ili se trebamo zadovoljiti često besmislenim i opetovanim analizama aktualnog gospodarskog stanja, bez strateškog pogleda u budućnost? ICENT je, s obzirom na svoje ciljeve i misiju, istinski protagonist 4. industrijske revolucije. Zašto se ne omogućava korištenje prilika? Gdje je nestala odgovornost? Nogometnim rječnikom rečeno, stalno nam se svira zaleđe (engl. *offside*), a mi igramo na polovini našeg terena. A ako krenemo u napad, na drugu polovinu terena, i ako nam se ne svira zaleđe, nailazimo na administrativne zapreke. Tko broji žrtve, tko će sanirati štete?

Kronologija događanja vezanih uz ICENT

− Donesena Odluka FER-a o potpori za osnivanje Inovacijskog centra (Fakultetsko vijeće FER-a, **19. prosinca 2012.**).

− Izrađena Studija pred-izvodljivosti Inovacijskog centra (**tijekom 2012., dorada 2013.**).

− Potpisan Ugovor o dodjeli bespovratnih sredstava za projekte koji su financirani iz strukturnih fondova i Kohezijskog fonda EU-a u sklopu programa **2007. − 2013**.

− Tehnička pomoć za Inovacijski centar u iznosu od 22.508.585,60 kuna (**18. travnja 2014.**).

− Taj je ugovor raskinut zbog neriješenih imovinsko-pravnih pitanja na lokaciji na kojoj se trebala graditi zgrada ICENT-a (**rujan 2014.**).

− Izrađena Studija – Analiza izvodljivosti, izgradnje i razvoja Inovacijskog centra (**tijekom 2014. i 2015.**).

− Usvojen Urbanistički plan uređenja (UPU) Martinovka − zona istok, prema kojem je izgradnja Inovacijskog centra predviđena u Bednjanskoj ulici na lokaciji dijela katastarske čestice 572 i dijela katastarske čestice 573 katastarske općine Trnje (Skupština Grada Zagreba, **24. srpnja 2014.**).

− Pripremljeni osnivački akti ICENT-a (Statut i dr.; **tijekom 2015.**).

− Podnesen zahtjev Vladi Republike Hrvatske za uvrštenje ICENT-a na Listu strateških projekata (**1. lipnja 2015.**).

− Pripremljen Koncept poslovnog plana 2016. − 2019. te preliminarni proračun za 2016. (**studeni 2015.**).

− Pripremljen akcijski plan prema kojem će se upravljati projektom do prihvaćanja cjelovitog poslovnog plana (**tijekom 2015.**).

− Suglasnost Senata Sveučilišta u Zagrebu na Odluku o osnivanju Ustanove Inovacijski centar *Nikola Tesla* (**11. studenog 2015.**).

− Ustanova ICENT registrirana pri Trgovačkom sudu u Zagrebu (**16. studenog 2015.**).

− Usvojen Generalni urbanistički plan (GUP) grada Zagreba prema kojem je izgradnja Inovacijskog centra predviđena u Bednjanskoj ulici na lokaciji dijela k. č. br. 572 (vlasništvo Grada Zagreba) i dijela k. č. br. 573 (vlasništvo Školske knjige) k. o. Trnje (Skupština Grada Zagreba, **16. lipnja 2016.**).

− Formalni početak rada ICENT-a kao globalnog *start-upa* (**početkom 2016.**).

− ICENT uvršten na Listu strateških investicijskih projekata Republike Hrvatske odlukom Vlade Republike Hrvatske (**27. srpnja 2016.**).

− Donesena Odluka o imenovanju Operativne skupine za pripremu i provedbu strateškog projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla* (**3. veljače 2017.**).

− ICENT-u odobren prvi međunarodni razvojni projekt iz kategorije H2020 - CROBOHUB (**1. listopada 2016.**).

− Intenzivne i uspješne aktivnosti ICENT-a **tijekom 2017. i 2018.** na prijavi i provedbi razvojnih projekata.

− Posjet predstavnika ICENT-a i FER-a snažnoj njemačkoj asocijaciji Fraunhofer Gesellschaft − Institut ISE, Freiburg − radi strateške suradnje (**15./16. rujna 2017.**).

− Donesen Zaključak na Gradskoj skupštini Grada Zagreba o sklapanju Sporazuma o suradnji i iskazivanju interesa za realizaciju projekta Inovacijski centar *Nikola Tesla* koji se odnosi na k. č. br. 572 (**2. listopada 2017.**).

− Izrađen Program za raspis arhitektonsko-urbanističkog natječaja za Idejno rješenje zgrade ICENT-a (**ožujak 2018.**).

− Hrvatsko robotsko digitalno inovacijsko središte (DIH CROBOHUB) uvršteno u katalog Europske komisije mreže DIH-ova u statusu pune operativnosti (**srpanj 2018.**).

− Digitalno inovacijsko središte za kibernetičku sigurnost (DIH Cybersec RDI) uvršteno u katalog Europske komisije mreže DIH-ova u statusu pune operativnosti (**siječanj 2019.**).

− Procesi oko rješavanja imovinsko-pravnih odnosa za čestice na kojima je GUP-om grada Zagreba planirana gradnja ICENT-a **"na ledu" su od jeseni 2017.**

Zaključak

Stvaranje inovacijskog ekosustava Hrvatske od strateškog je i dugoročnog značaja za gospodarski razvitak, pri čemu su ključni čimbenici istraživačka i akademska zajednica, gospodarstvo te javna uprava. Okvir za inovacijski ekosustav definiran je Strategijom pametne specijalizacije Republike Hrvatske. Za stvaranje i održivost inovacijskog ekosustava Hrvatske nužno je partnerstvo i umreženost svih zainteresiranih relevantnih partnera na nacionalnoj i međunarodnoj razini. Ljudski kreativni i inovativni potencijali preduvjet su inovativnog ekosustava te je stoga neodgodivo potrebno stvarati uvjete mladim stručnjacima za razvoj njihovih profesionalnih karijera u Hrvatskoj, tj. ublažiti "odljev mozgova".

Inovacijski centar *Nikola Tesla* (ICENT), u skladu sa svojom vizijom i misijom, provodi primijenjena istraživanja i razvoj inovacija zasnovano na istraživanjima u akademskoj / znanstvenoj zajednici, a za potrebe ovodobnog i budućeg nacionalnog i globalnog gospodarstva. U tom je smislu ICENT nacionalni protagonist razvoja novih tehnologija koje pokreću digitalne transformacijske procese u 4. industrijskoj revoluciji. Zato, planovi ICENT-a ne smiju biti mali i ograničeni!

Za daljnji razvoj ICENT-a potrebno je izgraditi prostornu i laboratorijsku razvojnu infrastrukturu koja će omogućiti pokretanje strukturnih iskoraka u nacionalnom tehnološkom razvoju. Pritom se, poučeni iskustvom u stvaranju pretpostavki za gradnju zgrade ICENT-a i njezinu opremanju razvojnom opremom, ne smiju zaboraviti različiti kontraproduktivni stavovi i procesi koji generiraju rizike za provedbu projekta ICENT. A ti i takvi rizici kumulativno mogu prouzročiti društvene krize.

Glavni su generatori rizika u svim fazama razvoja projekta nedovoljna svjesnost i tromost tijela vlasti da prepoznaju istinu da u temeljima napretka

gospodarstva i društva leži usmjereno primijenjeno istraživanje i razvoj inovacija. Autor ovog teksta ima pravo vjerovati da će tehnološki napredak globalnog okružja s vremenom pridonositi promjenama hrvatske svekolike zbilje. Vjeruje također da su nužne i promjene ontološke supstancije u procesima odlučivanja. Za to je potrebna pojedinačna i kolektivna spremnost za odgovornost, predanost i ustrajnost.

Izvori

[1] Saul Singer, Dan Senor: *Start-up nacija – Tajna izraelskog ekonomskog čuda*, Profil Knjiga, Zagreb, 2009.

[2] Eugene P. Trani, Robert D. Holsworth: *The Indispensable University – Higher Education and the Knowledge Economy*, Economic Development, American Council on Education, Rowman & Littlefield Publisher, New York, 2010.

[3] Gunter Pauli: *Plava ekonomija*, Katarina Zrinski, Varaždin, 2012.

[4] Eric Schmidt, Jarden Cohen: *The new digital age – Reshaping the future of people*, Nation and Business, Alfred A. Knopf, New York, 2013.

[5] Philip P. Shapira, Charles W. Wessner: *21st century manufacturing – The role of the manufacturing*, Extension Partnership Program, The National Academies Press, Washington, D.C., 2013.

[6] Mirko Kuljiš: *Na valovima sudbine radioelektronike u Hrvatskoj (1942. – 2014.)*, Kiklos, Zagreb, 2014.

[7] Claus Schwab: *The fourth industrial revolution*, World Economic Forum, Geneva, 2016.

[8] Zdravko Mršić: *Lebensraum – Vrsta bez podjela i carstava*, nakladnik: Zdravko Mršić, Zagreb, 2017.

[9] − *Studija pred-izvodljivosti Inovacijskog centra*, Mreža znanja d.o.o., FER, 2012.

[10] − *FER buduće inženjere uči da budu stvaratelji novih radnih mjesta*, Lider, ožujak 2013.

[11] − *Strategija razvoja Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu za razdoblje 2013. – 2017.*

[12] − *Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast Europe*, 2020.

[13] − Obzor, 2020.

[14] − *Strategija Europske unije za Podunavsku regiju.*

[15] − *Strategija Jugoistočne Europe 2020 – SEE*, 2020.

[16] − *Strategija Europske unije za Jadransko-jonsku regiju*.

[17] − *Razvojna strategija Grada Zagreba, ciljevi i prioriteti razvoja do 2020.*, ZagrebPlan.

[18] − *Inovacijska strategija Sveučilišta u Zagrebu*, 2014.

[19] − *Industrijska strategija Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020.*

[20] − *Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije Republike Hrvatske*, 2014.

[21] − *Strategija poticanja inovacija Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020.*

[22] − *Strategija pametne specijalizacije (S3) Republike Hrvatske za razdoblje 2016. – 2020.*

[23] − *Studija izvodljivosti, Napredno gospodarenje energijom u zgradama i infrastrukturi*, ICENT, 2017.

[24] Nedjeljko Perić: Inovacije – Eliksir protiv gospodarske krize: Hrvatska se mora prilagoditi kretanjima u inovacijski usmjerenoj Europi, Zagrebačka inicijativa, časopis *Perspektive*, prosinac 2014., br. 4., str. 105-116.

[25] Nedjeljko Perić: Uloga sveučilišta u istraživanju, transferu tehnologija i inovacijama, Zagrebačka inicijativa, časopis *Perspektive*, ožujak 2015., br. 1., str. 38-51.

[26] Nedjeljko Perić: Povezivanje istraživača i poduzetnika – Znanstvena i akademska zajednica (ne)spremna na promjene, Zagrebačka inicijativa, časopis *Perspektive*, lipanj 2016., broj 2., str. 61-67.

[27] − Studija Analiza izvodljivosti, izgradnje i razvoja Inovacijskog centra; EIZ, FER, 2015.

[28] − Koncept poslovnog plana Inovacijskog centra za 2016. − 2019. te preliminarni proračun za 2016., *Arhivanalitika*, FER, 2015.

[29] Nedjeljko Perić: Inovacijski centar *Nikola Tesla* – Povezna karika između znanosti i gospodarstva, prezentacija u HAZU-u, 17. studenog 2015.

[30] − Centre of excellence for autonomous and cooperative robotic systems (ACROSS); H2020-WIDESPREAD-04-2017-Teaming Phase1, Proposal, 2016.

[31] Nedjeljko Perić: Primijenjeno istraživanje i razvoj u Hrvatskoj – stanje, bojazni i potrebe, okrugli stol Stanje i budućnost tehničkih i biotehničkih znanosti u Hrvatskoj u 21. stoljeću, HATZ, Zagreb, 8. svibnja 2017.

[32] Nedjeljko Perić: Innovation Centre *Nikola Tesla* – Challenges in Applied R&D, presentation in Fraunhofer ISE, Freiburg, Germany, 14. – 15. September 2017.

[33] − ICENT i treća komponenta, *Infotrend*, rujan 2017.

[34] Nedjeljko Perić: Programska koncepcija vođenja i rada Inovacijskog centra *Nikola Tesla* za razdoblje 2018. − 2022.

[35] − *Nikola Tesla* mora biti u Sveučilišnoj aleji i nigdje drugdje. Samo tako može pomoći "dolini smrti", *Večernji list*, 28. siječnja 2018.

[36] Nedjeljko Perić: Globalni kontekst digitalne transformacije – Hrvatska sektorska neujednačenost, Zagrebačka inicijativa, časopis *Perspektive*, studeni 2018., br. 3-4, str. 71-80.

[37] Nedjeljko Perić: Inovacijski centar *Nikola Tesla* i suradnja s Grupom *Končar*, prezentacija na Savjetu za strateški razvoj *Končara*, 14. studenog 2018.

[38] Nedjeljko Perić: Informacije o projektu Inovacijski centar *Nikola Tesla* i suradnja s HEP-om na planu izgradnje zajedničke zgrade, prezentacija pred Upravom HEP-a, ožujak 2019.

[39] − Inovacijski centar *Nikola Tesla* bit će okosnica gospodarstva, Universitas, prilog u *Jutarnjem listu* i *Slobodnoj Dalmaciji*, ožujak 2019.

[40] − Studentske inovacije za pametne gradove budućnosti − Vrijedan projekt Inovacijskog centra *Nikola Tesla*, Universitas, prilog u *Jutarnjem listu* i *Slobodnoj Dalmaciji*, travanj 2019.

Innovation Centre *Nikola Tesla* – The Future of the Beginning

Nedjeljko Perić

Abstract: The gap between scientific research and the need of the Croatian economy to raise its technological level is becoming more and more intensified. The Faculty of Electrical Engineering and Computing of the University of Zagreb (FER) founded in 2015, after extensive analyzes, the institution named Innovation Centre Nikola Tesla (ICENT), which carries out applied research and innovation development based on scientific research of the academic / research community and for the technological improvement of the Croatian economy, and society as a whole. On that way FER, and the University of Zagreb, in a thoughtful and structured way, build its third, innovative dimension, modeled on renowned world universities. ICENT's mission is to contribute to the growth of the Croatian economy based on high technology, primarily in sectors of vital social importance: energy, transport, automation and robotics, advanced component technology, healthcare - biomedical engineering, and information and communication technology. The article presents the current organizational activities of ICENT, the chronology of important events in the context of the time in which we live, which is determined by globalization and Croatian reality.

Keywords: applied research, development, economy, government, innovation, innovation centre

Alfredo Višković

Uvod u povijest i politike energetskih tranzicija

Sažetak: Prijelaz iz trenutačnog globalnog energetskog sustava od najveće je važnosti. Potreba za sljedećom 'energetskom tranzicijom' široko je očita jer su trenutačni energetski sustavi neodrživi po svim društvenim, ekonomskim i ekološkim kriterijima. Budućnost energetskih sustava jedan je od glavnih izazova s kojima se suočava politika industrijskih zemalja. Nažalost, ni privatna tržišta ni državne institucije ne mogu potaknuti prijelaz na novije, čišće energetske sustave, kao što su obnovljivi izvori energije i električna vozila, koji često zahtijevaju znatne promjene ne samo u tehnologiji nego i u državnoj regulativi, poticajima i režimima cijena i ponašanja korisnika odnosno usvojitelja. Dakle, brzina pri kojoj se može izvršiti prijelaz – njegovo vrijeme ili vremenska dinamika – kritični je element razmatranja. Drugim riječima, ako se prijelaz ne dogodi brzo ili uskoro, to može biti prekasno. Pojam 'energetske tranzicije' u središtu je ovog rada.

Ključne riječi: disperzirani pristup energetike, energetska tranzicija / prijelaz, energetski sustav, klimatske promjene, održivost, razvijene zemlje, zemlje u razvoju

Uvod

Klimatske promjene često se spominju kao jedan od glavnih izazova XXI. stoljeća. Slažemo se. U širokom smislu, klimatski izazov relativno je jednostavan. Globalne prosječne temperature rastu kao posljedica antropogenih emisija stakleničkih plinova (engl. *greenhouse gas* − GHG). U nedostatku promišljenog

i globalnog djelovanja, kako bi prvo znatno smanjili, a potom uklonili (ili čak okrenuli neto negativne) emisije stakleničkih plinova, globalni porast temperature u ovom stoljeću vrlo vjerojatno će nadmašiti dva Celzijeva stupnja (Međuvladin panel o klimatskim promjenama; Intergovernmental Panel on Climate Change − IPCC; 2014.), što je (pomalo proizvoljno), prag koji je međunarodna zajednica postavila kao podnošljivu razinu zagrijavanja[1]. Nastavak postojećih razina emisija ili (još gore) nastavak rasta emisija tijekom XXI. stoljeća mogao bi rezultirati zagrijavanjem daleko iznad praga od dva stupnja s vrlo lošim posljedicama za okoliš planeta i za ljudska društva, osobito siromašna.

Ta su opažanja osnovni argumenti za poduzimanje ozbiljnih napora za smanjenje emisija na globalnoj razini, tj. za provođenje tzv. 'politike ublažavanja' (Višković, A., De Paoli, L., 2007.). Glavni element politike ublažavanja odnosi se na korištenje energije. Konkretno: korištenje energije mora prijeći iz tehnologija koje emitiraju znatne količine stakleničkih plinova u tehnologije s ograničenim ili nultim emisijama.

'Prijelaz na čistu energiju' općenito se odnosi na zamjenu tehnologija i s njima povezanih ulaznih goriva u čitav skup energetskih podsektora i potrošača energije, i na razini međuprodukata i na razini konačnih proizvoda. Dobro su shvaćene široke konture klimatskih izazova, no specifičnosti gotovo svih aspekata klimatskih izazova iznimno su složene.

Golemi su napori posvećeni znanosti o globalnim promjenama (IPCC; 2014., 2013.). Dok još puno toga treba naučiti, klimatska znanost pruža čvrste temelje osnovnim argumentima za ozbiljne napore za smanjenje emisija. Tehnički izazov izuma tehnologije koja koristi energiju s niskim emisijama stakleničkih plinova desetljećima privlači pažnju nekih od najboljih svjetskih znanstvenika i inženjera te je postala sve komercijalnija tijekom proteklog desetljeća. Dalje, formira se novi val obećavajućih tehnologija.

No, na kraju, solidna podloga za djelovanje izvedena iz klimatske znanosti u kombinaciji s nizom obećavajućih tehnologija za smanjenje emisija vjerojatno neće biti dovoljna za kataliziranje prijelaza na čistu energiju. Ključna postavka ovog rada jest 'promišljeno i globalno djelovanje'. Malo je vjerojatno da će se prijelaz na čistu energiju spontano pojaviti. Moraju se uspostaviti politike koje će ga potaknuti i usto moraju biti učinkovite na globalnoj razini (za razliku od samo pomicanja emisija iz jedne regije u drugu). Izazov je, možda i najveći od svih, provođenje politike i programa koji zapravo ostvaruju potrebna smanjenja globalnih emisija. Ovdje okolnosti političkog gospodarstva uzimaju vodeću ulogu. Te perspektive potiču naš fokus na političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju.

[1]U nedavnim je pregovorima postavljen ambiciozan cilj od 1,5 stupnja, uz tvrdnju da je to "daleko sigurnija linija obrane od najgorih utjecaja klimatskih promjena" (UNFCCC, 2015.).

1. Fosilni izvori na kojima smo izgradili svoje carstvo

Knjiga *Fosilni kapital − Uspon parnog pogona i korijeni globalnog zatopljenja* Andreasa Malma donosi iscrpan povijesni pregled i složenu analizu uspostavljanja industrijskog pogona na fosilna goriva i industrijalizirane kapitalističke ekonomije, najprije u Velikoj Britaniji, a konačno u cijelom svijetu. (A. Malm, 2016.). Malmov je narativ kompleksan i ne osporava visoku 'gustoću energije' u fosilnim gorivima u odnosu na druge moguće izvore energije industrijskih pogona, a niti danas prisutnu ustoličenost fosilnog goriva za otvorenu globalnu razinu industrijalizacije. Ona osporava navedenu povijesnu nužnost upravo takve razvojne putanje i njezinih današnjih posljedica – sve izvjesnijeg naglog izumiranja složenog višestaničnog života na Zemlji, uključujući i ljude.

Kako smo se našli u takvom škripcu? Dominantna predodžba kaže da je to jednostavno ljudska priroda. U svakom čovjeku, u njegovim zajednicama, čučao je pritajeni ložač fosilnih goriva koji je samo čekao tehnološku priliku ne bi li se pojavio na pozornici povijesti. Jer blagodati civilizacije – poput pravnog poretka ili standarda javnog zdravstva – ljudi su, eto, mogli postići i još uvijek postižu samo zahvaljujući sustavnom izgaranju koncentriranog ugljika taloženog u Zemljinoj kori kroz geološke ere. Sad smo u škripcu, ali drukčije nije moglo biti i očajnički tražimo bijeg iz tog škripca oslanjajući se na jednake "misaone nužnosti" koje su nas nehotice u njega i dovele.

A. Malm pokazuje da su specifični društveni odnosi, odnosi među tvornicarima, radnicima, seljacima, političarima jednog poluperifernog društva u odnosu na azijske velesile tadašnjeg svjetskog poretka, uveli fosilnu ekonomiju rasta kao paradigmu reprodukcije društva. Paradigmu kojoj se danas bojimo potražiti alternativu jer ne vidimo kako prehraniti i emancipirati sedam milijardi ljudi umreženih u globalnu sadašnjicu.

Spoznajama o tome kako su se opisani odnosi uspostavili, proširili i gdje su sve danas prisutni možemo utrti put nalaženju i uspostavljanju i onih odnosa koji su primjereniji manjoj, stabilnijoj, pravednijoj, obnovljivoj ekonomiji sutrašnjice koja se odupire "shizofrenim" nejednakostima u radu, moći i bogatstvu te klimatskoj katastrofi.

2. Nova era ublažavanja klimatskih promjena

U svrhu izbjegavanja potencijalno pogubnih posljedica povezanih s klimatskim promjenama, pod pokroviteljstvom Ujedinjenih naroda donesen je niz globalnih sporazuma. Prva konferencija stranaka (Conference of Parties − COP) okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama (NREL/PR-6A20-62558, National Renewable Energy Laboratory), održana je

1995. u Berlinu. Na dvadesetom sastanku COP20, održanom 2014. u Limi, relativno je malo postignuto u smislu realne promjene putanje globalnih emisija stakleničkih plinova koje potiču klimatske promjene. COP21 u Parizu krajem 2015. označava potencijalni proboj koji uvodi novu eru ublažavanja klimatskih promjena.

Uspješan završetak COP21 odražava tri značajke trenutačne situacije koje se dosta razlikuju od prethodnih velikih pokušaja postavljanja planeta na poželjniju putanju emisije stakleničkih plinova. Najnoviji veliki pokušaj, prije COP21, dogodio se na konferenciji COP15 održanoj 2009. u Kopenhagenu.

Prvo, COP15 vrhunac je pomaka u okviru pregovora. Na COP15 pregovori su nadišli *top-down* pristup[2], u osnovi određena je trajektorija globalnih emisija i pregovarači su tražili analizu odgovornosti na razini zemlje za postizanje tog puta.[3] Nasuprot tomu, COP21 u Parizu koristio je *bottom-up* pristup[4], pri čemu su pojedine zemlje predlagale ono što smatraju da su ostvarive fer trajektorije emisija za njihove konkretne okolnosti. Ti prijedlozi formalno se nazivaju Predviđeni i na nacionalnoj razini određeni doprinosi (Intended nationally determined contributions − INDC). U tom novom pregovaračkom okviru projicirana trajektorija globalnih emisija zbroj je pojedinačnih INDC-a zemalja.

Drugo, brz tempo tehnološkog napretka u tehnologijama i sustavima obnovljivih izvora energije, čak i ako se promatra samo zadnjih osam godina, utječe na političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju (United States Department of Energy − USDOE; 2015.). Povijesno gledano, vlade koje su namjeravale poduzeti promišljene akcije za ispravljanje golemog tržišnog neuspjeha emisija stakleničkih plinova patile su od problema "kokoš ili jaje". Konkretno: mnoge tehnologije koje su imale dugoročan potencijal da podrže prijelaz na čistu energiju bile su na niskoj razini, nezrele i relativno skupe. Kao rezultat toga, bile su uglavnom neprivlačne za privatne investitore. Iako ti čimbenici pružaju čvrste gospodarske razloge za vladinu podršku, politika podrške nezrelim i relativno skupim tehnologijama na niskoj razini ipak je teška. Teška politika neizbježno ograničava ambiciju politika koje su ključne za razvoj tehnologije.

Ukratko, postoji krug u kojem politika pokreće politike, politike pokreću tehnologiju, a stanje tehnologije utječe na politiku. Danas, iz perspektive napredovanja tehnologija čiste energije, dokazuje se da taj krug postaje pozitivan, a

[2]Pristup odozgo prema dolje.

[3]Na COP15 također se raspravljalo o pristupu preuzetom u Parizu na COP21 kroz rasprave o Odgovarajućim nacionalnim mjerama za ublažavanje (Nationally Appropriate Mitigation Actions − NAMA).

[4]Pristup odozdo prema gore.

ne negativan. (A. Višković, 2002.). Od 2008., godine prije no što COP15 nije uspio zakoračiti prema djelotvornom globalnom ublažavanju, globalni indeks cijena sunčanih modula smanjio se za čimbenik od gotovo četiri, a brzina tehničkog napredovanja bila je znatno brža od gotovo svih predviđanja (Feldman et al., 2014.). Smanjenje troškova vjetroelektrane, iako ne toliko dramatično, bilo je brzo prema bilo kojim uobičajenim standardima (Mone et al., 2015.). Takav napredak potiče privatna ulaganja i općenito olakšava politiku podrške prijelaza na čistu energiju. Ulaganja u proizvodnju energije odrazila su se na te pomake. U 2014., prvi put u povijesti, količina novih kapaciteta obnovljivih izvora nadmašila je nove sustave na fosilna goriva na globalnoj razini (Sawin et al., 2015.). Taj se trend nastavio u 2015., s novim kapacitetom obnovljivih izvora energije koji opet nadmašuje fosilna goriva (Frankfurt School − UNEP Centar / BNEP 2016).

Treće, zemlje u razvoju suočavaju se s problemima klimatskih promjena s daleko dubljom i sofisticiranijom bazom znanja nego u 2009. godini (Arndt i Tarp, 2015.). U Kopenhagenu na COP15 postalo je jasno, kao pitanje aritmetike, koju ključnu ulogu zemlje u razvoju moraju igrati u bilo kojem učinkovitom globalnom režimu ublažavanja klimatskih promjena. Ipak, složene implikacije efekata klimatskih promjena, politike prilagodbe i politike ublažavanja zapravo su tek počele prodirati u glavne aparate odlučivanja zemalja u razvoju. Na primjer, studija Svjetske banke o ekonomičnosti prilagodbe na klimatske promjene, koja je trebala poslužiti kao kritičan doprinos zemljama u razvoju za COP15 u 2009., objavljena je tek 2010., nakon završetka sastanka COP u Kopenhagenu (Piani, G., Višković, A., Saftić, B.; 2011.). Prema našem iskustvu, u vrijeme oko COP15, rad na pitanjima klimatskih promjena, posebno kad se govorilo osoblju iz kritičnih središnjih jedinica za financiranje i planiranje u zemljama u razvoju, često je rezultirao osnovnim smjernicama o klimatskim promjenama i s osnovama politike energetskih prijelaza. Proces internalizacije informacija i procjena odgovarajućih odgovora politike tek je počeo.

Danas bi bilo pretjerano reći da su informacije o klimatskim promjenama u potpunosti internalizirane i odgovarajuće politike procijenjene u zemljama u razvoju. Ipak, taj proces je puno napredniji nego 2009. godine. U mnogim zemljama angažirane su središnje jedinice za odlučivanje. To je ključno. Duboke gospodarske transformacije svojstvene za prijelaz na čistu energiju morat će se potpuno integrirati u gospodarsko odlučivanje. Doprinosi iz zemalja u razvoju dokazuju taj sve sofisticiraniji i nijansiraniji pogled na klimatski izazov. Više od 160 INDC-a na *web*-stranici UNFCCC-a (United Nations Framework Convention on Climate Change), možda su najznačajniji dokaz.

Indija i Kina konkretni su slučajevi. U 2009. godini, fer je reći da je indijska pregovaračka strategija usmjerena na pozicioniranje klimatskih promjena kao problem razvijenih zemalja. Nasuprot tomu, indijski INDC nudi ozbiljne pokušaje smanjenja intenziteta ugljika svojeg BDP-a. Kina je otišla dalje, nudeći najviše emisija do 2030. godine, nakon čega će se smanjiti. U cjelini, INDC-ovi prikazani na COP21 odlučujući su prekid prošlih trendova emisija. Nedavna analiza INDC-a od strane Međunarodne agencije za energetiku (2015.), ukazuje da će gotovo svaka zemlja staviti snažan fokus na smanjenje emisija, čime će čista energija narasti do više od 50 posto svjetske energije do 2040. godine. Opseg i ambicija tih ponuda proizlaze od dugih i često teških procesa internacionalizacije i ocjenjivanja opcija politike koji su se dogodili u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju.

Ta tri pomaka sad se kombiniraju kako bi stavili politike donošenja odluka i politike zemalja u središte pozornosti. Svidjelo se to ili ne, u ovom trenutku ne postoje izgledi za jedinstvenu globalnu politiku, kao što je globalni porez na ugljik ili trgovina emisijskim jedinicama plinova ili *cap and trade* na koje su se svi narodi složili da se pridržavaju. Umjesto toga, gotovo će sve zemlje na svijetu odlučiti postići svoje doprinose na svoje vlastite načine, a njihova sredstva za postizanje tih ciljeva bit će različita. Na primjer: SAD, vodeći zagovornik međunarodnih foruma za oslanjanje na tržišta, izgleda da će slijediti domaću politiku regulatornog zakona. Kina, model zemlje u razvoju, objavila je u rujnu 2015. namjeru za nacionalni sustav trgovine emisijskim jedinicama plinova. Sve u svemu, raspon politika koje se provode, a time i stupanj eksperimentiranja s politikama, izgleda gotovo sigurno vrlo velik.[5] Prije nastavka, pokretači tehnologije navedeni u potonjem tekstu zaslužuju bliži pregled.

3. Tehnološki inovatori

Stopa tehnološkog napretka u prostoru obnovljivih izvora energije bila je posebno brza. Uspostavljene institucije, koje su nekoć bile izolirane od brzih promjena, sad su predstavljene dinamiziranim aktivnostima za istodobno postizanje ciljeva dekarbonizacije i ciljeva održivog razvoja; s pristupačnom energijom s niskom razinom ugljika i lako dostupnom. Javlja se tzv. institucionalna inovacija − kroz javnu politiku, financije, poslovne modele, tržišta, planiranje i druge dimenzije radi promicanja implementacije. Te inovacije − i tehničke i političke značajke koje posjeduju − u interakciji su s nizom prisutnih aktera i

[5] Usporavanje politika za postizanje prijelaza na čistu energiju također je jasna mogućnost u mnogim zemljama.

interesa te utječu na političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju. Stoga je vrijedna kratka procjena inovatora tehnologije.

Rastuća konkurentnost cijena i napredne mogućnosti tehnologija obnovljivih izvora energije, pretežno vjetra i Sunčeve energije, ključni su stup inovacije čiste energije i tehnološkog napretka. Promatrano u mnogim kontekstima, cijena novoizgrađene vjetroelektrane ili postrojenja na Sunčevu energiju sad je ispod cijene konkurentnih alternativa za fosilna goriva, čak i bez razmatranja varijabilnosti cijene goriva ili utjecaja na okoliš ili zdravlje (Stark et al., 2015.). Svojom zemljopisno raznolikom i promjenjivom prirodom ti se resursi preoblikuju, posebno kako se elektroenergetski sustavi planiraju, upravljaju, rukovode, pa čak i konceptualiziraju (Miller i sur., 2015.). Nadalje, modularnost Sunčevih panela omogućava održivu alternativu tradicionalnom odnosu između dobavljača i kupaca, što doslovno osnažuje potrošače putem tehnologije, regulacije i inovacija poslovnog modela, kako bi stvorili vlastitu energiju.

Kvalitete tehnologija čiste energije također imaju implikacije za energetsku sigurnost u kontekstu razvijenih zemalja i zemalja u razvoju. Tehnologija proizvodnje iz obnovljivih izvora energije nudi mogućnost smanjenja ovisnosti o uvozu goriva. Ipak, trgovina energijom između zemalja može ili ne mora opasti. Postoje dobici od učinka portfelja od proizvodnje iz obnovljivih izvora energije do širokih područja potaknuti jednostavnim promatranjem da će negdje vjerojatno biti vjetrovito i/ili sunčano (Keane et al., 2011.). Osim toga, hidroenergetski resursi često su koncentrirani na nekoliko lokacija. Oba čimbenika upućuju na povećanu regionalnu trgovinu energijom kao potencijalnom posljedicom povećane ovisnosti o obnovljivim izvorima energije. Kao rezultat toga, energetska sigurnost u budućnosti obnovljive energije može imati puno više regionalnih nijansi.

Istodobno, inherentna disperzija vjetra i Sunčevih resursa, u kombinaciji s novim tehnologijama i poslovnim modelima, predstavlja sve atraktivnije putove za širenje pristupa energiji odozdo prema gore, što potencijalno preskače potrebu za nekim od nezgrapnih infrastrukturnih ulaganja koja se teško financiraju, a povezana su s tradicionalnim energetskim sustavima. Ta raspršena priroda obnovljive energije može biti posebno relevantna za ruralne zone i manje koncentracije potražnje smještene na određenoj udaljenosti od funkcionalnih mreža. Napredak u podatkovnim sustavima, komunikacijskim tehnologijama i troškovima skladištenja energije ubrzava decentralizaciju i heterogenost energetskog sektora (Zinaman et al., 2015.).

Dok je tehnologija temeljni pokretač, sve je jasnije da dostupnost tehnologije sama po sebi nije dovoljna za ubrzavanje prijelaza na čistu energiju; inovativne i nacionalno prilagođene strategije implementacije − koje se temelje na javnoj politici i regulaciji, tržišnim reformama, angažmanu privatnog sektora i snažnim analitičkim alatima i podacima − ostaju važni čimbenici.

Često regulacija i upravljanje zaostaju za tehnološkom inovacijom, pri čemu se javlja potreba za institucionalnom inovacijom kako bi se održao korak. Tekuće inovacije u energetskim sustavima često zahtijevaju ili prilagodbu uspostavljenih regulatornih konstrukata kako bi se prilagodile novim tehnologijama (oblik inkrementalne promjene) ili široke reforme samih regulatornih konstrukata (možda i putem rekonstruktivnih ili evolucijskih pristupa) (vidi, na primjer, Zinaman et al., 2015.). U svim kontekstima, rješavanje tehnoinstitucionalnih kompleksnih perpetuirajućih sustava s većom emisijom ugljika − koje neki nazivaju *carbon lock-in* (vidi, na primjer, Unruh 2000.) − zajednička je tema.

Vrlo je vjerojatno da će tehnologija ostati jedan od ključnih čimbenika koji utječu na obveze povezane s klimom i razvojnim ciljevima povezanim s energijom, u pogledu postavljanja ciljeva i implementacije. Ono što je danas tehnički moguće i gospodarski privlačno u odnosu na dekarbonizaciju i održivi razvoj puno je veće nego što je bilo tijekom (primjerice) važenja Protokola iz Kyota. Očekuje se neprekidan i brz tempo tehničkog napretka. Da bi se iskoristile mogućnosti koje nudi tehnički napredak, vjerojatno će biti potrebni istodobni inovativni pristupi i regulaciji i politici. To ukazuje na inherentne političke gospodarske čimbenike koje treba uzeti u obzir.

4. Izazovi u zemljama u razvoju nasuprot razvijenim

Političko gospodarstvo energetskih prijelaza od interesa je i za razvijene zemlje i za zemlje u razvoju. Kao što je istaknuto, razvijene zemlje ne mogu same riješiti izazov ublažavanja. Obim postojećih emisija iz zemalja u razvoju u kombinaciji s njihovim trajektorijama brzog rasta naglašava važnost zemalja u razvoju u bilo kojem učinkovitom režimu globalnog ublažavanja.

Zemlje u razvoju istodobno se suočavaju s golemim izazovima. Uklanjanje apsolutnog siromaštva također je glavni izazov XXI. stoljeća, kako je navedeno u ciljevima održivog razvoja. Malo je vjerojatno da će se zemlje u razvoju odreći svoje razvojne težnje u korist ciljeva ublažavanja. Dakle, političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju u zemljama u razvoju jedan je od najtežih i najvažnijih izazova.

U odnosu na razvijeni svijet, dotadašnje emisije, relativno prihvatljive materijalne okolnosti, institucionalne sposobnosti i tehničko znanje, dovode do očekivanja da će on voditi energetski prijelaz. To znači smanjenje apsolutnih emisija u bliskoj budućnosti i postizanje velikog smanjenja do sredine stoljeća. Tu promjenu moraju poduzeti energetski sustavi koji su karakterizirani slabim ili čak negativnim rastom potražnje energije, kao i duboko ukorijenjenim akterima i interesima.

Ukratko, izazovi s kojima se suočavaju i zemlje u razvoju i razvijene zemlje ne smiju se uzimati olako. Iako se očekuje da će razvijene zemlje voditi − primjerice, u pogledu vladinih obveza prema aktivnosti istraživanja, razvoja, demonstracije i implementacije novih tehnologija − ključna uloga regulatornih okvira, politika i institucija već je naglašena. To zahtijeva lokalna rješenja u kontekstu zemalja u razvoju i razvijenih zemalja. Podjela tih dviju širokih skupina zemalja nije ni jasna ni brza ni u drugim aspektima. Građani razvijenih zemalja očekuju gospodarski napredak kroz vrijeme zajedno s upravljanjem okolišem, a zemlje u razvoju zasigurno imaju svoj udio u utvrđenim interesima.

Međutim, široko definirani izazovi s kojima se suočavaju razvijene zemlje i zemlje u razvoju prilično se razlikuju. Konkretno, potaknuta rastom broja stanovnika / radne snage, tehnološkom nadoknadom[6], relativno visokom graničnom proizvodnosti kapitala[7] i značajnim težnjama za rast, može se očekivati da će gospodarstva zemalja u razvoju rasti brže od onih razvijenih zemalja. Prema tome, potražnja za novom opskrbom energije vjerojatno će biti znatno veća u zemljama u razvoju nego u razvijenim.

Taj izazov ima više aspekata. S jedne strane, INDC-ovi koje su postavile zemlje u razvoju ukazuju na preusmjeravanje od dobro poznatog puta korištenja masivne fosilne energije do razvoja goriva. To trasiranje novog puta ili novih putova gotovo je sigurno manje jasno od slijeđenja prethodnih recepata. Budući da su institucionalne i ljudske sposobnosti u zemljama u razvoju karakteristično slabe u odnosu na razvijene zemlje, potreba za trasiranjem novih putova i suočavanja s novim izazovima izaziva opravdanu zabrinutost. S druge strane, sustavi temeljeni na fosilnim gorivima imaju niz poznatih nedostataka.

Prvo, zemlje u razvoju često imaju teškoća s primjenom sustava temeljenog na fosilnim gorivima, posebno za proizvodnju električne energije. Te poteškoće proizlaze iz brojnih čimbenika. Poanta je da je nepouzdana opskrba energijom dugo bila obilježje mnogih gradova u zemljama u razvoju i često se na nju ukazuje kao značajnu kočnicu gospodarskog razvoja (vidi: Foster, 2008.). Dok je intermitentnost u proizvodnji karakteristična za mnoge elektrane na obnovljivu energiju, ta se varijabilnost znatno smanjuje na razini sustava; no, postignuta ili poboljšana razina pouzdanosti u mnogim zemljama u razvoju često je prilično niska. Relativno modularna priroda i kratko vrijeme za realizaciju ulaganja u sustave za proizvodnju električne energije od vjetra i Sunca daju prednost zemljama u razvoju, kod kojih je rast potražnje promjenjiv i puno manje predvidljiv nego u razvijenim zemaljama.

[6] engl. *technological catch-up*

[7] engl. *marginal productivity of capital*

Drugo, sustavi temeljeni na fosilnim gorivima slabo su pogodni za ruralna područja. To se posebno odnosi na proizvodnju električne energije. Oko 1,2 milijarde ljudi (oko 17 posto svjetske populacije) nema pristup struji, a velika većina živi u ruralnim područjima zemalja u razvoju (Međunarodna agencija za energiju, International Energy Agency − IEA; 2015.). Ruralni stanovnici u zonama koje nemaju pristup električnoj energiji često su apsolutno siromašni. Ukratko, postojeći elektroenergetski sustavi temeljeni na fosilnim gorivima slabo služe najsiromašnijima. Dokazano je da različite tehnologije proizvodnje energije iz obnovljivih izvora učinkovito funkcioniraju na tim područjima. Bioelektrane trenutačno opskrbljuju desetke sela u južnoj Aziji (Bhattacharyya 2014), a sljedeće generacije bioelektrana također nude dodatna obećanja za ruralne zone. S brzim napretkom u području Sunčeve i baterijske tehnologije, distribuirani sustavi za Sunčevu energiju pružaju potencijalnu priliku bez presedana za povećanje dostupnosti električne energije nekim od najsiromašnijih građana svijeta.

Treće, lokalizirani utjecaji onečišćenja sustava temeljeni na fosilnim gorivima mogu biti intenzivni. Loša kakvoća zraka prouzročuje ozbiljne zdravstvene probleme. New Delhi i Peking samo su najnoviji primjeri mjesta gdje ona ozbiljno utječe na uvjete života. Sustavi za čistu energiju imaju potencijal umanjenja ili čak učinkovitog uklanjanja tih stvarnih troškova.

Četvrto, sustavi na fosilna goriva i potiču i ometaju razvoj. Iskustvo u zemljama koje ih koriste ukazuje na to da oni nisu nositelj njihova gospodarstva općenito i posebice blagostanja njihovih građana. Cijena fosilnih goriva, kao i popratna makroekonomska nestabilnost, u kombinaciji s tendencijom koncentracije prihoda od prodaje fosilnih resursa u nekoliko ruku nisu pomogle razvojnim obrascima u mnogim zemljama, što je navelo neke autore da proglase "prokletstvo resursa" (Frankel, 2010.). Za većinu uvoznika fosilnih goriva varijacije u cijenama imaju velik utjecaj, često s implikacijama na političku stabilnost (npr. Arndt et al., 2012.).

Konačno, zemlje u razvoju mogu posjedovati inherentne prednosti u pogledu čiste energije. Mnoge od njih relativno su bogate Sunčevom energijom, vjetrom i neiskorištenim hidroenergetskim potencijalima. U svijetu u kojem dominiraju sustavi čiste energije, mnoge zemlje u razvoju mogu imati inherentnu komparativnu prednost u energetski intenzivnim aktivnostima.[8]

[8]Pitanje je jesu li zemlje u razvoju sposobne iskoristiti te prednosti (ako doista postoje). To je važno područje za buduća istraživanja.

Prijelaz na čistu energiju stoga nije nužno zapreka težnjama rasta u zemljama u razvoju. Postoji niz razloga za razvijene zemlje da pomažu zemljama u razvoju u ostvarivanju prijelaza na čistu energiju. Ne manje važno je da neuspjeh zemalja u razvoju za prijelaz na izvore čišće energije podrazumijeva neuspjeh stabilizacije globalne klime, s negativnim implikacijama za sve.

Razvijene zemlje također su odgovorne za nerazmjeran udio stakleničkih plinova u atmosferi. To bi mogao postati velik problem ako nedostatak prostora za još veće zalihe atmosferskih stakleničkih plinova nametne usku povezanost između razvojnih težnji građana zemalja u razvoju tijekom idućih nekoliko desetljeća i stalne promjene globalne klime. Činjenica da razvijene zemlje učinkovito traže prava na globalnim atmosferskim dobrima postaje manje problematična ako se otvore novi putovi za poticanje razvoja kako se budu zatvarali putovi fosilnih goriva.

Praktični i etički argumenti za pomaganje zemljama u razvoju pri preuzimanju tih novih putova su jaki. Istodobno, nije riječ o implementaciji sustava čiste energije, bez obzira na cijenu. Kao što je naglašeno, promjene koje su svojstvene za prijelaz na čistu energiju duboke su, uključujući puni gospodarski sustav s implikacijama na konkurentnost i gospodarski rast. Ako se učini nepravilno, ti troškovi mogu lako postati vrlo visoki i vjerojatno će smanjiti volju za poduzimanje tog prijelaza.

Stoga su ključni gospodarska učinkovitost i razumni kapital. Učinkovite i relativno jeftine prijelaze na stabilnu globalnu klimu u velikoj se mjeri gleda kao neposredno moguće.[9] Procjene troškova IPCC-a u Petom izvješću pokazuju približno godinu ili dvije usporenja globalnog rasta do sredine stoljeća. Drugim riječima, globalni BDP po glavi stanovnika s ublažavanjem bi 2055. dostigao razinu jednaku onoj koju bi dostigao oko 2053. bez ublažavanja. Ti izračuni obično zanemaruju prednosti ublažavanja u smislu izbjegavanja utjecaja klimatskih promjena, kao i zdravstvene koristi od smanjenja onečišćenja. Isto tako, postoje stvarne mogućnosti za povećanje ravnoteže energetskih prijelaza kroz, primjerice, bržu elektrifikaciju ruralnih područja i bolju kvalitetu zraka u urbanim dijelovima zemalja u razvoju.

Zaključak – optimističan ton usprkos izazovima

Prijelaz na čistu energiju nije lak, što je dobro ilustrirano u studijama slučaja. Čak i ako je tehnički put čist i potpuno jasan, prijelaz na čistu energiju uključivat će pomak resursa između konkurentnih gospodarskih sektora i političkih entiteta uz promjene u institucionalnim i političkim okvirima. Dionici u

[9] Danska daje primjer kako se globalni ciljevi ublažavanja mogu postići rastom stope rasta BDP-a.

tom procesu imaju različite stupnjeve političke i ekonomske moći. Bez obzira na društvo ili politički sustav, razumijevanje načina na koji politički čimbenici utječu na prijelaze na čistu energiju od presudne je važnosti za učinkovitu formulaciju politike i olakšavanje prijelaza na održive energetske sustave.

Čini se da je to prikladno. COP21 predstavlja značajan prekid s prošlošću. Tehnološka promjena u sektoru čiste energije vrlo je brza. U mnogim su zemljama vidljive institucionalne i političke promjene. I alokacije resursa se mijenjaju, kao što pokazuju velika ulaganja u sustave čiste energije koji se pojavljuju širom svijeta. U praksi, skup INDC-a koji proizlaze iz COP21 obećava bitan globalni prijelaz prema sustavima čiste energije. Drugim riječima, globalni napori za ublažavanje uvelike su počeli.

Za prve korake bilo je potrebno puno više napora. Tijekom sljedećih nekoliko godina zemlje trebaju pratiti svoje INDC-ove. Gledano dalje, dobro je poznato da zbroj obveza INDC-a ne rezultira energetskim sustavom koji je dovoljno dobar za okoliš i, istodobno, stabilnom globalnom klimom. U budućnosti će biti potrebno još više ambicioznih obveza/transformacija.

Iako se čini da je slobodan pristup odozdo prema gore primjeren početak, vjerojatno je da će ograničenja visokodisperziranog pristupa usvojenog u Parizu na COP21 postati jasna. Na primjer, traženje INDC-a nije pristup koji je posebno prikladan za rješavanje problematičnih i povezanih pitanja međunarodne trgovine, trgovine ugljikom i *footloose* industrija[10] / istjecanja ugljika.

Literatura

[1] Arndt C., M. A. Hussain, E. S. Jones, V. Nhate, F. Tarp and J. Thurlow: Explaining the evolution of poverty: The case of Mozambique, *American Journal of Agricultural Economics,* 2012., 94(4): 854-72.

[2] Arndt C. and F. Tarp: Climate change impacts and adaptations: Lessons learned from the greater Zambeze River Valley and beyond, *Climatic Change*, 2015., 130(1): 1-8.

[3] Bhattacharyya S. C.: Viability of off-grid electricity supply using rice husk: A case study from South Asia, *Biomass and Bioenergy,*2014., 68: 44-54.

[4] Feldman D., G. Barbose, R. Margolis, T. James, S. Weaver, N. Darghouth and R. Wiser: Photovoltaic system pricing trends: historical, recent and near-term projections (2014.). Edition: Presentation by SunShot, US Department of Energy,

[10] industrija slobodne proizvodnje; industrija koja nije vezana za lokaciju ili zemlju, tj. može se preseliti preko nacionalnih granica ovisno o promjeni ekonomskih uvjeta

NREL/PR-6A20-62558. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, 2014.

[5] Foster, V.: Overhauling the engine of growth: Infrastructure in Africa, African Infrastructure Country Diagnostic, The World Bank, Washington, DC, 2008.

[6] Frankel J. A.: The Natural Resource Curse: A Survey (No. l5836), National Bureau of Economic Research, 2010.

[7] Frankfurt School-UNEP (United Nations Environment Programme), Centre/BNEF (Bloomberg New Energy Finance): Global trends in renewable energy investment, Frankfurt School of Finance and Management, Frankfurt, 2016.

[8] International Energy Agency: World energy outlook special report 2015: Energy and Climate Change, International Energy Agency, Paris, 2015.

[9] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Climate Change 2013: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment, 2013.

[10] Piani G., A. Višković, B. Saftić: *Protokol iz Kyota – Ostvarenje i budući razvoj, zakonodavstvo, strategije, tehnologije*, Graphis, Zagreb, 2011.

[11] Malm A.: *Fossil capital − The rise of steam power and the roots of global warming*, Verso Books, UK, 2016.

[12] Višković A.: *Energija i međunarodni transfer tehnologije*, EGE Marketing, Zagreb, 2002.

[13] Višković A., L. De Paoli: *Ekonomija i politika proizvodnje električne energije – Razlozi i kriteriji javne potpore obnovljivim izvorima energije i Protokol iz Kyota*, Kigen, Zagreb 2007.

Dodatak: Popis pokrata institucija

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IEA	International Energy Agency
UNEP	United International Energy Agency Programme
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
NREL	National Renewable Energy Laboratory
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
COP	Conference of Parties to UNFCCC
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
USDOE	United States Department of Energy
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions

Introduction to the History and Policies of Energy Transitions

Alfredo Višković

Abstract: The transition from our current global energy system is very important. The 'need' for the next 'energy transition' is widespread because current energy systems are simply untenable by all social, economic and ecological criteria. The future of the energy system is one of the major challenges facing the policy of industrial countries. Unfortunately, neither the private markets nor the state institutions can move the transition to new, cleaner energy systems such as renewable energy and electrical mobility, which often require significant changes in technology alone, but also in state regulation, incentives and pricing and behaviour patterns adoptive parents. So the speed at which a transition can take place − its time, or time dynamics − is a critical consideration. In other words, if the transition does not happen quickly or soon, it may be too late. The term 'energy transition' sits at the centre of this slit.

Keywords: climate change, developed countries, developing countries, dispersed energy access, energy system, energy transition, sustainability

Alfredo Višković, Damir Crnković

Transformacije elektroenergetskog sektora – novi poslovni model

Sažetak: Na svjetskoj razini elektroenergetski sektor preuzima vodeću ulogu na području razvoja, transformacije i inovacije. Zadnjih godina tehnološki razvoj te sve prodornija primjena informacijskih i komunikacijskih tehnologija doveli su do tzv. 'energetske tranzicije', fenomena koji stvara nove tržišne prilike te revolucionira tradicionalne i ukorijenjene poslovne modele. Elektroenergetski sektor očekuje povoljna i stimulirajuća budućnost zahvaljujući sve značajnijem napretku tehnologije.

Ključne riječi: energetska tranzicija, elektroenergetski sustavi, integracija obnovljivih izvora energije, klimatske promjene, održivost

Uvod

Kako bismo bolje shvatili transformacije i inovacije koje su se zbile u elektroenergetskom sektoru u zadnja dva desetljeća te poslovne modele koji ih karakteriziraju, posebice one koji predviđaju snažan razvoj, potrudit ćemo se uklopiti razvoj sektora u okvir elektroenergetskog sustava na globalnoj razini te ukazati na specifičnosti.

Energija je sve dominantniji faktor za društveni i ekonomski razvitak naroda. Ako grupiramo zemlje na osnovi dohotka, koristeći klasifikaciju Svjetske banke, moguće je uočiti izravnu vezu između energije i razvoja. S druge strane, čak i veza između energije i okoliša sve je veća te je nužna energetska politika

koja će biti odvojena od politike zaštite okoliša, politika u kojoj elektroenergetski sektor igra glavnu ulogu.

Analiziramo li razvojni trend [1], zaključujemo da je od početka XX. stoljeća svjetsko stanovništvo naraslo za 17 % te dostiglo broj od 7,5 milijardi, dok je potrošnja primarne energije rasla još brže (+35 %), a električne energije 53 %. Usprkos tako značajnom razvoju, 1,3 milijarde ljudi još uvijek nema pristup električnoj energiji, a od toga ih oko 600 milijuna živi u supsaharskoj Africi. To je jasan pokazatelj da je društveno-ekonomski napredak zaobišao velik dio svjetskog stanovništva, tako da pred elektroenergetskim sektorom i dalje stoje izazovi i prilike za doprinos globalnom razvoju.

Spomenuti trend rasta nastavit će se i u budućnosti: tako se predviđa da će 2030. godine proizvodnja električne energije obuhvatiti gotovo 45 % primarnih energetskih resursa. Očigledno je da na svjetskoj razini elektroenergetski sektor preuzima vodeću ulogu na području razvoja, transformacije i inovacije. Zadnjih godina tehnološki razvoj te sve prodornija primjena informacijskih i komunikacijskih tehnologija doveli su do tzv. ‘energetske tranzicije’, fenomena koji stvara nove tržišne prilike te revolucionira tradicionalne i ukorijenjene poslovne modele. [2]

1. Očekivani razvoj elektroenergetskog sektora

Evidentan je porast broja svjetskog stanovništva od početka stoljeća pa do danas, s predviđanjima do 2030. godine [3]. Treba napomenuti da u tom porastu, kao i onom potrošnje električne energije, uglavnom predvode zemlje u razvoju kod kojih je porast potrošnje veći od porasta broja stanovništva. Nasuprot tomu, potrošnja električne energije pokazuje brži rast u odnosu na primarnu energiju, potvrđujući fenomen koji će biti sve naglašeniji u budućnosti: središnju ulogu koju će električna energija sve više preuzimati u svjetskom ekonomskom i društvenom razvoju.

Ključni faktori za razumijevanje razvoja energetskog sektora su sljedeći:

- porast broja stanovnika i rastuća urbanizacija
- porast životnog standarda, posebice u zemljama u razvoju
- sve veće posvećivanje pažnje smanjenju emisija CO_2
- razvoj novih tehnologija u elektroenergetskom sektoru (obnovljivi izvori energije, pohrana, IoT[1], itd.)
- progresivno razdvajanje cijene električne energije od cijene nafte i plina

[1] **IoT** (engl. *internet of things); internet stvari*

– odstupanje, u prvom redu kod industrijski razvijenih zemalja, između povećanja BDP-a te kretanja potrošnje energije (tom fenomenu pogoduje sve veća uloga energetske učinkovitosti).

No, da bismo u potpunosti razumjeli budućnost elektroenergetskog sektora, potrebno je imati na umu da, za razliku od prošlih vremena, za inovacije u sektoru više nisu niti će biti zaslužne samo snažne tvrtke i javne institucije koje se bave istraživanjem i razvojem nego novi subjekti (tehnološki *start-up*[2], *prosumer*[3]), korisnici proizvoda i usluga.

U takvom će kontekstu, kao i u drugim industrijskim sektorima, inovacija biti to uspješnija što bude više donosila prednosti, realnih ili percipiranih, krajnjim korisnicima. Da bi se postigao taj rezultat, nije dovoljno samo ulagati u razvoj novih tehnologija nego je potreban holistički pristup koji će identificirati nove modele interakcije s klijentima te koji će uključivati različita znanstvena područja: psihologiju, ekonomiju, komunikacije itd., odnosno postojanje marketinga koji neće biti usmjeren prvenstveno na postojeće stanje, nego će biti kreativan u percipiranju, razumijevanju, predviđanju te utjecati na pronalaženje novih rješenja koja će zadovoljavati potrebe klijenata. To je put koji će dovesti do stvaranja novih poslovnih paradigmi u odnosu na one tradicionalne.

No, krenimo redom te razjasnimo na koji način inovacije uvode promjene u elektroenergetski sektor, analizirajući pet osnovnih područja:

– proizvodnja električne energije
– visokonaponski prijenos (VN)
– distribucija srednjeg (SN) i visokog napona (VN)
– prodaja električne energije
– korištenje električne energije od strane krajnjih korisnika.

1.1. Proizvodnja električne energije

U tablici 1. prikazani su podaci koji se odnose na svjetsku proizvodnju električne energije u 2017. godini za vodećih 12 zemalja u svijetu, na koje se odnosi oko 70 % svjetske proizvodnje. Primjećujemo da je ukupna proizvodnja u prvim trima zemljama na popisu (Kina, SAD i Indija), gotovo jednaka zbroju svih preostalih. To je očit znak da svjetska energetska politika i politika zaštite okoliša ne mogu zanemariti što se događa i odlučuje u tim zemljama.

[2] engl. *start-up*; novoosnovano poduzeće

[3] engl. *prosumer* (kratica od *production by consumers*); osoba koja proizvodi i troši izrađevine

Tablica 1.: Svjetski elektroenergetski sektor: proizvodnja električne energije u 2017. godini u teravatsatima (TWh), ukupna svjetska proizvodnja iznosila je cca 23 400 TWh (izvor: World Energy Council, WEC, 2017.)

Kina	5400	Kanada	600
SAD	4100	Brazil	590
Indija	1100	Francuska	540
Rusija	1050	Južna Koreja	520
Japan	980	V. Britanija	340
Njemačka	600	Italija	270

Promatramo li razvoj kombiniranih primarnih izvora energije korištenih na globalnoj razini u zadnjih petnaest godina, tablica 2., primjećujemo dvije važne makrotendencije:

- znatno smanjenje količine energije iz nuklearnih izvora zbog utjecaja odluka brojnih zemalja nakon katastrofe u Fukušimi
- znatno povećanje drugih obnovljivih izvora energije, posebice vjetra i fotonaponskih sustava
- postotak povećanja električne energije iz RES-a[4], ali i fosilnih goriva
- porast obnovljivih izvora energije ne kompenzira smanjenje postotka nuklearne energije za proizvodnju iz resursa bez CO_2.

Tablica 2: Tendencije svjetske proizvodnje električne energije iz različitih resursa u zadnjih 18 godina (izvor: International Energy Agency, IEA, 2017.)

Resursi	2001.			2017.		
ugljen	38,7%	}	64,7%	40,8%	}	66,7%
nafta	7,4%			4,3%		
plin	18,6%			21,6%		
nuklearna energija	17,1%			10,6%		
voda	16,5%	}	18,2%	16,4%	}	22,7%
biomasa	1,1%			2,1%		
ostali obnovljivi izvori	0,6%			4,2%		

Također je važno spomenuti kretanje investicija u instalirane kapacitete u zadnjem desetljeću, koje bilježi vrhunac u investiranju u nove obnovljive kapacitete (isključujući velike hidroelektrane iznad 50 MW) u iznosu od 286 milijardi eura u 2015. godini: to je svojevrstan rekord s obzirom na to da prvi put prelazi iznos investiran u klasične termoelektrane. U tih je deset godina

[4] **RES** (engl. *renewable energy sources*); obnovljivi izvori energije

posebno došlo do prosječnog godišnjeg povećanja snage na području vjetroelektrana i fotonaponskih sustava − od 23 %, odnosno 51 %.

Takav razvoj vjetroelektrana i fotonaponskih sustava, u početku potaknut europskom politikom smanjenja korištenja ugljena, no danas proširen i u ostatku svijeta s Kinom na čelu, znatno je utjecao na rad elektroenergetskog sustava i s tehničkog i s tržišnog stajališta, a posebice u onim zemljama gdje je kvota instalirane snage iz obnovljivih izvora dosegnula visok postotak nacionalnog *peak load*[5] (oko 100 % u Njemačkoj i Danskoj, te između 70 % i 50 % u Španjolskoj, Portugalu, Rumunjskoj, Urugvaju i Italiji).

Prirodna varijabilnost vjetra i Sunca te njihova ovisnost o godišnjem dobu, nametnuli su nove tehnološke izazove postojećim elektroenergetskim sustavima, kao na primjer: potreba za većim rezervnim kapacitetima zbog nepostojanosti, inverzija dotoka snage u primarne kabine koje u određene sate šalju snagu iz distribucijskog u prijenosni sustav te na kraju, veća fleksibilnost parka tradicionalne proizvodnje električne energije. Sve su te izazove, nakon određenih početnih poteškoća, uspješno riješili operateri prijenosnog sustava (OPS) i operateri distribucijskog sustava (ODS) vodećih razvijenih zemalja uvođenjem novih mrežnih tehnologija te izmjenama propisa koji upravljaju radom tržišta energije.

1.2. Prijenos i upravljanje elektroenergetskim sustavom

Sektor prijenosa i dispečinga posebice karakterizira uvođenje novih, sve naprednijih uređaja i aparata, kao i sustava za zaštitu, nadzor i *on-line* upravljanje kako bi se na ekonomičan, pouzdan i siguran način upravljalo elektroenergetskim sustavom u cjelini, uza sve veću primjenu informacijskih i komunikacijskih tehnologija, tzv. ICT-a. Svaki novi uređaj ili aparat koji se uključuje u mrežu sadrži senzore za komuniciranje / obradu pojedinih fizikalnih veličina koje, zahvaljujući sve intenzivnijem korištenju *deep learning*[6] tehnika, omogućuju sprečavanje kvarova te definiranje intervencija radi održavanja.

Istosmjerni prijenosni sustavi također se ubrzano šire, i unutar pojedinih zemalja, i povezivanjem na regionalnoj razini, zahvaljujući sposobnosti te tehnologije da smanji gubitke kod prijenosa te kontroli prenesene snage, što dodatno pridonosi uravnoteženju elektroenergetskog sustava. Takva kontrola ne može se u potpunosti postići tradicionalnim izmjeničnim prijenosnim sustavima.

[5] engl. *peakload*; vršno opterećenje

[6] engl. *deep learning*; duboko učenje (poznato i kao duboko strukturirano učenje ili hijerarhijsko učenje), dio je šire obitelji metoda strojnog učenja temeljenih na računalnom korištenju neuronskih mreža

Dakle, sve veća raširenost obnovljivih izvora (povezana sa značajnim smanjenjem troškova, zahvaljujući tehnološkom razvitku), sve će više tražiti nove dizajne tržišta (energije, kapaciteta i upravljanja) kako bi se jamčio adekvatan razvoj te djelotvorna integracija. Preinaka tržišnih modela dovest će do valorizacije pozitivnih učinaka (nulte emisije, a za neke zemlje i smanjenje uvoza primarne energije), kao i onih negativnih (varijabilnost i programabilnost) te će, zahvaljujući tehnologijama, iznjedriti nove naplative usluge (kontrola frekvencije, *demand response*[7], itd.). Potreba da se na "redizajniranom" tržištu upravlja obnovljivim izvorima kao i aktivnim sudjelovanjem potražnje, dovest će do još uže interakcije prijenosnog i distribucijskog sustava sa sve integriranijim sučeljem između OPS-a i ODS-a, pa čak i njihova mogućeg spajanja.

1.3. Distribucija

Distribucija srednjeg i visokog napona doživljava sve veću pervazivnost ICT-a što se tiče tehnologija i komponeti sustava za zaštitu, nadzor, kontrolu i mjerenje. U mnogim zemljama, uključujući distribucijski sustav u početku nije bio percipiran tako da povezuje velike proizvodne kapacitete, tako da je morao podnijeti – ponekad i pretrpjeti – povezivanje na svoju mrežu velikog broja obnovljivih postrojenja koja se ne mogu programirati (tzv. distribuirana energija ili DE).

Zbog širenja DE-a te spomenutog *demand responsea*, ODS-ovi su se od običnih "prenositelja" energije kupcima pretvorili u "upravljače" energije između proizvođača i potrošača, sa sustavima i nadležnostima koji su dosad spadali isključivo u domenu OPS-a.

S druge strane, presudna je bila i duboka preobrazba poslovnih procesa potaknuta uvođenjem inteligentnih digitalnih brojila (engl. *smart meter*), koji su postali nužni u različitim aspektima; kao glavni instrument za upravljanje niskonaponskom energijom (smanjenje energetskih gubitaka, pravodobno uočavanje kvarova, poboljšanje kvalitete usluge, smanjenje troškova očitavanja, energetska učinkovitost), ali i za aktivno upravljanje krajnjih korisnika (primjena tarifa po satima, optimizacija potrošnje putem dijaloga s pametnim kućanskim

[7] engl. *demand response*; nastojanje prilagodbe potražnje potrošača − kupaca energije umjesto prilagodbe ponude − proizvodnje energetskih postrojenja. Odgovor na potražnju je promjena u potrošnji električne energije korisnika kako bi se bolje uskladila mogućnost isporuke energije. Donedavno se električna energija nije mogla lako skladištiti pa su elektroprivredne tvrtke tradicionalno usklađivale potražnju i ponudu tako što bi smanjile stopu proizvodnje svojih elektrana, preuzele ili isključile proizvodne jedinice ili uvozile energiju. Postoje ograničenja u pogledu onog što se može postići na strani ponude jer je za neke proizvodne jedinice potrebno puno vremena da dođu do pune snage, neke jedinice mogu biti vrlo skupe za rad, a potražnja može ponekad biti veća od kapaciteta svih raspoloživih elektrana zajedno.

uređajima, olakšavanje sklapanja ili izmjene ugovora, limitiranje na potrošenu snagu te na kraju upravljanje kreditima daljinskim isključivanjem).

Uz obnovljive izvore i digitalizaciju, sljedeći je važan element u preobrazbi sektora električna mobilnost. To će sve više uključivati ugrađivanje sustava za "sporo" napajanje noćnih (kuća, garaža), dnevnih (na primjer, na radnom mjestu) te "brzih" sustava za napajanje s javnim točkama na cestama i javnim parkiralištima, kao i sustave za "ultrabrzo" napajanje na autocestama. Zbog tendencije proizvođača automobila da smanjuju obujam i masu ugrađenih komponenti, zbog učinkovitog rada automobila trenutačno se radi na razvoju stupića za brzo napajanje istosmjernom strujom čija se snaga kreće čak do 300 kW. Time se neće značajno povećati potrošnja energije, onoliko koliko je potreba investicija za povećanje transportnih kapaciteta distribucijskih mreža, posebice u gradskim područjima te pojedinim ključnim točkama mreže SN/NN. Radi smanjenja utjecaja na mrežu te optimizacije vršnih vrijednosti potrebne snage, također će biti od velike važnosti *smart* kontrola punjenja različitih vozila putem ugrađenih standardiziranih IT komponenti.

Zahvaljujući novih tehnologijama te *vehicle to grid*[8] (V2G) protokolima, baterije električnih automobila mogu imati značajnu ulogu i u V2G stabilizaciji i fleksibilizaciji mreže, funkcionirajući automatski pri ulazu ili izlazu energije ovisno o signalima o tržišnoj cijeni koje dobiva od upravljačkog centra.

Što se tiče raširenosti tehnologije pohranjivanja, potrebno je definirati nova pravila te verificirati troškove / koristi sustava, usporedno sa širenjem rješenja za distribuiranu pohranu (posebice ako su povezane s distribuiranom proizvodnjom iz obnovljivih izvora) koja, zahvaljujući očekivanim poboljšanjima u pogledu cijena i usluga, mogu brzo postati konkurentna u odnosu na tradicionalnu, centraliziranu proizvodnju. Ali, morat će se dobro odmjeriti troškove i koristi kako bi se pronašao pravi način za uvođenje investicija za stvaranje učinkovite suvremene distribucijske mreže koja, zbog širenja distribuirane pohrane u stambenim objektima, može biti nedovoljno iskorištena.

1.4. Krajnji korisnici

U svoj toj zbrci novih tehnoloških rješenja krajnji će korisnici imati sve veću ulogu u opskrbnom lancu – ne samo kao *prosumeri* nego i kao dobavljači usluga za regulaciju i fleksibilnost mreže (ukoliko je vlasnik V2G), te u konačnici glavni sudionik u procesu povećanja energetske učinkovitosti.

[8] engl. *vehicle to grid*; vozilo-na-mrežu, opisuje sustav u kojem električna vozila s priključkom, kao što su električna vozila s akumulatorom (BEV), *plug-in* hibridi (PHEV) ili električna vozila na vodikove gorivne ćelije (FCEV) komuniciraju s električnom mrežom u cilju pružanja usluge kao odgovora na potražnju (engl. *demand response*) ili povrata električne energije u mrežu.

Velik udio obnovljivih izvora energije u nacionalnom proizvodnom "miksu" potaknut će korištenje učinkovitih tehnologija u kućanstvima. Na primjer, prijelaz na sustave električnog grijanja / hlađenja, poput toplinskih crpki, te smanjenje korištenja primarnih energetskih resursa, istodobno će pridonijeti smanjenju troškova za krajnjeg korisnika te značajnom smanjenju emisija štetnih za okoliš. To će dovesti do još većeg prodora udjela električne energije u energetskom sektoru utjecajem na globalni sustav te diferencijaciju kombinacije primarnih izvora. Tarifne politike povezane s potrošnjom električne energije bit će one koje će uvjetovati razvoj takvog tržišta.

Uz napredne tehnologije, širenja integriranih rješenja kućne automatizacije te *internet of things* određivat će efikasnu kontrolu funkcioniranja postrojenja i sustava u kućanstvima kao i javnim i industrijskim objektima. Prema logici Industrije 4.0[9], kombinacija senzorike i suvremenih sustava za kontrolu omogućit će postrojenjima uzajamno djelovanje, uzimajući u obzir prisutnost krajnjih korisnika, zahtjeve linija industrijske proizvodnje, trenutačne uvjete tržišta električne energije, kao i signaliziranje cijena u realnom vremenu.

U tom će kontekstu rješenja Industrije 4.0 biti učinkovitija ne samo sa stajališta industrije nego i onog energetske potrošnje, koji će se automatski moći optimizirati uz značajnu korist za tvrtke.

Na kraju, utjecaj krajnjih korisnika na tržište električne energije neće se ograničiti samo na ulogu potrošača nego će se proširiti i na ulogu aktivnog sudionika koji pruža usluge mreži. Spomenuti novi *vehicle to grid* protokoli, razvoj električne mobilnosti te sve veće širenje baterija u kućanstvima (*Tesla power wall*[10]), kao i rješenja za *demand response*, omogućit će krajnjim korisnicima da pridonesu stabilnosti i fleksibilnosti elektroprivrednog sustava, dobivajući za to ekonomsku naknadu. Takav će razvoj stvoriti nove poslovne mogućnosti i nove sudionike na tržištu. [4]

2. Jesmo li već uspjeli – kako planirati?

Transformacija je, dakle, iznimno intrigantna. Bogatstvo obnovljivih izvora može proizvesti 80 % električne energije razvijenih zemalja do 2050. godine s dobrim odnosom trošak − efikasnost i velikom ravnotežom između potražnje i ponude.

[9] **Industrija 4.0**; obuhvaća integraciju suvremenih informacijsko-komunikacijskih tehnologija (ICT) s konvencionalnom fizičkom proizvodnjom

[10] engl. *Tesla power wall*; podrazumijeva punjive litij-ionske baterije za stacionarnu pohranu energije koje proizvodi Tesla, Inc. Namijenjen je za, npr., rezervnu energiju kao odgovor na potražnju (engl. *demand response*), mikromreže, integraciju obnovljive energije, regulaciju frekvencije i kontrolu napona u električnoj mreži niskog napona (NN).

Slijediti sličnu budućnost oslobodilo bi nas problema koje prouzročuje ugljen, a vezani su uz rezerve, logistiku, javno zdravstvo, okoliš i klimu. Potrebne tehnologije za obnovljive izvore prilagodljive su, većinom serijski proizvedene i izgradive brže od velikih elektrana na ugljen i nuklearnih elektrana. Osim toga, zahtijevaju manje kapitala na kraća razdoblja i nude više mogućnosti reakcije na promjene. To smanjuje financijske rizike za komunalna poduzeća i za investitore. Iako je potrebno više studija i istraživanja, detaljno razrađeni modeli i eksperimenti koji se provode u cijelom svijetu uvjeravaju nas da centralizirani obnovljivi izvori mogu efikasno i pouzdano biti integrirani u elektroenergetsku mrežu, čak i u velikim razmjerima.

Transformacija ipak prouzročuje i nekoliko problema koji nas navode da budemo oprezni. Kao prvo, pravci i ostvarenje dalekovoda izazov su za cijelu zemlju. Kao drugo, sustav kojim dominira "miks" centraliziranih obnovljivih izvora rizičan je po pitanju sigurnosti i pouzdanosti: mrežu koja je snažno centralizirana i sustav prijenosa koji je osjetljiv. Kao treće, operativni i tehnološki uvjeti potrebni za postizanje budućnosti centraliziranih izvora daju temelje za nova postignuća elektroenergetskog sektora – onog u kojem je korisnik taj koji ima moć izbora i kontrole.

Različiti trendovi – rast decentraliziranih obnovljivih izvora, brza inovacija tehnologija za inteligentne mreže i povećana vrijednost prilagodljivosti mreže – stvaraju nove mogućnosti koje se tiču obiju strana električnog brojila. Uzmite u obzir tržište obnovljive energije. Globalna potražnja u brzom porastu tehnologija za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora (prije svega iz postrojenja velikih razmjera), povećat će sveukupno iskustvo i to će donijeti prednosti ne samo velikim centraliziranim postrojenjima nego i onim malih razmjera. Na kraju krajeva, elektrana fotonaponskih solarnih panela sastavljena je od modula kakvi se instaliraju na naše krovove. To znači da će rastuće tržište centraliziranih obnovljivih izvora dovesti do smanjenja troškova i za lokalno raspoređenu proizvodnju.

Svaka regija ima neki potencijal obnovljivih izvora električne energije. Njihov sastav znatno se razlikuje od regije do regije, a neke, kao što su one bogate insolacijom, imaju velike *surpluse*[11] u usporedbi s prihvatljivim opterećenjem, dakle prekoračenja se mogu izvesti u regije manje bogate obnovljivim izvorima. Ti portfelji izvora za scenarij koji 80 % energije dobiva iz obnovljivih izvora pokazuju da korišteni obnovljivi izvori mogu znatno varirati na temelju zemljopisnog položaja. [5]

Inteligentna mreža olakšava integraciju centraliziranih obnovljivih izvora, a istodobno potiče širenje malih pogona proizvodnje među korisnicima i

[11] **surplus**, suficit, višak

interaktivnu potražnju. Potrošači će postati *prosumer* i raspolagat će s mnogo više načina uštede – i proizvodnje – energije i novca.

Aktualni pristup odozgo prema dolje, sustav 'jedinstvene veličine' mogao bi se u budućnosti početi transformirati u sustav sitnije strukture, izrazito raznolik, više usmjeren na korisnika, i to bi moglo ubrzati prelazak sa snažno reguliranih tržišta na konkurentnija i otvorenija tržišta energije. Stoljeće star lanac vrijednosti elektroenergetskog sektora mogao bi se transformirati u složenu mrežu vrijednosti, unutar koje su tradicionalne uloge manje definirane. Tradicionalna regulacija temeljena na trošku usluge i gospodarski model "prirodnog monopola" bili bi stoga izbrisani.

Ustvari, elektroenergetski sustav razvijenih zemalja mogao bi doći do prekretnice koja bi mogla dubinski protresti tradicionalni gospodarski model. Hoće li dobiveni sustav biti siguran, zaštićen, pouzdan i održiv? Iako odgovor na ta pitanja prelazi sposobnosti predviđanja najboljih stručnjaka, trebat će ipak pokušati opisati sheme koje se javljaju u tom revolucionarnom sustavu.

3. Završna razmatranja i zaključci

Zadnjih je dvadeset godina elektroenergetski sustav doživio veliku tehnološku i tržišnu preobrazbu, uz tradicionalne dinamike sustava i brojne rasprave, potaknute često naglim i nemilosrdnim tehnološkim napretkom.

Nezaustavljiva tendencija širenja distribuirane energije, a uskoro i širenje sustava za pohranjivanje u kućanstvima, razvoj električne mobilnosti, kao i usmjerenost sve većoj energetskoj učinkovitosti zahvaljujući rješenjima IoT i "Industrija 4.0", sve više će dovoditi u središte krajnjeg korisnika, koji je zasad tek pasivni promatrač. Krajnji korisnik, privatni ili poslovni, koji svojim odabirima postaje sve aktivniji sudionik na tržištu, koji samostalno proizvodi električnu energiju, koji odlučuje o tome kako i kad će je trošiti ili prodavati, koji pruža dragocjene usluge mreži. [6]

Paralelno s takvom "dominacijom" krajnjeg korisnika pojavit će se i nove poslovne prilike, nove uloge i sudionici na tržištu prodaje električne energije i popratnih usluga. Širenje obnovljivih izvora energije i pohranjivanja dovest će do toga da elektroprivredni sektor bude sve dominantniji u ekonomiji s 'nultim marginalnim troškovima', gdje se konkurencija neće temeljiti samo na cijeni robe nego sve više na uslugama koje se nude.

U središtu svih tih preobrazbi u sektoru nalazi se i nalazit će se sve veće širenje ICT-a, koje može otvoriti i nove još neistražene horizonte. Budući da nam je na raspolaganju sve veći broj podataka koji se dobivaju iz komponenti povezanih s električnim sustavom te iz rada samog sustava, bit će moguće pristupiti informacijama i uslugama izvan jezgre poslovanja tvrtki, čija će se djelatnost

proširiti od puke isporuke energije i na prodaju informacija te dodatne usluge. Danas giganti digitalne industrije poput Googlea ili Facebooka legalno prodaju podatke o svima nama u obliku navika čitanja, interesa, kupovine robe. Tko može tvrditi da kompanije neće postati budući Google? Mogle bi prodavati podatke o našim navikama potrošnje i mobilnosti proizvođačima dobara radi stvaranja sve naprednijeg i personaliziranog marketinga. Upravo potonje dovodi u krizu postojeća elektroprivredna poduzeća [7]. Ne smijemo zaboraviti da prijelaz na digitalno mora računati i na potencijalni rizik od *cyber* napada.

Napokon, potrebno je imati globalnu viziju koja će uzeti u obzir velik nerazmjer između uvjeta elektroenergetskih sustava te tržišnih propisa različitih zemalja. Bez sumnje je entuzijastično govoriti o sadržaju termina *digital innovation*[12] te inovativnim uslugama za razvijene kupce, no treba imati na umu da će nove tehnologije imati ključnu ulogu u rješavanju dramatičnog problema više od milijarde ljudi u svijetu koji još uvijek nemaju pristup električnoj energiji.

Elektroenergetski sektor očekuje briljantna i stimulirajuća budućnost zahvaljujući sve značajnijem napretku tehnologije. Ipak, ograničenje efektivnog napretka neće biti tehnologija, nego konkretna volja dioničara da se pravodobno prilagode sustavu propisa koji vladaju sektorom, te istodobno sposobnosti tržišnih sudionika za osmišljavanje novih poslovnih modela. U konačnici, jedino ograničenje razvoja bit će sposobnost razumijevanja te pravodobnog usmjeravanja razvoja sektora prema globalno održivim ciljevima. Energija koja će biti održiva, sigurna, ekonomična te iznad svega dostupna svima u svijetu!

Literatura

[1] CIA World Factbook, *Indeks razvoja s obzirom na intenzitet elektrifikacije u svijetu*, 2009.

[2] Višković A.: Uvod u povijest i politike energetskih tranzicija, PIFT, Zagreb, 2019.

[3] IEA, UN, *Globalno kretanje svjetskog stanovništva, energetske potrošnje te potrošnje električne energije od početka stoljeća pa do danas te prognoze do 2030. godine*, 2016.

[4] Gonen T. i Mahmoud A. A.: Bibliography of Distribution System Planning, *IEEE Trans. Power Apparatus and Systems*, PAS-102(6), 1983., str. 1778-1787.

[5] Amory B. Lovins, *Reinventing Fire. Bold Solutions for the New Energy Era*, Rocky Mountain Institute, USA, 2011.

[6] WEC-CESI, *Variable renewables integrationin electricity system: how to get it right*, http.cesi.it/_ideas/ideas/Documents/Variable-Renewables-Integration-in-Electricity-System-2016-How-to-get-it-right-_-Full-Report-1.pdf., 2016.

[7] Višković A.: Europska integracija i nova paradigma konkurencije: reformirati elektroprivredna poduzeća, PIFT, Zagreb, 2018.

[12] engl. *digital innovation*; primjena novih tehnologija u poslovanju

Transformation of the Electro-Energy Sector – a New Business Model

Alfredo Višković, Damir Crnković

Abstract: At the global level, the power sector takes a leading role in the field of development, transformation and innovation. In recent years, technological development and ever-expanding use of information and communication technologies have led to so-called 'energy transition', a phenomenon that creates new market opportunities, and revolves traditional and entrenched business models. The power sector expects a brilliant and stimulating future thanks to the increasingly significant progress of technology.

Keywords: climate change, energy transition, electricity systems, renewables integration, sustainability.

Jandro Šimić, Zvonko Benčić

Područje elektromagnetske kompatibilnosti u Elektrotehničkom institutu *Rade Končar* (1972. – 1990.)

Sažetak: Bavljenje područjem elektromagnetske kompatibilnosti počelo je mjerenjem konduktivnih i zračenih elektromagnetskih smetnji za potrebe razvoja vojnih i poštanskih uređaja učinske elektronike. Kasnih sedamdesetih godina mjerenje i rješavanje djelovanja smetnji proširilo se i na ostale *Končareve* električne proizvode, primjerice na diodnu i tiristorsku lokomotivu te kućanske aparate. Zatim su se počeli rješavati problemi elektromagnetske kompatibilnosti u pogonima drugih tvrtki u Hrvatskoj, primjerice u tvrtkama Elka i Pliva. Laboratorij za elektromagnetsku kompatibilnost ovlašten je od 1975. godine za mjerenje i certificiranje električnih proizvoda.

Ključne riječi: Zvonko Benčić, certificiranje, Faradayev kavez, elektromagnetska kompatibilnost, *Končar* – Laboratorij za elektromagnetsku kompatibilnost, RSO-atest, Jandro Šimić, Ervin Zentner

Uvod

Prvi problemi elektromagnetskih smetnji pojavljuju se krajem XIX. stoljeća, kad je američka mornarica počela koristiti bežični telegraf (izum Guglielma Marconija iz 1859.). Tad se prvi put uočavaju smetnje jer su svi odašiljači bili ugođeni na jednaku radnu frekvenciju. Nije se mogla primiti suvisla informacija ako su istodobno radila dva ili više odašiljača.

Početkom XX. stoljeća objavljuju se prva pravila iz elektromagnetske kompatibilnosti u okviru FCC-a (engl. *Federal Communications Commission*), sa zadaćom reguliranja postojeće vrste komunikacija (radio, žičane i kabelske komunikacije). Ta pravila značajno su smanjila probleme međusobnog ometajućeg djelovanja.

1. Osnivanje Tehničkog odbora JEK-a[1] za elektromagnetsku kompatibilnost

Godine 1934. u okviru IEC-a (engl. *International Electrotechnical Commission*) osnovan je Tehnički komitet CISPR (franc. *Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques*; engl. *International Special Committee on Radio Interference*, hrv. Međunarodni specijalni odbor za radiointerferenciju[2]). Svrha Odbora bila je uspostava i donošenje normi za potiskivanje elektromagnetskih smetnji od električnih i elektroničkih uređaja.

Godine 1973. osnovan je u okviru IEC-a Tehnički komitet za elektromagnetsku kompatibilnost IEC-TC 77 (engl. *Technical committee for electromagnetic compatibility*). Svrha njegova osnivanja bilo je donošenje normi glede konduktivnih i zračenih smetnji u električnim mrežama. U početku se TC 77 bavi niskofrekvencijskim zračenim smetnjama, višim harmonicima i propadima i nadvišenjima mrežnog napona zbog rada elektroničkih učinskih pretvarača te treperenjem rasvjete (tzv. fliker-učinak).

Godine 1975. u okviru JEK-a osnovan je, po uzoru na međunarodni IEC-TC 77, Jugoslavenski tehnički odbor TO 77 nazvan Elektromagnetska kompatibilnost između električne opreme, uključujući mreže. Prvi predsjednik Odbora TO 77 je bio prof. dr. sc. Zvonko Benčić[3] iz Elektrotehničkog instituta *Rade Končar*. Predložio ga je prof. dr. sc. France Mlakar[4]. Postoji zapisnik s drugog sastanka TO 77, održanog 8. lipnja 1976. pod predsjedanjem prof. dr. sc. Zvonka Benčića.

Godine 1982. (1. ožujka) predsjedništvo Odbora TO 77 preuzima inženjer Janoš Rajda jer profesor Benčić preuzima predsjedništvo Tehničkog odbora 22 (Učinska elektronika) od profesora Zlatka Plenkovića. Nakon odlaska Rajde u Kanadu (1987.), predsjedništvo TO 77 preuzima mr. sc. Jandro Šimić.

---

[1] Jugoslavenski elektrotehnički komitet

[2] Djelovanje radiovalova međusobno i djelovanje radiovalova na elektroničke uređaje.

[3] Svugdje su navedena najviša postignuta zvanja.

[4] *France Mlakar* (1921. – 1992.), inženjer elektrotehnike, sveučilišni profesor; autor udžbenika *Opća električna mjerenja*

2. Laboratorij za elektromagnetsku kompatibilnost

Rad na području elektromagnetske kompatibilnosti počeo je 1972. godine, u prvom redu zbog ispitivanja elektromagnetske kompatibilnosti uređaja i postrojenja učinske elektronike (mjerenje harmonika mrežnog napona, mjerenje psofometričkog napona). Poslije je poslužio za ispitivanje kućanskih aparata i druge *Končareve* opreme te izdavanje ispitnih protokola i certifikata RSO (radiosmetnje otklonjene).

Pri osnivanju prikupljali smo informacije sa svih strana glede ispitne opreme. Benčić se prisjeća posjeta Elektronskoj industriji Niš, Laboratoriju za elektromagnetsku kompatibilnost, koji je vodio inženjer Mirko Minić:

> "Posjet smo završili prilično rano, oko 13 sati. Kako u to vrijeme nije polazio autobus za Beograd, predložio sam Šimiću da pokušamo autostopom, kako bi stigli na vlak za Zagreb koji je polazio iz Beograda u 16 sati. Šimić me poslušao kao šefa, no nismo 'uhvatili' vlak, pa smo iz Beograda krenuli tek u 8 sati navečer i stigli u Zagreb oko 2 u noći."

Faradayev kavez kupljen je od tvrtke Siemens 1972./1973. godine u svrhu razvoja i ispitivanja proizvoda Poduzeća *Rade Končar* (u prvom redu kućanskih aparata i vojnih uređaja). Kad je stigao u dijelovima u Zagreb, u Carinsku ispostavu *Zapadni kolodvor* (Vodovodna ul. 20a), s carine je javljeno da su neki dijelovi oštećeni. Benčić i Šimić našli su dvije-tri bočne stranice kaveza "udubljene". Unatoč neiskustvu, zaključili su da se neće smanjiti gušenje kaveza i da se kavez može preuzeti. Sastavili smo ga u Laboratoriju energetske elektronike, u prizemlju tzv. ciglaste zgrade, a zatim smo ga premjestili u tzv. šed-halu.



Sl. 1.: Smještaj Laboratorija za elektromagnetsku kompatibilnost u krugu *Končara* na Trešnjevci. Najprije je bio smješten u prizemlju crvenkaste zgrade, a poslije u šed-hali (hala s "pilastim" krovom).

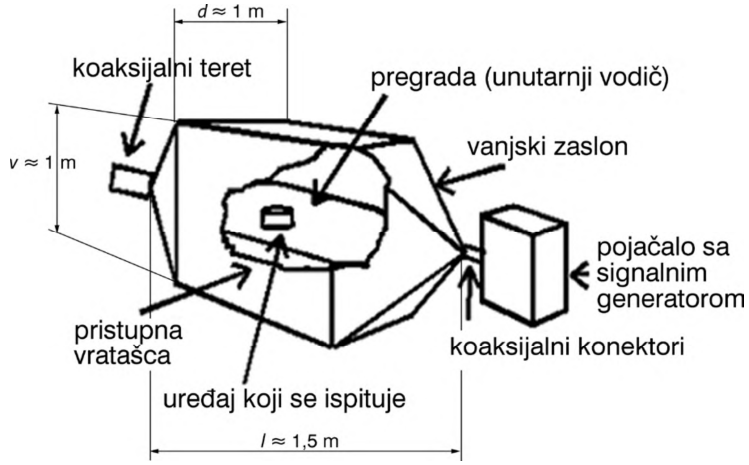


Sl. 2.: Faradayev kavez s mjernom opremom; izmjere kaveza 5,25 m × 3,5 m × 2,6 m; gušenje elektromagnetskog polja: veće od 80 dB u području frekvencija od 10 kHz do 100 kHz i veće od 100 dB u području od 100 kHz do 1 GHz

Osnovna mjerna oprema Laboratorija:
- mjerni prijamnik i ekvivalentna mreža (njem. *Funkstoermessgeraet und Netznachbildung* (Siemens)
- mjerni prijamnik (Schwarzbeck)
- valni analizatori i filtri, uključivo psofometrijski filtar (Bruel&Kjaer)
- mjerna oprema za ispitivanje otpornosti na elektromagnetske smetnje (Schaffner).

Prof. dr. sc. Ervin Zentner, u svojstvu vanjskog suradnika, bio je stalna tehnička i znanstvena potpora Laboratoriju za elektromagnetsku kompatibilnost. Uz njegovu je pomoć razvijena i izrađena TEM ćelija[5] za ispitivanje emisije elektromagnetskih polja i otpornosti na elektromagnetska polja za uređaje manjih izmjera. TEM ćelija je u biti "napuhani" koaksijalni kabel. Vanjski vodič koaksijalnog kabela ima oblik metalnog kvadra, a unutarnji srednji vodič je metalna ploha. Na tu se plohu postavljaju uređaji koji se ispituju. Bočni nastavci imaju oblik pravilne četverostrane piramide. S jedne se strane priključuje zaključna impedancija od 50 Ω, a s druge strane ćelija se napaja iz signal-generatora. Upotrebom pojačala snage u širem frekvencijskom području postizale su se visoke razine polja (do 50 V/m). U TEM ćeliji ispitivana su digitalna električna brojila koja je proizvodila Radioindustrija Zagreb (RIZ) za potrebe Hrvatske elektroprivrede (HEP) i drugi proizvodi gdje su zahtijevana jaka ispitna polja.

[5] engl. *transverse electromagnetic cell*



Sl. 3.: TEM-ćelija



Sl. 4.: Prof. dr. sc. Ervin Zentner 1999. godine i na proslavi diplomskog ispita (drugi slijeva) 1987. godine. Krajnji lijevo s bradom je prof. dr. sc. Borivoj Modlic, a u sredini s čašom uz stol je prof. dr. sc. Branka Zovko-Cihlar.



Sl. 5.: Ekipa Laboratorija za elektromagnetsku kompatibilnost: Janoš Rajda, dipl. ing.; Zoran Vrgoč, dipl. ing.; Zdravko Peršin, el. teh.; mr. sc. Jandro Šimić, Željko Peček, dipl. ing. i Zdravko Kukolja, el. teh. (proljeće 1985.)

3. Djelatnost Laboratorija za elektromagnetsku kompatibilnost

Početne aktivnosti iz područja elektromagnetske kompatibilnosti odvijale su se kroz ispitivanje i atestiranje radiofrekvencijskih smetnji. Prvi atest izdan je za ispravljač za poštu u Novom Sadu. Atest je potpisao direktor Instituta profesor Zlatko Plenković.

Kupnjom Faradayeva kaveza formira se Laboratorij za radiofrekvencijske smetnje (RFS-laboratorij) u Zavodu za energetsku elektroniku (Sektor za industrijsku elektroniku i automatizaciju). Obavlja se atestiranje električnih proizvoda na radiofrekvencijske smetnje. Ateste potpisuje kao odgovorna osoba upravitelj Zavoda za energetsku elektroniku prof. dr. sc. Zvonko Benčić, a kao tehnička osoba mr. sc. Jandro Šimić.

I jedno zgodno sjećanje tehničara Darka Krizmana na rad u Laboratoriju. Krizman pripovijeda da je rano, početkom radnog vremena, unosio "frižidere" u spomenuti Faradayev kavez. Iza leđa prišao je neki čovjek i pomogao mu unositi te "frižidere". To je bilo 1972. godine. Poslije je u posjet Laboratoriju došla delegacija. Krizman je pitao majstora Stepana tko je taj čovjek koji mu je pomogao unijeti frižidere. Stepan je rekao da je to direktor Instituta (vjerojatno prof. dr. sc. Božidar Frančić).

I jedno sjećanje inženjera Branka Kovača na rad na terenu. "U Beočinu mjerili smo harmonike na faznom naponu od 6,3 kV. Visokonaponski kabel je išao iz kabelskog kanala do sabirnica na kondenzatorskoj bateriji. Postavili smo mjernu opremu, i uključili magnetofon za snimanje valnih oblika *online*. Onda smo primijetili kako strujna kliješta 'putuju' po izoliranom vodiču jedne faze prema neizoliranoj sabirnici pod naponom. Nijedan od nas nije priskočio da zaustavi kliješta, nego smo se svi pomakli unazad. I gledali šta će se desiti. Srećom, vodiči od kliješta do shunta su bili kratki. I zaustavili su kliješta prije nego su došla do sabirnice. Bilo bi dosta štete da su kliješta otišla malo dalje. Mislim da je samo mjerni magnetofon koštao oko 25.000 njemačkih maraka. Šimić je onda uzeo visokonaponske rukavice i oprezno odmaknuo strujna kliješta od sabirnice."

Problematika elektromagnetskih smetnji i otpornosti na smetnje postaje sve izraženija s razvojem novih proizvoda i donošenjem normi iz tog područja. Posebice treba istaknuti sljedeće radove:

- projekt elektromagnetske kompatibilnosti *Končareve* tiristorske lokomotive (1977.– 1978.)
- studiju elektromagnetske kompatibilnosti elektrovučnih tračničkih vozila sa signalnim i telekomunikacijskim uređajima na pruzi (povratno djelovanje tiristorskih i diodnih vučnih ispravljača na mrežu) (1977.)



САВЕЗНИ ЗАВОД ЗА СТАНДАРДИЗАЦИЈУ
SAVEZNI ZAVOD ZA STANDARDIZACIJU
ZVEZNI ZAVOD ZA STANDARDIZACIJO
СОЈУЗЕН ЗАВОД ЗА СТАНДАРДИЗАЦИЈА
FEDERAL INSTITUTION FOR STANDARDIZATION

БЕОГРАД – BEOGRAD – БЕЛГРАД

Slobodana Penezića Krcuna br. 35
Poštanski pregradak 933
Telegram: Standardizacija
Telefon: 644-066
Telex: 12089 YU JUS

ATEST
CERTIFICATE
RSO

Бр.
Br.
Št.
Бр.
N°

N N 0 3 9 0 0 0 7

Назив овлашћене организације за атестирање
Naziv ovlaštene organizacije za atestiranje
Ime pooblaščene organizacije za atestiranje
Назив на овластената организација за атестирање
Authorized organization

"RADE KONČAR"
RO Elektrotehnički institut
41000 ZAGREB, Baštijanova bb

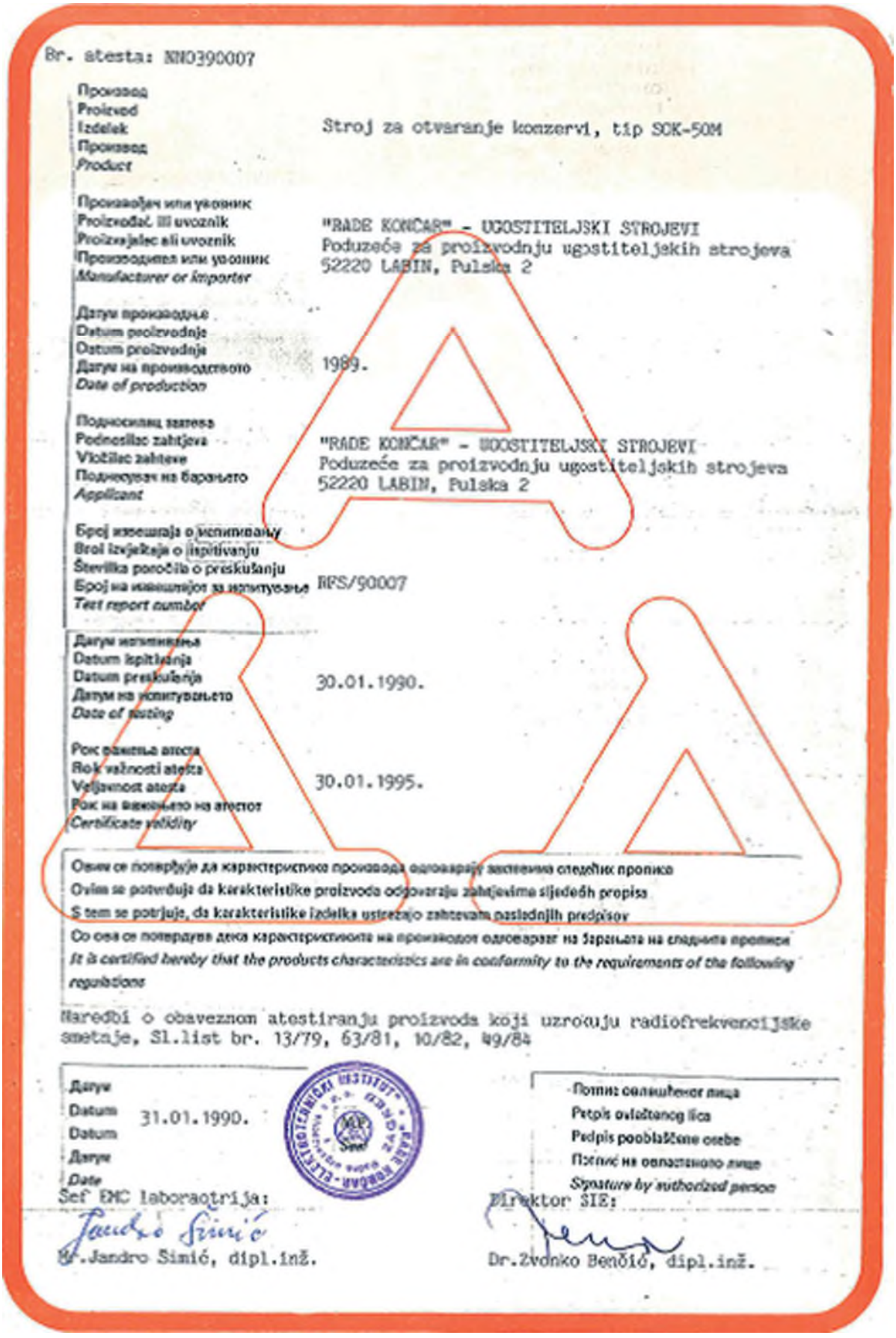
Број овлашћења
Broj ovlaštenja
Številka pooblastila
Број на овластувањето
Licence – N°

21-14677/1

Датум издавања овлашћења
Datum izdavanja ovlaštenja
Datum izdaje pooblastila
Датум на издавање на овластувањето
Date of authority issue

10.09.1990.

Sl. 6.: Primjer RSO-atesta (povećati toliko da se može pročitati)



Br. atesta: KNO390007

Производ / Proizvod / Izdelek / Производ / *Product*: Stroj za otvaranje konzervi, tip SOK-50M

Производјач или увозник / Proizvođač ili uvoznik / Proizvajalec ali uvoznik / Производител или увозник / *Manufacturer or importer*: "RADE KONČAR" - UGOSTITELJSKI STROJEVI
Poduzeće za proizvodnju ugostiteljskih strojeva
52220 LABIN, Pulska 2

Датум производње / Datum proizvodnje / Datum proizvodnje / Датум на производството / *Date of production*: 1989.

Подносилац захтева / Podnositelj zahtjeva / Vložilec zahteve / Подносител на барањето / *Applicant*: "RADE KONČAR" - UGOSTITELJSKI STROJEVI
Poduzeće za proizvodnju ugostiteljskih strojeva
52220 LABIN, Pulska 2

Број извештаја о испитивању / Broj izvještaja o ispitivanju / Številka poročila o preskušanju / Број на извештајот за испитување / *Test report number*: MFS/90007

Датум испитивања / Datum ispitivanja / Datum preskušanja / Датум на испитувањето / *Date of testing*: 30.01.1990.

Рок важења атеста / Rok važnosti atesta / Veljavnost atesta / Рок на важењето на атестот / *Certificate validity*: 30.01.1995.

Овим се потврђује да карактеристике производа одговарају захтевима следећих прописа
Ovim se potvrđuje da karakteristike proizvoda odgovaraju zahtjevima sljedeđh propisa
S tem se potrjuje, da karakteristike izdelka ustrezajo zahtevam naslednjih predpisov
Со ова се потврдува дека карактеристиките на производот одговараат на барањата на следните прописи
It is certified hereby that the products characteristics are in conformity to the requirements of the following regulations

Naredbi o obaveznom atestiranju proizvoda koji uzrokuju radiofrekvencijske smetaje, Sl.list br. 13/79, 63/81, 10/82, 49/84

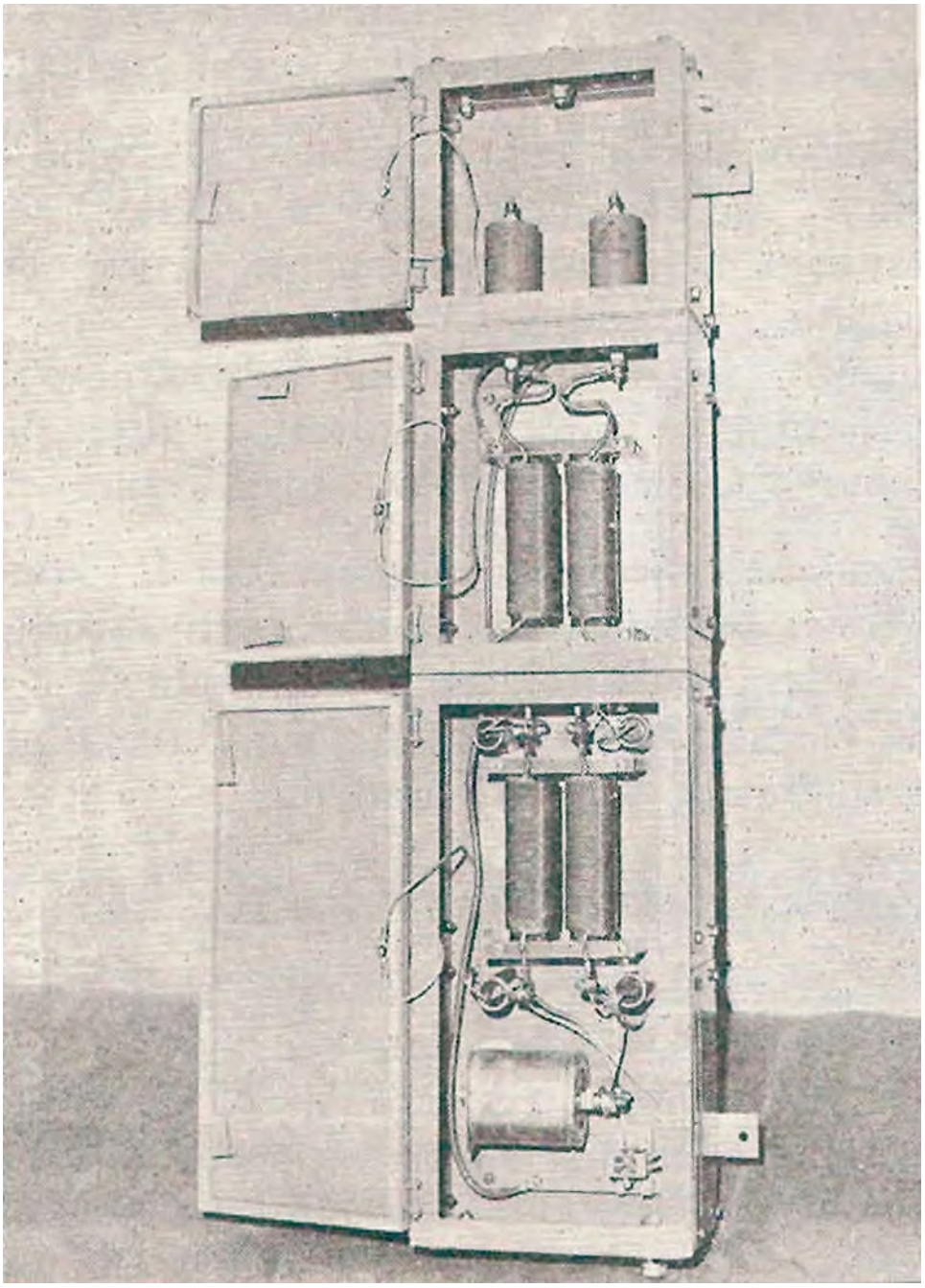
Датум / Datum / Datum / Датум / *Date*: 31.01.1990.

Потпис овлашћеног лица / Potpis ovlaštenog lica / Podpis pooblaščene osebe / Потпис на овластеното лице / *Signature by authorized person*

Šef EMC laboratorija:
Mr.Jandro Simić, dipl.inž.

Direktor SIE:
Dr.Zvonko Benčić, dipl.inž.

Sl. 6.: nastavak



Sl. 7.: Jednofazni filtar nazivne struje 100 A; uneseno gušenje[6] za glavnu i dodatnu jedinicu zajedno kod 23 kHz iznosi 40 dB, a kod 83 kHz 100 dB

– projekt i izradu Faradayeva kaveza za Novkabel (Novi Sad, Srbija) za potrebe ispitivanja visokonaponskih kabela metodom parcijalnih izbijanja (1985. – 1987.)
– projekt kompenzacijskog postrojenja za potrebe željeznice za elektrovučnu podstanicu EVP Resnik (uključivo potiskivanje viših harmonika) (2000.)[6]

[6]Omjer razine signala na ulazu filtra prema razini signala na izlazu filtra na određenoj frekvenciji.

– projekt i izradu filtara za potiskivanje 5, 7. i 11. harmonika za Vodovod u Beogradu (filtri za za podsinkrone kaskade) (1989.)
– mjerenje i otklanjanje smetnji od elektromotornih pogona ugradnjom filtara u Tvornici kabela ELKA u Zagrebu (1987./1988.)
– mjerenje i analiza povratnog djelovanja elektromotornih pogona na električnu mrežu u Tvornici Pliva u Savskom Marofu (1992.)
– mjerenje i izrada studije kvalitete električne energije za Republiku Hrvatsku od prijenosne naponske razine od 110 kV do razine mrežnog napona od 0,4 kV (1995.)
– projekt niza mrežnih filtara nazivne struje do 600 A za otklanjanje smetnji od elektroničkih učinskih pretvarača (1999.).

Nakon stečaja, djelatnost vezana uz elektromagnetsku kompatibilnost obavljala se u Zavodu za ispitivanje i certificiranje električnih proizvoda. Zavod je vodio dr. sc. Davorin Paljan do 1999., a poslije do sredine 2011. mr. sc. Jandro Šimić. Kroz mjerenje i certificiranje proizvoda postupno se osposobljava i modernizira Laboratorij za elektromagnetsku kompatibilnost. Surađuje se s poznatim europskim EMC laboratorijima, primjerice: KEMA (Nizozemska), NEMKO (Norveška), DEMKO (Danska), EMC laboratorij u Ljubljani (Slovenija) i MEEI (Mađarska).

Končarev Laboratorij za elektromagnetsku kompatibilnost prošao je zahtjevnu provjeru opreme i znanja od Europske komisije te postao ovlašteni laboratorij u Europskoj zajednici (tzv. *Notified body*). Laboratorij posjeduje gluhu komoru za elektromagnetska polja (engl. *anechoic chamber*)[7] za ispitivanje smetnji i otpornosti na smetnje elektromagnetskih polja.

4. Ugovaranje i isporuka Faradayeva kaveza za tvrtku Novkabel (Novi Sad)

Taj Faradayev kavez projektiran je za zaštitu mjerne opreme (Scheringov most) i mjernog objekta (kabela namotanog na kabelski bubanj[8]) od vanjskih elektromagnetskih polja. Detektcija parcijalnih izboja služi za procjenu stanja izolacije kabela. Uzrok parcijalnih izboja su oslabljena mjesta u izolaciji (npr. pukotine, praznine i nečistoće) ili oštećenja plašta kabela i kabelskog pribora. Pojava parcijanih izbijanja često prethodi proboju izolacije.

[7] Vanjski dio komore čini metalni oklop za suzbijanje vanjskih elektromagnetskih polja, a unutrašnjost je opremljena elementima koji ne reflektiraju elektromagnetska polja, nego ih upijaju poput elemenata u gluhoj komori. Namjena komore je ispitivanje smetnji od elektromagnetskih polja kao i ispitivanje otpornosti na elektromagnetska polja.

[8] njem. *Kabeltrommel*



Sl. 8.: Elektrotehnički institut *Rade Končar* razvio je za tvornicu Novkabel (Novi Sad, Srbija) Faradayev kavez izmjera 10 m × 7 m × 4,5 m za ispitivanje izolacije kabela metodom parcijalnog izbijanja. Na slici, u dnu tvorničke hale, vidi se Faradayev kavez i kabelski bubnjevi pripremljeni za ispitivanje.

Benčić je ispričao kako je došlo do ugovaranja.

"Bio sam na bolovanju. Mr. sc. Šimić i prof. dr. sc. Ivan Flegar došli su do mene doma, trebali smo procijeniti da li možemo izraditi Faradayev kavez tako velikih izmjera. Tada smo već imali Siemensov kavez. Razmišljali smo ovako: kritične dijelove (elektromagnetsko brtvljenje vrata, ventilacijske otvore, uvodnice za energetske priključke) izradit ćemo kao na Siemensovom kavezu, karakteristike materijala oklopa možemo saznati analizom u našem institutskom tehnološkom laboratoriju, a samu mehaničku konstrukciju može projektirati naš Inženjering za investicijsku izgradnju. Konačno, najjači argument: takovi Faradayevi kavezi postoje."

Mr. sc. Jandro Šimić objašnjava kako se steklo znanje potrebno za projektiranje Faradayeva kaveza.

> "Nešto o konstrukciji naučili smo analizom kupljenog Siemensovog Faradayevog kaveza. Pored toga, posjetili smo 'Fabriku kablova – Svetozarevo'[9], najveću tvornicu kabela u ondašnjoj Jugoslaviji. U Svetozarevu su bili inženjer Vlatko Rajić, ja i još tehničar Milan Milašinović. Razgledali smo konstrukciju njihovog kaveza. Jedino smo vrata morali malo drugačije izvesti. Konstrukciju kaveza (posebno komplicirano zatvaranje vrata i omogućavanje transporta kabelskog bubnja[10] na platformi koja je bila na zračnim jastucima) projektirao je Rajić, diplomirani inženjer strojarstva, uz suradnju teh. Milašinovića. Nosivu metalnu konstrukciju projektirao je Ivan Fabijanović, diplomirani inženjer građevinarstva, iz Inženjeringa za investicijsku izgradnju (III)."

Evo što je glede konstrukcije Faradayeva kaveza za tvornicu Novkabel napisano u ponudi (1985.).

> "Faradayev kavez predstavlja prostornu konstrukciju dimenzija 10 m × 7 m × 4,5 m, koja je sastavljena od modula. Moduli su izvedeni sistemom sendviča od dva pocinčana lima debljine 0,6 mm i ispune od iverice koji su slijepljeni u zajedničku cjelinu. Međusobno spajanje modula izvedeno je pomoću uzdužnih veznih profila i vijaka. Na Faradayevom kavezu ugrađena su dvoja vrata i ventilacijski otvori. Velika vrata s pragom u razini poda omogućavaju transport bubnjeva (namotani kabel) za ispitivanje na zračnom jastuku. Mala vrata na kavezu predviđena su za ulaz i izlaz ispitivača. Mehanička konstrukcija koja praktički nosi kavez izvedena je izvana pomoću čeličnih profila."

Prof. Zentner surađivao je na projektu i izradi te puštanju u rad Faradayeva kaveza za Novkabel – Novi Sad. Kad su Peček i Šimić (konac 1987.) završili ispitivanje i provjeru Faradayeva kaveza u Novom Sadu, tad je inženjer Branislav Oberman (zaposlenik Novkabela) rekao: "Šimiću, prekosutra moramo načiniti zapisnik o uspješnom puštanju u rad Faradayevog kaveza. Sa strane Novkabela zapisnik će potpisivati direktor Novkabela i ja, a sa strane *Končara* bi vi (misleći na Pečeka i mene) trebali imati jaču 'facu'." Tada smo predložili prof. dr. sc. Zentnera i on je došao u Novi Sad, te smo to uspješno riješili.

[9] Jagodina (od 1946. do 1992. Svetozarevo), grad u Pomoravlju, središnja Srbija. Leži na obalama rijeke Belice (pritok Velike Morave), u podnožju Đurđeva brda, uz moravsko-vardarski prometni smjer.

[10] tzv. troml; od njem. *Trommel*; bubanj, valjak, cilindar

5. Skupovi o električnim smetnjama i elektromagnetskoj kompatibilnosti

Na drugom sastanku TO 77, održanom 8. lipnja 1976. u Ljubljani, dogovoreno je da će organizirati prvi simpozij pod nazivom Električne smetnje i elektromagnetska kompatibilnost. Sljedeće godine simpozij je i održan u Radničkom narodnom sveučilištu *Moša Pijade* u Zagrebu (Ulica proleterskih brigada 68, danas Ulica grada Vukovara 68), za vrijeme 22. priredbe JUREMA[11] (održana od 19. do 22. travnja 1977.). Bilo je 19 referata od 21 autora (sedam iz ETI-RK). Urednici Zbornika bili su Zvonko Benčić i Ervin Zentner. U izvještaju o održanom simpoziju priložen je popis od 52 sudionika.

Iz naslova referata i samih referata uočava se impresivna širina područja elektromagnetske kompatibilnosti kojom se bavila inženjerska zajednica u Hrvatskoj već 1977. godine.

U predgovoru je prof. dr. sc. Zvonko Benčić, voditelj i glavni urednik simpozija (zajedno s prof. dr. sc. Ervinom Zentnerom), napisao sljedeće:



Sl. 9.: Radničko narodno sveučilište *Moša Pijade* u Zagrebu (danas: Pučko otvoreno *učilište Zagreb)*

[11] Jugoslavensko udruženje za regulaciju, mjerenje i automatizaciju

"Usporedo razvojem tehničke civilizacije mijenja se čovjekova okolina, no istovremeno sve se više i više zagađuje. Pod zagađenošću okoline podrazumijevamo trajniju nazočnost bioloških, kemijskih i fizičkih faktora u zraku, vodi ili tlu u takvoj količini da štetno djeluju na biljni i životinjski svijet i ljude ili pak stvaraju koji utječu na životnu udobnost i sigurnost. Zaštita ljudske okoline od zagađivanja, danas u doba tehničke revolucije, je životna nužnost.

Jedan od vidova zagađivanja ljudske okoline su: električne struje, električna polja, magnetska polja i elektromagnetska zračenja. Danas je ljudski organizam često podvrgnut takovom elektromagnetskom zračenju na koje nije bio naviknut tokom evolucije.

Elektromagnetska kompatibilnost predstavlja elektromagnetski sklad u danoj okolini. Neki element ili uređaj je kompatibilan u danoj elektromagnetskoj okolini (u skladu je s tom okolinom), ako se može dozvoliti njegov utjecaj na rad ostalih elemenata ili uređaja ili živih organizama[12]. Primjerice, kaže se, da su dva sistema apsolutno inkopatibilna, ako je rad jednog sistema nemoguć dok drugi radi.

Svakim danom troši se sve više i više električne energije, raznolikost i broj električnih uređaja raste, a time i teoretski i praktički problemi elektromagnetske kompatibilnosti. Nabrojimo samo neke probleme: povratni utjecaj električnih uređaja na izvor ili trošilo, planiranje komunikacijskih sistema, elektromagnetska kompatibilnost kod računskih sistema i bolnica. Dakle, potrebno je poznavati izvore smetnji, metode mjerenja smetnji (uključujući mjernu opremu), metode suzbijanja smetnji (uključujući komponente za suzbijanje), te elektromagnetsko djelovanje između uređaja i između uređaja i živih organizama.

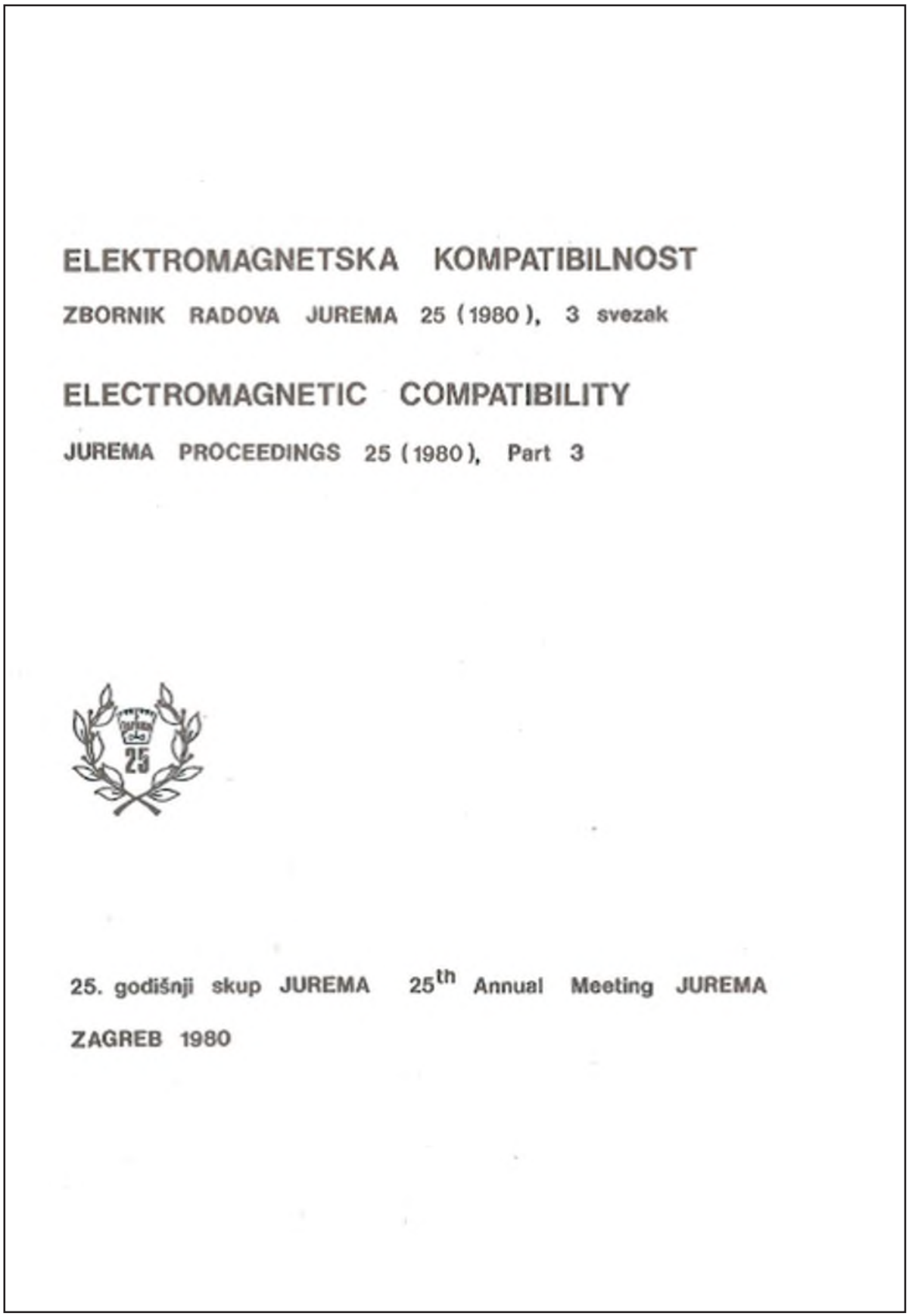
Uspješan rad na suzbijanju smetnji je moguć samo onda ako je poznavanje problema elektromagnetske kompatibilnosti dovoljno duboko. Osim toga rad na problemima elektromagnetske kompatibilnosti zahtijeva suradnju i široku razmjenu informacija stručnjaka, ne samo iz različitih područja elektrotehnike, nego i iz drugih područja znanosti (nuklearna fizika, medicina, biologija itd.).

Svrha ovog znanstveno-stručnog skupa jest upoznavanje šireg kruga znanstvenika i stručnjaka s dosadašnjim radom na području elektromagnetske kompatibilnosti. Zamišljeno je da skup ima i podučnu ulogu, pa su iz pojedinih područja dana pregledna predavanja."

[12] Inženjer Miljenko Žvanović, suradnik Brodarskog instituta u Zagrebu, predlagao je naziv 'elektromagnetska snošljivost'.



Sl. 10.: Naslovna stranica Zbornika radova prvog simpozija o elektromagnetskoj kompatibilnosti udruženja JUREMA (uokviriti sliku)



Sl. 11.: Naslovna stranica Zbornika radova drugog simpozija o elektromagnetskoj kompatibilnosti udruženja JUREMA



Slika 12.: Četvrta stranica korica Zbornika prvog (1977.) i drugog (1980.) simpozija o elektromagnetskoj kompatibilnosti (karikature: Mladen Bašić)

Na zadnjoj stranici korica obaju zbornika su karikature Mladena Bašića koje "objašnjavaju" nastajanje različitih smetnji. Evo što je o nastajanju tih karikatura ispričao Zvonko Benčić:

> "Na zamisao da se na zadnjoj stranici korica Zbornika stave karikature došao je prof. dr. sc. Ivan Flegar. Preporučio je karikaturista Mladena Bašića, svog sugrađanina, Varaždinca. Tada je Bašić stanovao u Zagrebu, pa sam otišao njemu doma. Bio je Uskršnji tjedan; zatekao sam ga kako oslikava jaja. Govorio sam mu o smetnjama, a on je crtao i crtao dok obojica nismo bili zadovoljni. Prije tiskanja, Zbornik sam pokazao direktoru ETI-RK prof. dr. sc. Božidaru Frančiću. Za svaki slučaj, jer u ono vrijeme nije bilo karikatura u znanstveno-stručnim publikacijama. Frančić mi je samo rekao da umjesto 'jalovina' napišem 'jalova energija'."

Naziv drugog simpozija bio je Elektromagnetska kompatibilnost. Održan je Trakošćanu za vrijeme 25. priredbe JUREMA (održana u travnju 1980.). Bilo je 18 referata od 21 autora (pet iz ETI-RK).Urednici Zbornika bili su Janoš Rajda i Ervin Zentner.

U predgovoru Zbornika prof. dr. sc. Zvonko Benčić napisao je i sljedeće:

> "Svrha Prvog simpozija o elektromagnetskoj kompatibilnosti bilo je upoznavanje šireg kruga znanstvenika i stručnjaka s radom u našoj zemlji na području elektromagnetske kompatibilnosti. Zbog toga je simpozij obuhvatio sljedeće teme:
> – razvoj teorije, posebice kvantitativnih teorija elektromagnetskih pojava,
> – proučavanje izvora smetnji i djelovanja smetnji na okolinu,
> – razvoj metoda za suzbijanje smetnji,
> – razvoj mjernih metoda,
> – razvoj standarda.
>
> Glavna tema ovog Drugog simpozija o elektromagnetskoj kompatibilnosti je elektromagnetska kompatibilnost elektromotornih pogona međusobno i s okolinom:
> – utjecaj elektromotornih pogona na energetske izvore,
> – utjecaj elektromotornih pogona na prijenos informacija,
> – postizanje elektromagnetske kompatibilnosti elektromotornih pogona i okoline."

[13] Mladen Bašić (Varaždin, 1945. – Zagreb, 1997.), hrvatski pravnik i karikaturist.

Godine 1983. održan je seminar o elektromagnetskoj kompatibilnosti uređaja i sistema u Hotelu Esplanade u Zagrebu za vrijeme 28. priredbe JUREMA (održana od 25. do 27. svibnja 1983.). Voditelj seminara bio je prof. dr. sc. Ervin Zentner, a suradnici mr. sc. Jandro Šimić, Janoš Rajda i prof. dr. sc. Darko Stipaničev. O tom seminaru nisu sačuvani podaci.

Zaključak

Razvoj područja elektromagnetske kompatibilnosti temeljio se na sljedećim činjenicama. (1) Odabiru najboljih studenata ETF-a. (2) Ugovorima o radu na neodređeno vrijeme (za ulazak u područje potrebno je 5 − 10 godina rada). (3) Naprednoj radnoj sredini (uvijek se od nekoga mogao potražiti savjet). (4) Kontaktima s "vanjskim svijetom". (5) Učenju na rješavanju stvarnih zadaća. Od rezultata ističu se ovlaštenje za certificiranje električne i druge tehničke opreme (proizvoda) prema zahtjevima elektromagnetske kompatibilnosti, razvoj niza filtara za otklanjanje mrežnih smetnji do 600 A i izgradnja Faradayeva kaveza obujma 315 m^3 za ispitivanje kabela metodom parcijalnog izbijanja.

Literatura

[1] − *Informacije Rade Končar,* br. 56-57, 1972., treća stranica korica

[2] − Rade Končar – 20 godina Elektrotehničkog instituta, RO Rade Končar – Razvoj proizvoda i proizvodnje, OOUR Elektrotehnički institut, Zagreb, rujna 1981., str. 13.

[3] − Končar – Institut za elektrotehniku, oko 1992., str. 10.

[4] − Izvješće o društveno odgovornom poslovanju Instituta 2011., Končar – Institut za elektrotehniku, 2011., str. 18.

[5] Stipaničev, Darko; Šimić, Jandro: Niz energetskih filtera 10−630 A za suzbijanje VF i RF smetnji na uređajima i postrojenjima energetske elektronike, *Automatika*, god. XIX, br. 1-2, str. 34-39.

Dodatak

a) Suradnici Laboratorija za elektromagnetsku kompatibilnost



Davor Hatvalić / Pajer (r. 1964. u Crkvici, Zenica), diplomirao na ETF-u u Zagrebu 1987., radio od 1987. do 1990. u ETI-RK.



Branko Kovač (r. 1955. u Otoku kod Vinkovaca), diplomirao na ETF-u u Zagrebu 1977., radio od listopada 1977. do listopada 1987. u ETI-RK.



Darko Krizman (r. 1953. u Zagrebu, radio od studenog 1972. do prosinca 1990. u ETI-RK, zatim od 1991. do 1993. u tvrtki *Svjetlo*, te u *Končar* − Institut za elektrotehniku do umirovljenja u svibnju 2018.



Janoš Rajda (r. 1953. u Nikincima), diplomirao na ETF-u u Zagrebu 1975., radio od studenog 1975. do svibnja 1987. u ETI-RK.



Vlatko Rajić (r. 1936. u Mostaru), diplomirao na FSB-u u Zagrebu 19??., radio od 1966. do 1988. u ETI-RK



Darko Stipaničev (r. 1955.), diplomirao na ETF-u u Zagrebu 1977., radio od 1977. do 1980. u ETI-RK.



Jandro Šimić (r. 1947. u Suzi, Baranja), diplomirao na ETF-u u Zagrebu 1970., radio od 1971. do 2012. u ETI-RK.



Emil Vargović, diplomirao na ETF-u u Zagrebu 1975., radio od studenog 1975. do svibnja 1987. u ETI-RK, zatim u Drives&Control na ugovor od lipnja 1992. do siječnja 1992., kad prelazi u Institut za elektroprivedu.

b) Doktorske disertacije i magistarski radovi suradnika Laboratorija za elektromagnetsku kompatibilnost ETI-RK

Doktorske disertacije

Darko Stipaničev: *Neizraziti regulatori za vođenje složenih procesa*, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 1987. (mentor: prof. dr. sc. Juraj Božičević)

Magistarski radovi

Ante Miliša: *Radio-smetnje i parcijalna izbijanja na visokonaponskim sklopnim aparatima*, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 1975.

Darko Stipaničev: *Analiza mogućnosti ocjenjivanja elektromagnetske kompatibilnosti*, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 1980. (mentor: prof. dr. sc. Ervin Zentner)

Jandro Šimić: *Analiza elektromagnetske kompatibilnosti određivanjem smetnji zbog električke i magnetske sprege*, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 1989. (mentor: prof. dr. sc. Ervin Zentner)

Marijan Bogut: *Istraživanje vibroakustičkih svojstava asinkronog kaveznog motora napajanog iz poluvodičkog pretvarača frekvencije*, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 1994.

c) Popis referata na prvom i drugom simpoziju o elektromagnetskoj kompatibilnosti[14]

Prvi simpozij (1977.)

Zvonko Benčić (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Značaj elektromagnetske kompatibilnosti

Albin Wedam (Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani)
Teoretske osnove elektromagnetske kompatibilnosti

Albin Wedam (Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani)
Međunarodna organizacija rada na području električnih smetnji i elektromagnetske kompatibilnosti

Ivan Flegar, Jandro Šimić (Elektrotehnički institut *Rade Končar* – Zagreb)
Smetnje od uređaja i postrojenja energetske elektronike

[14] debljim slovima označeni su suradnici EI-RK

Ivan Gašparac (Zavod za elektrostrojarstvo, Elektrotehnički fakultet Zagreb)
Smetnje električnih rotacionih strojeva

Ante Miliša (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Radio-smetnje od visokonaponskih sklopnih aparata

Slobodan Lolić (Združeno elektroprivredno preduzeće Srbije, Beograd)*, Dobrivoje Živković* Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd)
Radio i televizijske smetnje od električnih mreža visokog napona

Mirko Minić, *Marko Ivanić* (Elektronska industrija Niš)
Radio smetnje od radio i TV prijemnika

Milan Sinjeri (Radiotelevizija Zagreb)
Električne smetnje u prijemu radiodifuznih emisija od aparata i uređaja visokih frekvencija primijenjenih u industriji, medicini, znanosti i drugim djelatnostima

Niko Lahajner (Institut za kakovost in metrologijo, Ljubljana)
Radiofrekvenčne motnje motornih vozil z motorji s notranjim zgorevanjem

Jože Gajšek (Ljubljana, Slovenija)
Izvor in kontrola radiofrekvenčnih motenj (RFM) pri gospodinjskih aparatih ter drugih napravah z vgrajenemi malimi električnimi motorji, termostati, polprevodniškimi elementi, flouresc. svetilki itd.

Ervin Zentner (Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu)
Utjecaj smetnji na prijenos informacija i rad elektroničkih sustava

Ivan Plačko (Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu)
Utjecaj visokonaponskih postrojenja na telekomunikacijska postrojenja

Miroslav Vučetić (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Utjecaj smetnji na rad elektroničkih sklopova industrijske elektronike

Franjo Jović (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Utjecaj smetnji na rad i izvedbu procesnog kompjuterskog hardvera

Mile Bratić (Savezna uprava za radio veze, Beograd)
Merna oprema i merne metode za radio-smetnje

Ljubo Kastelec (Elektrotehniška šola v Ljubljani)
Merjenje slabljenja elementov za odpravo radiofrekvenčnih motenj (RFM)

Janoš Rajda, Jandro Šimić (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Filteri za suzbijanje radiofrekventnih smetnji

Toplica Božinović (Vojnotehnički institut – Beograd)
Elektromagnetno oklapanje

Drugi simpozij (1980.)

Josip Ungarov (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Određivanje harmonika struje i napona, psofometrijske struje i snage tiristorske lokomotive simulacijom pomoću matematičkog modela

Heinz Burtscher (Institute of Automatic Control and Industrial Electronics, Swiss Federal Institute of Technology, ETH-Zentrum, Zürich, Switzerland)
Statistical superposition of harmonics caused by thyristor-controled locomotives: experimental evaluation and ....xxxxxxxxxxxxx..fali

Jandro Šimić, *Milan Davidović* (Elektrotehnički institut *Rade Končar* – Zagreb, ŽTP – Zagreb)
Smetnje elektrovučnih vozila na signalno-sigurnosne uređaje

Janoš Rajda (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Utjecaj elektromagnetskih smetnji od elektromotornih pogona na telekomunikacijske vodove

Mladen Begović (Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu)
Vjerojatnosni pristup elektromagnetskom utjecaju energetskih vodova na telekomunikacije

Janoš Rajda (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb), *Bruno Pamić* (ŽTP – Zagreb)
Utjecaj diodne i tiristorske vuče na signalne i telekomunikacijske vodove

Ervin Zentner (Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu)
Mjerni postupci u analizi elektromagnetske kompatibilnosti

Slobodan Lolić (Združena elektroprivreda Beograd)
Problem dopuštenih granica radiosmetnji koje potiču od visokonaponskih vodova

Branko Mišljenović (ŽTP – Zagreb), ***Darko Stipaničev*** (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb),
Mjerenje radio smetnji prouzrokovanih željezničkim elektro-vučnim postrojenjem

Ivan Sugja (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Mogu li se normirati impulsi smetnji na elektroničke sklopove

Karel Jezernik (Visoka tehniška šola Maribor), *Drago Dolinar* (VTO Elektrotehnika Maribor)
Harmonska popačenja napajalnika izmeničnega omrežja ob uporabi tiristorske usmerniško-razsmerniške sklopke

Darko Stipaničev (Elektrotehnički institut *Rade Končar* − Zagreb)
Pasivni filteri za smanjenje komutacijskih propada i suzbijanje radio-frekvencijskih smetnji

Petar Crnošija (Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu)
Elektromagnetska kompatibilnost više istosmjernih elektromotornih pogona priključenih na istu energetsku mrežu

Marko Ivanić (Elektronska industrija Niš)
Potiskivanje smetnji koje potiču od prekidačkih mrežnih stepena kod TV prijemnika

Milan Dimitrijević (Savezni zavod za standardizaciju)
Standardizacija u oblasti elektromagnetske kompatibilnosti

Milan Sinjeri (Radiotelevizija Zagreb, RO Odašiljači i veze)
Utjecaj smetnji na prijem radio i TV-emisija od kućanskih aparata i uređaja s ugrađenim motorima

Jože Gajšek (Ljubljana, Slovenija)
Zmanševanje radiofrekvenčnih motenj (RFM) pri gospodinjskih aparatih, orodnih strojih in sličnih napravah z vgrajenemi komutacijskimi motorji



Autor izložbe Guido Quien iz bogate je Bašićeve ostavštine izabrao oko 130 karikatura koje su na izložbi svrstane u tematske cjeline: Svijet odvjetnika, Igre riječima, Ptice i pizze, Erotika, Fešnik, Aktualne teme trenutka,

Karikatura Mladena Bašića

The Field of Electromagnetic Compatibility at the Rade Končar Electrical Engineering Institute (1972 – 1990)

Jandro Šimić, Zvonko Benčić

Abstract: Work in the field of electromagnetic compatibility began with the measurement of conductive and radiated electromagnetic interference in the development of military and postal apparatus using power electronics. In the late nineteen-seventies measurement and influence of the effects of interference was extended to other electrical products made by Končar, for example to diode and thyristor locomotives, and household appliances. Then Končar began to resolve the problems of electromagnetic compatibility in the plants of other companies in Croatia, for example in Elka and Pliva. The laboratory for electromagnetic compatibility was authorized in 19?? for measuring and certification of electrical products.

Keywords: Zvonko Benčić, certification, Faraday cage, electromagnetic compatibility, Končar – Laboratory for Electromagnetic Compatibility, RSO-test, Jandro Šimić, Ervin Zentner

Gojko Nikolić

Povijest automatskih uređaja – automata, preteče robota

Sažetak: Kroz povijest ljudi su nastojali izrađivati uređaje koji bi im olakšali rad i život. Sukladno razvoju tehnike, ti su uređaji od običnih alata postajali složeniji mehanizmi i automati. Stalno je prisutna težnja izrade automata poput čovjeka koji bi obavljali neke funkcije ili zabavljali publiku. Mnoga takva rješenja prikazana su u ovom radu. Automatizirani uređaji poput čovjeka ukazuju na početak nastanka ideje o robotima, te se povijest automata poistovjećuje s poviješću robota. Prikazan je i daljinski upravljani lutak, kojeg je izradio polovinom prošlog stoljeća Šibenčanin Carlo Mattiazzi za potrebe filma i predstava na Broadwayu, što je nepoznato široj javnosti.

Ključne riječi: povijest tehnike, antički uređaji, automati, roboti

Uvod

Automatski uređaji oduvijek su oduševljavali ljude, jer su na vanjski podražaj automatski obavljali određene radnje ili davali složene odgovore, odnosno podatke. Razvojem tih automata kroz povijest, koji su koji put bili izrađeni na sliku i priliku čovjeka, utrt je put budućim robotima, tako da se ova povijest automata poistovjećuje s robotima. Mišljenja o robotu i njihova definicija mijenjala se s razvojem tehnike. Prije se ti automati nisu ni nazivali robotima. Naziv robot preuzeo je 1939. godine američki pisac znanstvene fantastike Issac Asimov od češkog književnika Karela Čapeka, koji je 1920. godine u svojoj drami *R.U.R. (Rossum's Universal Robots*, *Rossumovi univerzalni roboti*), opisao

srednjovjekovnu legendu o oživljavanju Golema, čovjekolike figure bez emocija. U toj se drami kao robovi pojavljuju "strojevi koji su savršeniji od čovjeka" i "koji imaju iznimnu inteligenciju", odnosno u tehničkom smislu uređaji koji mogu savršeno mehanički obavljati poslove uz samostalnost (inteligenciju) pri obavljanju. U drami ti se "mehanički ljudi bez emocija" oslobađaju i uništavaju svojeg tvorca čovjeka.

U tehniku je riječ "robot" uveo 1954. godine izumitelj prvog robota George Devol mlađi. On je zajedno s J. Engelbergerom 1956. izradio prvog industrijskog robota u tvrtki Unimation Inc.

Većina ljudi pod pojmom robota zamišlja automatski stroj sličan čovjeku, "koji pokreću motori u zglobovima, a kojim upravlja računalo". Čak je Websterov Rječnik definirao robota kao "automatizirani uređaj koji obavlja funkcije koje se obično pripisuju čovjeku". To odgovara predodžbi većine ljudi, najčešće stvorene javnim medijima. S razvojem industrijskih robota on dobiva, sukladno svojim mogućnostima, drukčije definicije, koje se stalno dopunjuju i mijenjaju. Službenom definicijom (industrijskog) robota uzima se ona Međunarodne organizacije za normizaciju (*International Organisation for Standardization* − ISO):

> "Industrijski robot je automatski, reprogramibilni, višefunkcijski manipulator koji ima više stupnjeva slobode kretanja, koji je pogodan za rukovanje materijalom, dijelovima, alatima ili posebnim uređajima za izvršavanje promjenjivih programiranih operacija. Industrijski roboti obično imaju jednu ili više ruku, upravljački uređaj s mogućnošću pamćenja, a katkad koriste i senzore za prikupljanje informacija iz okoline. Oni su višenamjenski uređaji koji obavljaju operacije koje se ponavljaju, a za izvršavanje tih operacija imaju mogućnost prilagođavanja okolini."

Nešto drukčiju ima američko udruženje RIA (*Robotic Industries Association*), kao i japanska JIRA (Japanese Industrial Robot Association). Kako se roboti razvijaju i primjenjuju u svim područjima ljudskog djelovanja, postaju sve "inteligentniji" i imaju drukčije oblike, koji više ne nalikuju čovjeku. Njihova uloga nije samo pomoći čovjeku, nego ga u mnogim poslovima i zamijeniti. Taj trend će odrediti, ne samo oblike i tehnička rješenja budućih robota, njihove mogućnosti nego i pojmove živog i neživog, svjesnog i nesvjesnog. Danas se pod robotom podrazumijeva:

> "Informatički stroj koji ima fizičku stranu, odnosno robot je fizičko proširenje računalne tehnologije koji pretvara informaciju u rad neposredno utječući na nas i našu okolinu." [1]

Zato, kad je riječ o povijesti automatiziranih uređaja, koja se poistovjećuje s poviješću robota, treba uzeti u obzir razvoj i promjene tih uređaja.

Povijest automata

Napredak tehnike, a posebno automatizacije, posljedica je stalne želje čovjeka da sebi olakša rad, da postane učinkovitiji kako bi manje radio, a usto više zaradio. To je vječna želja čovjeka koja ga stalno gura u daljnji tehnološki napredak, što je u krajnjoj mjeri pokretač razvoja čovječanstva.

Primitivni čovjek izmišljao je različite jednostavne alate kako bi sebi olakšao svakodnevnu borbu za život. Razvojem misli, spoznaja i znanja, alati postaju sve složeniji, u njih se ugrađuje i energija koja više nije snaga ljudskih mišića. Sastavni je dio tih težnji i nastojanje da se nekog drugog prisili da radi za njega. U početku to su bile životinje koje je pripitomio, a potom zarobljenici u ratovima, koji su često vođeni samo radi toga. Razvojem civilizacije robovi postaju kmetovi i na kraju tu ulogu preuzimaju strojevi. Danas sofisticirani strojevi ne zamjenjuju čovjeka samo kao izvorište radne snage nego koriste i njegov način razmišljanja i donošenja odluka. Oni postaju savršeni robovi.

Uobičajeno je mišljenje da se početak automatizacije javio tek u prvoj industrijskoj revoluciji u XVIII. stoljeću, međutim, prema opisima i legendama iz antike, može se govoriti o iznimno domišljatim rješenjima automatiziranih strojeva u to vrijeme. Oko 3500. pr. Kr. u grčkom je mitu o kiparu Pigmalionu s Cipra i bogu vatre i željeza Hefestu uključena priča o stvaranju čovjeka oblikovanjem kipa žene kojoj je božica Afrodita dala dušu.

Babilonci su oko 1400. pr. Kr. razvili vodeni sat nazvan *clepsidra*, koji je recirkulirao vodu sustavom posuda, a koji neki nazivaju prvim automatskim uređajem.

Kineski izumitelj Shi Yan oko 1000. pr. Kr. izradio je androida kralja Mua. Android (grč. *Andros*, čovjek; *eidos*, lik, izgled), mogao se kretati, a imao je i unutarnje organe bez kojih nije funkcionirao. [2]

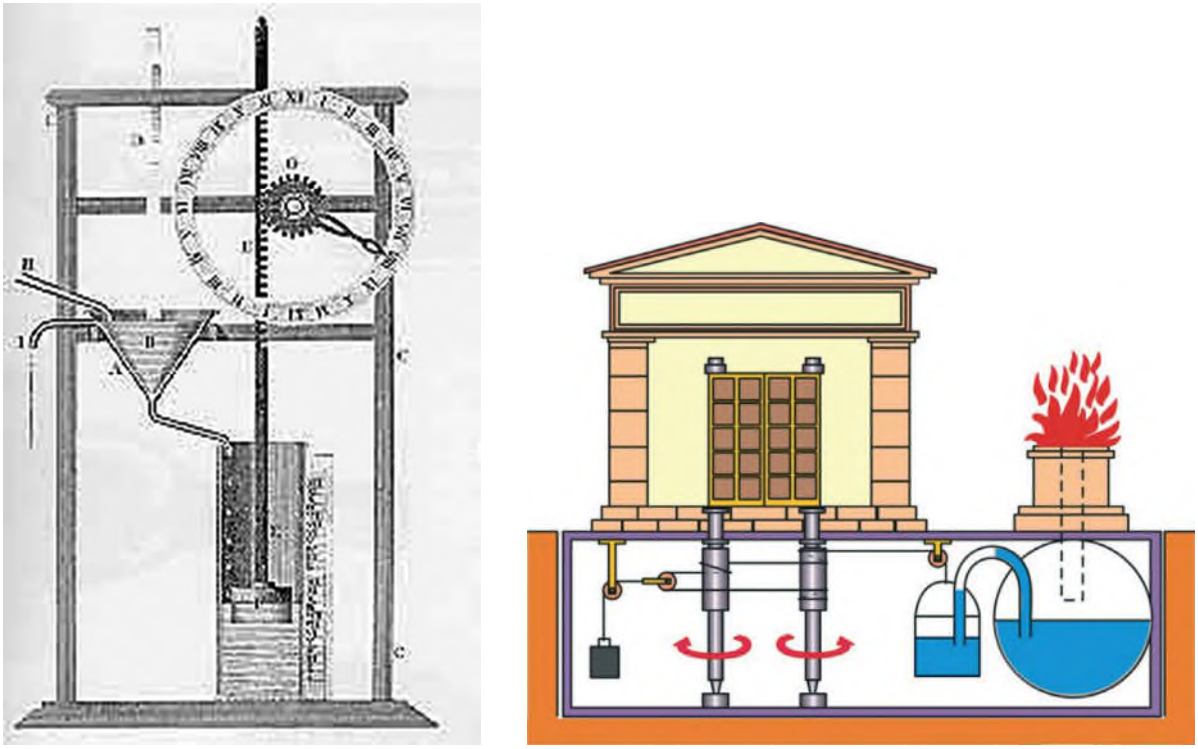
U epu *Ilijada* Homer opisuje oko 880. pr. Kr. mehanički automat s pokretnim tronošcima nazvan *simulacra*, u kontekstu s bogom vatre Hefestom.

Platon je 427. pr. Kr. u svojem posljednjem radu objavio ideju o načinu čovjekova razmišljanja i usporedbi s radom mehanizama strojeva.

Grčki filozof Aristotel 350. pr. Kr. raspravljao je o zamišljenom stroju čiji se rad temelji na "pokornosti i predosjećaju".

Oko 270. pr. Kr. svestrani izumitelj Ktesibije Aleksandrijski projektirao je vodeni sat koji je imao pokretne dijelove. Do tog vremena Grci su se koristili staklenim pješčanim satom koji je trebalo stalno preokretati. Ktesibijev sat pokretao se istjecanjem vode, koja je tako podizala razinu u cilindru te se plovak

sa zubnom letvom polagano podizao. Znao je da je brzina istjecanja vode ovisna o visini stupca vode te je osigurao uvijek jednaku razinu, što se vidi iz crteža na slici 1.a). [3] Na taj način on je napravio sat koji pravilno radi s konstantnom brzinom pomicanja. Izrađivao je i igračke za djecu te niz automatiziranih naprava za kazališne predstave.



a) b)

Sl. 1.: a) Ktesibijev vodeni sat *clepsidra* [3], b) rekonstrukcija Heronova hrama na Olimpu [4]

Filonu Bizantskom (280. − 220. pr. Kr.), pripisuje se, osim izrade mnogih inovativnih mehaničkih, pneumatskih i hidrauličkih uređaja, i izrada androida djevojke koja je posluživala vino ili bevandu u željenoj koncentraciji. [2]

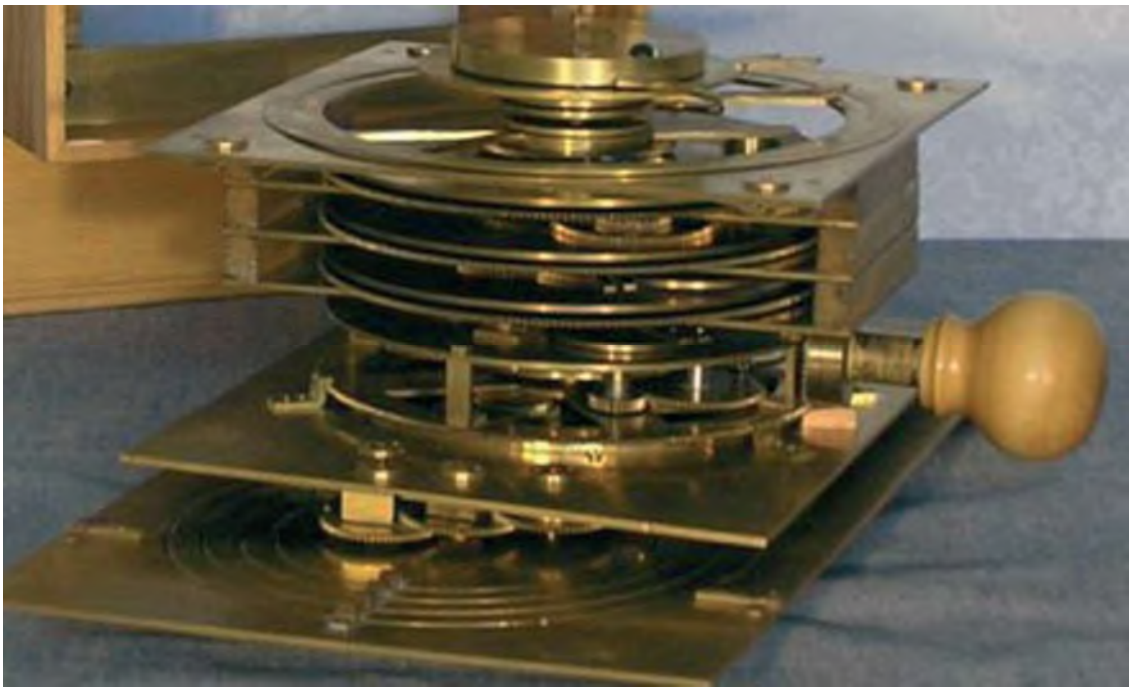
Poznat je Heronov sustav automatskog otvaranja vrata hrama na Olimpu prinošenjem žrtve, oko 200. pr. Kr., slika 1.b). Taj matematičar i fizičar iz Aleksandrije osmislio je brojne automate koji su djelovali na hidrauličkom ili pneumatskom načelu ili su bili pogonjeni parom, odnosno toplim zrakom. Uređaji su bili namijenjeni kazalištu.

U Kini su 200. pr. Kr. obrtnici razvijali i izrađivali automate, uključujući i cijele mehaničke orkestre. [5]

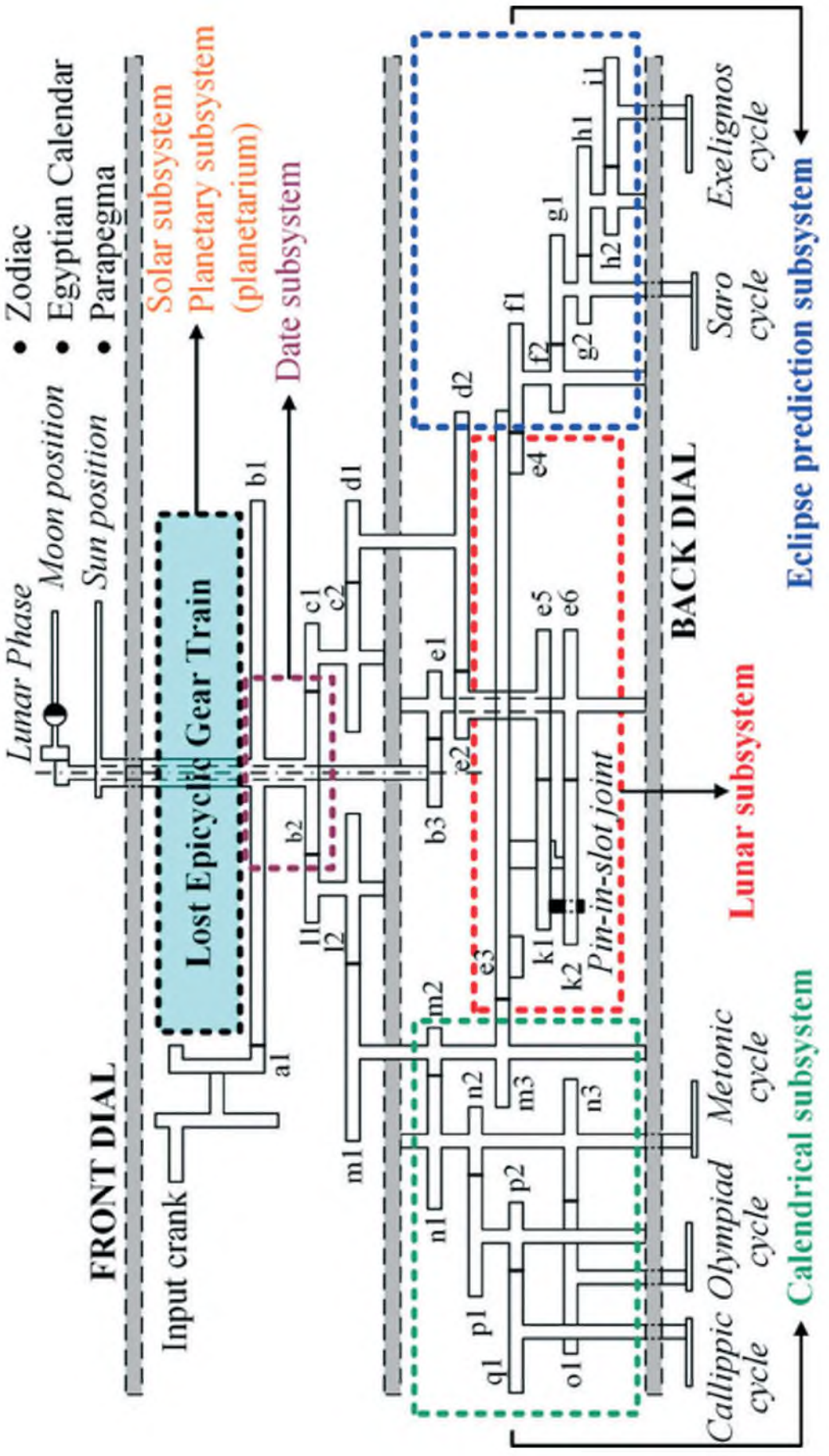
U rang tih izuma svakako treba svrstati i simulator planetarnih kretanja ili prvo analogno računalo, Mehanizam iz Antikitera, 33 cm × 17 cm × 9 cm, pronađeno u potonulom brodu. Njegova je izrada datirana u II./I. st. pr. Kr., slike 2, 3, 4. [6, 7, 8] Nazvano je prema grčkom otoku kraj kojeg je pronađen



Sl. 2.: Ostaci Mehanizma iz Antikitera u Nacionalnom arheološkom muzeju u Ateni [6]



Sl. 3.: Rekonstruirani Mehanizam iz Antikitera [8]



Sl. 4.: Sklop zupčanih parova rekonstruiranog Mehanizma iz Antikitera [7]

potonuli antički brod 1902. godine. Imalo je 37 zupčanika, te ako se napišu odnosi brojeva odgovarajućih zubaca, dobije se (64/38) × (48/24) × (127/32) = 124/19 = 13,36842, što je vrlo blizu točnom astronomskom broju (parapegma) 13,368267. [9, 10, 11, 12, 13] Vidljivo je da se broj razlikuje tek u četvrtoj decimali. Neki pretpostavljaju da ga je osmislio Arhimed.

Oko 1200. arapski su autori projektirali složene mehaničke uređaje. Najpoznatiji je Al-Jazari, koji je napisao djelo *Automata*, *Knjiga znanja o genijalnim mehaničkim uređajima*, u kojoj je prezentirao 50 radova sa 174 crteža. [14] Ona je bila najvredniji dokument za projektiranje, proizvodnju i montažu strojeva gotovo sve do današnjeg doba. To su važni tekstovi za proučavanje povijesti razvoja tehnike.



Sl. 5.: Al-Jazarijevi glazbenici roboti [14]

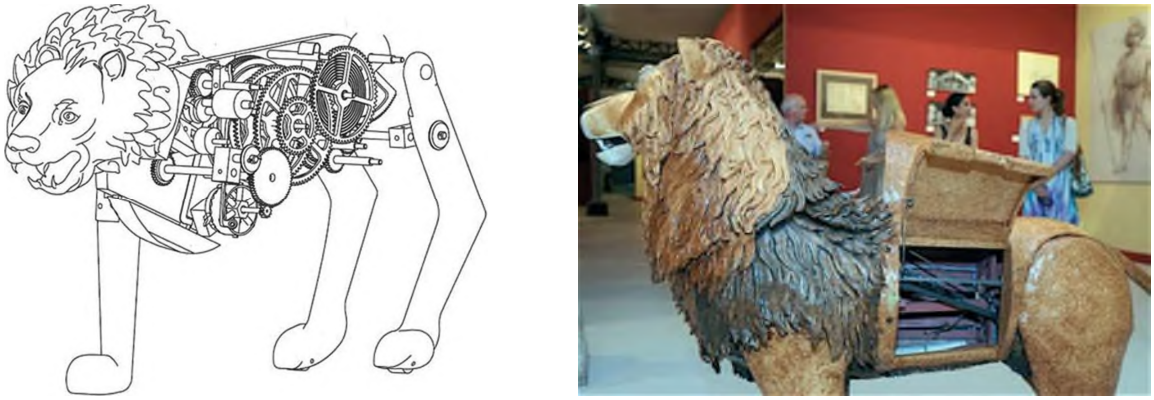
Al-Jazari osmislio je glazbeni automat, slika 5. To je brod na kojem su četiri automatizirana glazbenika koji pluta po jezeru. Namjena mu je bila zabavljanje vladarovih gostiju. Kretanjem broda dobivala se pokretačka energija. Profesor Noel Sharkey smatra vrlo vjerojatnim da su automati bili programirani s pomoću valjka s klinovima koji su aktivirali udaraljke bubnjeva. Mogli su se bubnjati različiti ritmovi ako bi se promijenio programski valjak s klinovima. [14] Al-Jazari je osmislio i humanoidni automat: djevojku koja je mogla



Sl. 6.: Djevojka automat za posluživanje pića [15]

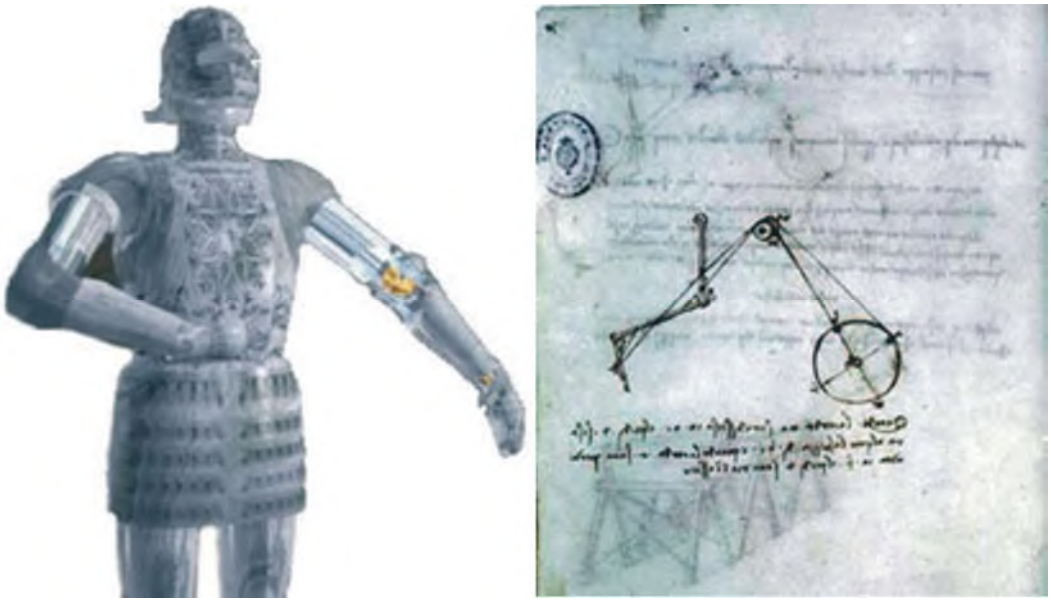
poslužiti vodu, čaj ili neko drugo piće, slika 6. [15] Taj izumitelj zauzima sigurno važno mjesto u povijesti automatizacije, automata, robotike i automatiziranih glazbenih figura u kazalištu. [16]

Poznato je da su se u srednjem vijeku radili složeni mehanizmi za kretanje maketa svetaca, planeta i aktiviranje većeg broja zvona za dobivanje melodije na zvonicima ili tornjevima crkvi. Primjer je takvog složenog mehanizama mehanički pijetao na vrhu katedrale u Strasbourgu izrađen 1350. godine. U tu skupinu mehanizama može se uvrstiti i da Vincijev pokretni lav izrađen oko 1517. godine, slika 7. [17]



Sl. 7.: da Vincijev lav [17]

Za ova razmatranja posebno je zanimljiv humanoidni robot, kojeg je Leonardo da Vinci počeo raditi nešto prije glasovite slike *Posljednja večera*. Prikazao ga je na proslavi 1495. godine u Milanu, na kojoj je domaćin bio Ludovico Sforza. To je možda prvi humanoidni robot u zapadnoj civilizaciji. Smatra se da je nastao kao rezultat njegova izučavanja anatomije čovjeka, studiranja pokreta udova. Postoje i pretpostavke da su na Leonarda imali utjecaj i automati Al-Jazarija o kojima je dobio informacije preko trgovaca s Bliskog istoka. Leonardov metalni vitez robot u stojećem stavu, slika 8.a), blago savijenih ruku, mogao je pokretati glavu i otvarati i zatvarati svoj vizir te samostalno pokretati ruke. Mogao je proizvoditi i zvuk bubnjanja. Na određen je način taj robot utjecao na buduća modeliranja čovjekovih udova pokretanih s pomoću užadi koja su simulirala tetive i mišiće, slika 8.b). [4, 5,18]



a) b)

Sl. 8.: da Vincijev humanoidni robot: a) izgled robota, b) crtež načina pomicanja udova s pomoću užadi [5]

Hans Bullmann izradio je 1525. u Nürnbergu prvog realnog androida, odnosno automat s ljudskim likom. Drvenu figuru svećenika, visine 30 cm i s mehanizmom za pokretanje nogu, ruku i glave, izradio je 1560. godine, slika 9.a). Namjena figure nije ustanovljena. [5] Figura se nalazi u Deutsches Museumu u Münchenu. Želio je izraditi nekoliko androida koji sviraju glazbala za kupce koji su bili voljni platiti. Istodobno je Gianello Torriano iz Cremone izradio ženu koja svira na lutnji, a koja je sad u Kunsthistorisches Museumu u Beču, slika 9.b). [19]



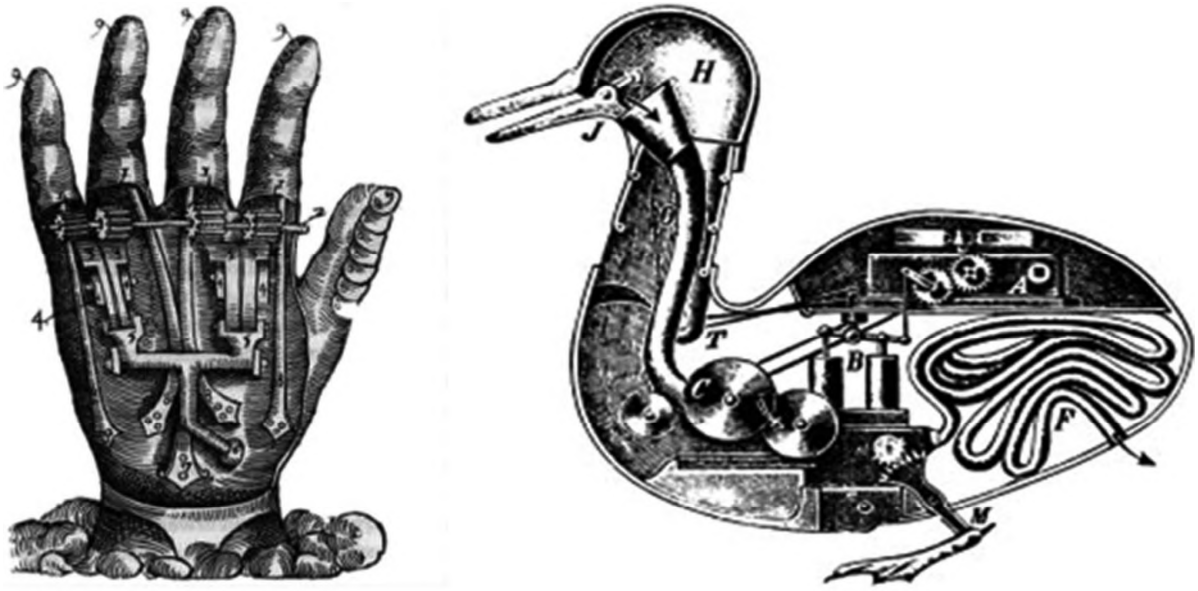
a) b)

Sl. 9.: Drvene pokretne figure: a) pokretna figura svećenika [5], b) Torrianova žena koja svira lutnju [19]

Konstruktor Ambroise Paré zamislio je mehaničku ruku i konstrukciju publicirao u *Dix livres de Chirurgie*, u Parizu 1564. godine, slika 10.a). [5, 20]

U XVII. st. u Japanu su izrađivane lutke *karakuri*. [21] To su mehanizirane lutke ili automati, a riječ označava "mehanički uređaj za zadirkivanje, izvođenje trikova ili osoba koje izazivaju iznenađenje". Lutke su se mogle kretati samo po unaprijed određenoj putanji, slika 11. [22]

Njemački filozof i alkemičar Ëke Albertus Magnus nastojao je 1727. godine stvoriti umjetno biće i tad je u uporabu ušla nova riječ – android. [23]



a) b)

Sl. 10.: a) mehanička ruka Ambriosea Paréa, b) konstrukcija i unutrašnjost Vaucansonova patka [20]

Francuski izumitelj Jacques de Vaucanson stvorio je 1737. nekoliko androida − robotskih figura svirača flaute veličine čovjeka, a godinu poslije konstruirao je tri automata u Grenobleu. Prva je figura svirala flautu, ali samo 12 tonova. Druga je svirala flautu i tamburin. Treća je figura najpoznatija,

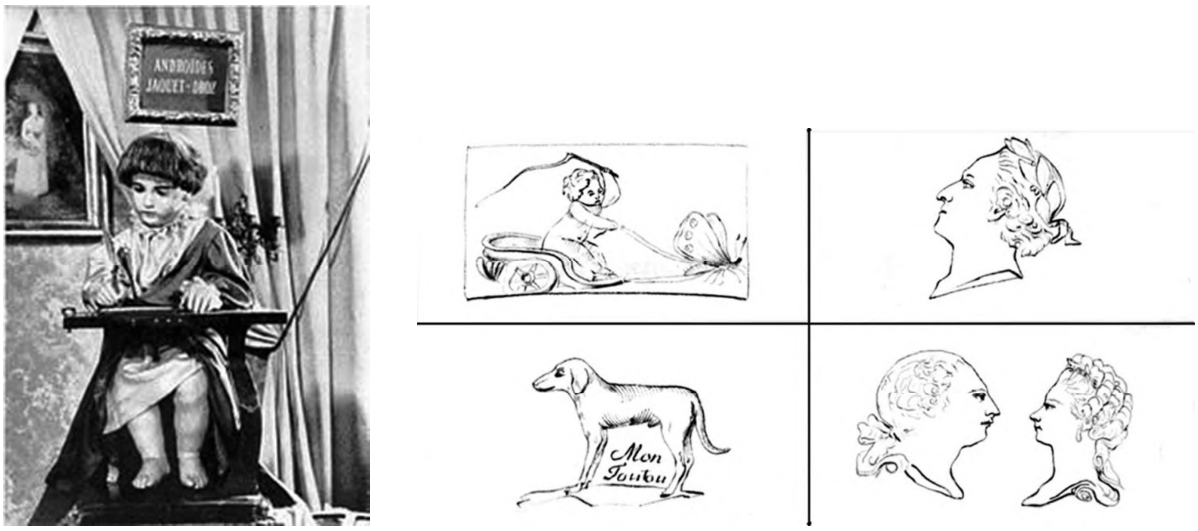


Sl. 11.: Chahakobi Ningyo, projekt iz 1796. s izrađenim drvenim modelom [22]

nazvana je *Patak* i primjer je Vaucansonovih pokušaja označenih kao „pokretna anatomija". Ona predstavlja modeliranje čovjeka ili životinje mehaničkom konstrukcijom. Patak se kreće, gače, lepršа krilima, jede i guta hranu, brčka se po vodi i probavlja hranu kao da je živ, slika 10.b). [5, 20] Tijelo mu je bilo izrađeno od tankog pozlaćenog bakra, a djelomično je bilo prozirno kako bi se vidjeli unutarnji organi. Interesantno je da je krilo bilo izrađeno od 400 uzglobljenih dijelova koji su vjerno oponašali kretanje krila živog patka. [2]

Već 1760. njemački izumitelj Friedrich von Knauss izrađuje androida koji je u stanju držati olovku i pisati odlomak do 107 riječi.

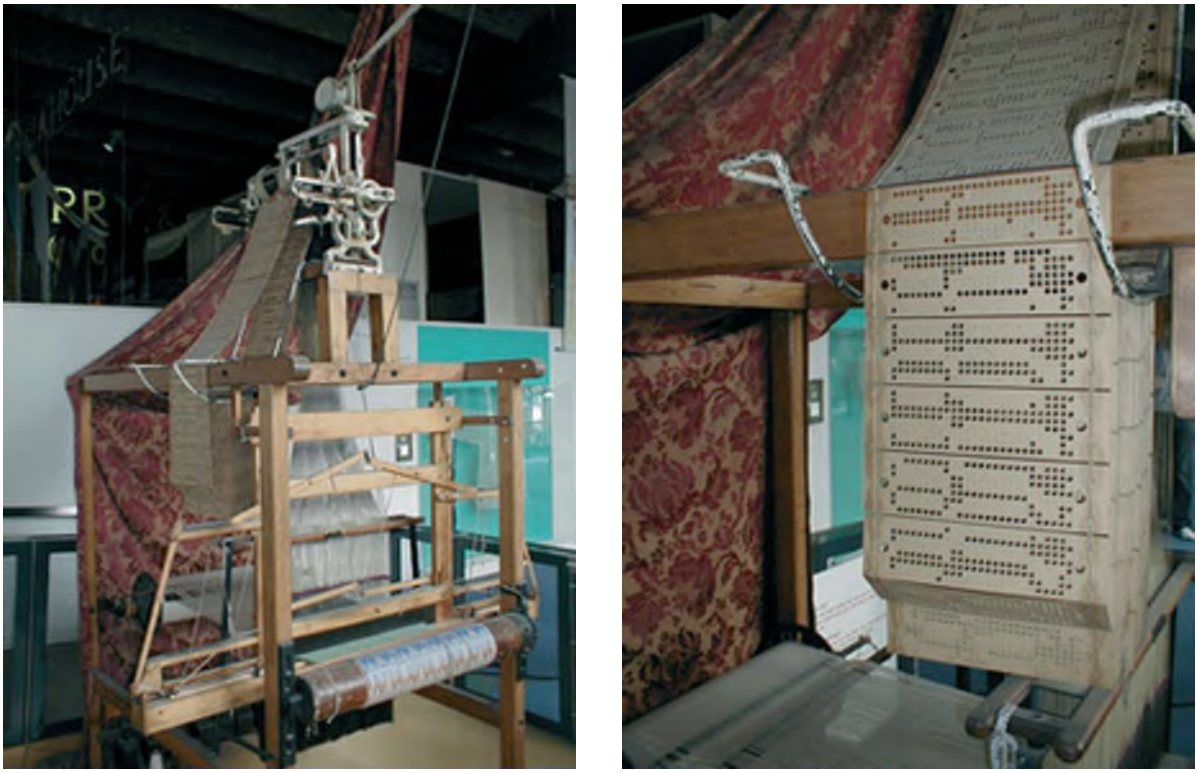
Švicarac Pierre Jaquet-Droz kreirao je 1772. androide pisce, umjetnike i glazbenike. Iduće godine Pierre i Henri-Louis Jaquet-Droz izumili su prvi automat ljudskog lika koji može pisati i crtati, slika 12. Crtao je pse i portret kralja Luja XV. Izradili su tri lutke, svaku s jedinstvenom funkcijom pisanja, sviranja i crtanja. [5]



Sl. 12.: Figura androida crtača i crteži koje izrađuje [5]

Razvoj tehnike stalno je omogućavao usavršavanje automatskih uređaja. Zato je potrebno svakako istaknuti i navesti neke značajne događaje tog razvoja, poput prvog pronalaska mehaničkog tkalačkog stroja 1733., izum parnog stroja 1776. i njegove primjene, čime je čovjek sustavno zamijenjen kao izvor energije.

U to vrijeme nastaju novi izumi, kao preteče najvažnijih otkrića s kraja XIX. i početka XX. stoljeća. Tako je Joseph Marie Jacquard izradio 1801. automatizirani razboj kojim se upravljalo s pomoću bušene kartice, slika 13. Taj izum prethodio je izumu računala, kao i numerički upravljanih strojeva XX. stoljeća. [13]



Sl. 13.: Automatizirani razboj J. M. Jacquarda [13]

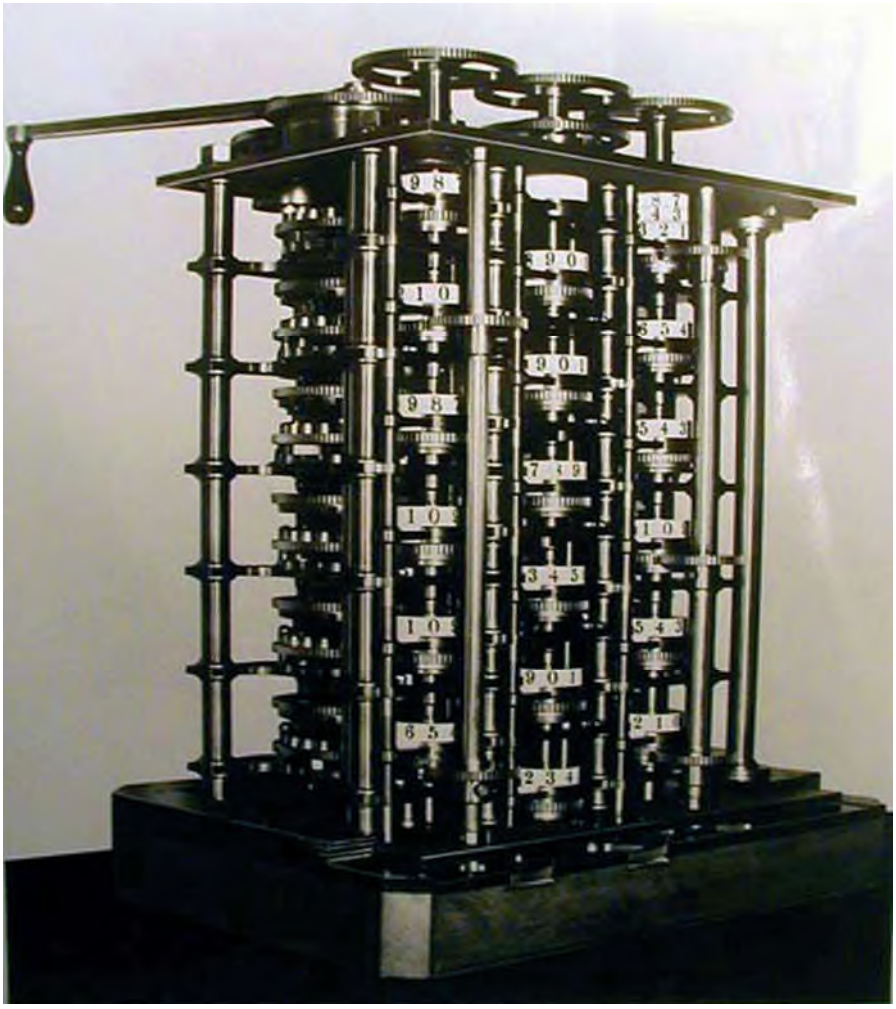
Friedrich Kaufmann izradio je 1810. mehaničkog svirača. Udubljenja na bubnju aktiviraju ventile koji propuštaju zrak kroz 12 jezičaca, kao kod orgulja. Proizvodi se zvuk koji prolazi kroz trubu i oblikuje zvuk trube. Pogon se ostvaruje preko opružnog mehanizma koji treba naviti. Visina automata je oko 180 cm, slika 14. [5]



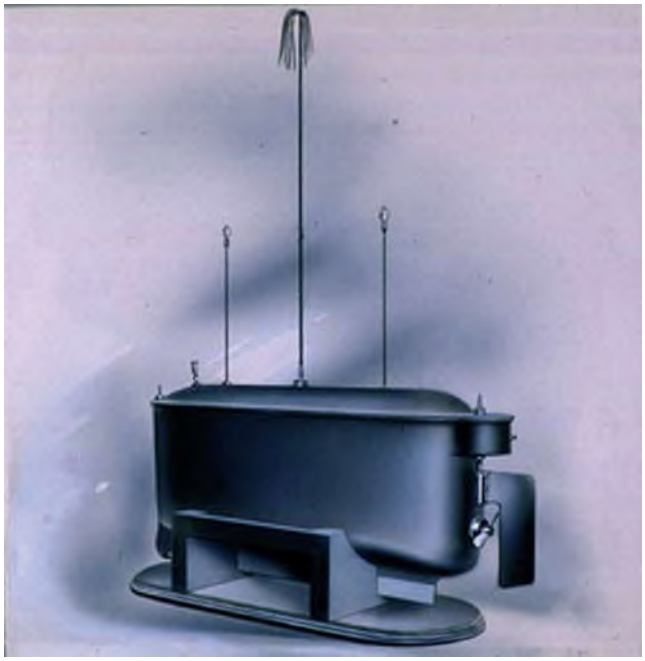
Sl. 14.: Kaufmannov svirač [5]

Engleski znanstvenik Charles Babbage (1791. − 1871.) počinje od 1820. do 1830. raditi na mehaničkim strojevima za računanje. Napredniji od tih strojeva uključuju sve komponente koje se i danas nalaze u modernim digitalnim računalima. To su ipak bila mehanička računala nadahnuta Jacquardovim strojevima s bušenim karticama. Najznačajnije je računalo nazvano *Analytical Engine*, a prezentirao ga je u Kraljevskom astronomskom društvu (*Royal Astronomical Society*) otprilike tridesetih godina XIX. stoljeća. Prema nacrtima Babbageovo je mehaničko digitalno računalo izrađeno puno kasnije, sredinom XIX. stoljeća, slika 15. [13]

Nikola Tesla izumio je 1890., a demonstrirao u Madison Square Gardenu 1898. godine, prvo daljinski upravljano vozilo, nazvano "brod s daljinskim upravljanjem", slika 16. Izum je nastao kao nastavak istraživanja na radiju. Nakon što ga je Tesla patentirao, ta se tehnologija nije dugo primjenjivala. Tek su u Drugom svjetskom ratu Nijemci napravili prvi tenk na daljinsko upravljanje, a nakon toga nastao je niz novih proizvoda koji su primjenjivali tu tehnologiju. [24]

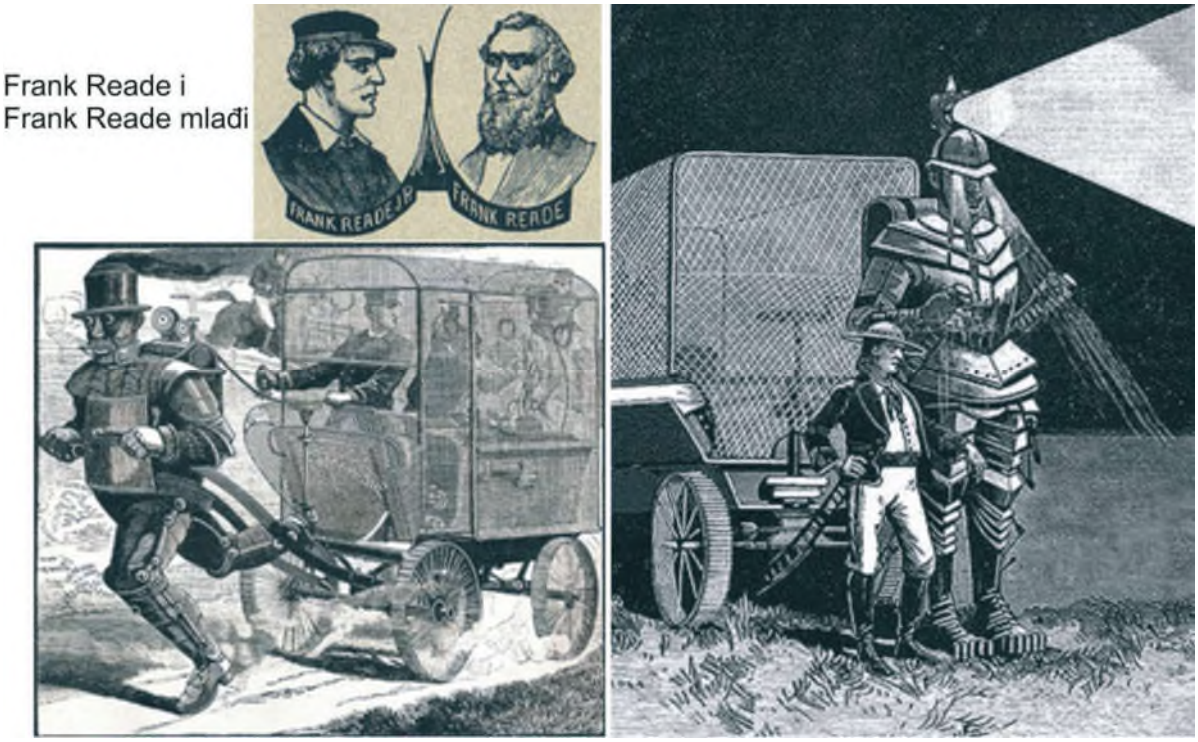


Sl. 15.: Mehaničko digitalno računalo Charlesa Babbagea [13]



Sl. 16.: Teslin teledirigirani brod [24]

U doba industrijske revolucije, pa i poslije, bujna mašta stvarala je umjetne ljude koje je najprije pokretala para, a zatim i električna energija. Zanimljive su ilustracije "parnog i električnog čovjeka" iz 1895. godine, izumitelja Franka Readea i Franka Readea mlađeg, slika 17. [4]



a) b)

Sl. 17.: Ilustracije izuma Franka Readea: a) parni čovjek SMIII, b) električni čovjek [4]

Inženjer Schafer izradio je 1932. androida sa značajnim motoričkim mogućnostima, koristeći elektropneumatski pogon. Navodno je obavljao složene radioničke poslove, odgovarao na postavljena pitanja, a u prostoru se kretao s pomoću umjetnog vida. [2]

Britanski matematičar, logičar i kriptoanalitičar Alan Mathison Turing uveo je 1936. godine pojam teorijskog računala, koje je nazvao *Turing Machine*. Dao je doprinos konceptu algoritama i računanja s Turinogovim strojem. Riječ je o važnom napretku u matematičkoj logici i stvaranju novih matematičkih škola. Nakon rata izradio je prva računala i bavio se problemima umjetne inteligencije. Poznat je i po tome što je definirao test umjetne inteligencije. Cilj testiranja je utvrđivanje je li stroj doista inteligentan ili je tek simulacija inteligencije. Dosad niti jedan stroj nije uspio proći Turingov test. [5, 25]

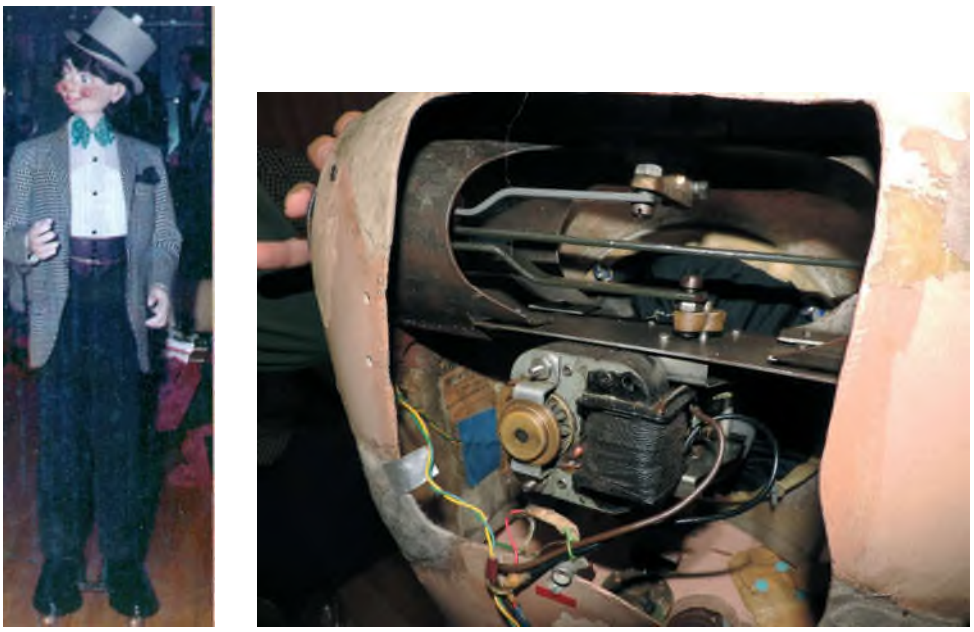
Interesantno je kako su vizionari tog vremena zamišljali primjenu robota u budućnosti. Ispravno su prosuđivali da će jednog dana u tvornicama raditi roboti umjesto ljudi, ne samo na proizvodnim linijama nego i kao radnici koji se kreću po tvornici, slika 18. [4] Današnje procjene predviđaju da će roboti biti sastavni dio svih čovjekovih aktivnosti u kući i na poslu, bez obzira kakve vrste on bio.



Sl. 18.: Predodžba s kraja XIX. st. o budućem korištenju robota u tvornicama [4]

Ne treba dalje opisivati razvoj informatičkih znanosti i tehnike, automatizacije u trećoj i danas četvrtoj industrijskoj revoluciji, velikoj primjeni robota i inteligentne automatizacije, koja koristi sve razvijeniju umjetnu inteligenciju. To je već bliska povijest, bolje rečeno sadašnjost, i sastavni dio našeg svakodnevnog života.

U ovakvim se nabrajanjima nikad ne spominje doprinos našeg zemljaka iz Šibenika, koji je izradio daljinski upravljanog robota namijenjenog filmskoj industriji Hollywooda. Kazališna predstava na Broadwayu *De Mattiazzis a splendid electronic act with dolls*, te *De Mattiazza dancing dolls* kao i film *Brodvejska uspavanka* (1951.) s Doris Day, prikazivali su, među ostalim, i lutka na daljinsko upravljanje koji se kreće, pleše i svira harmoniku. To nije SF predstava, objedinila je kazališnu umjetnost i stvarno izvedenog mehaniziranog i automatiziranog lutka, slika 19. Film je prikazivan i kod nas, a autor ovog članka i dandanas se dobro sjeća koliko je taj lutak svojim kretnjama i plesom ostavio dojam na gledatelje, te se i nakon projekcije puno govorilo o njemu jer je bio za to doba senzacija. Tog lutka, što je značajno za nas, izradio je Šibenčanin Carlo (Dragutin) Mattiazzi (1906. – 1990.), negdje između 1947. i 1950. godine, dok je živio i radio u Americi. Pretpostavlja se da ga je počeo raditi 1943. u Šibeniku, iste godine kad je napustio grad u kojem je živio od najranijeg djetinstva i krenuo u Italiju, potom u Argentinu i na kraju u SAD. Bio je po zanimanju baletan, učitelj baleta, koreograf, scenograf, kostimograf i inovator. Do Drugog svjetskog rata bio je već poznat u Europi kao umjetnik, što mu je pomoglo kod odlaska iz Šibenika. U Hollywoodu je glumio u velikom broju filmova, slika 20. [26, 27] Poznat je po brojnim nastupima sa svojim daljinski upravljanim lutkom, koji je tad bio senzacija. Vratio se u zavičaj 1987.



a) b)

Sl. 19. a) lutak na daljinsko upravljanje Carla Matiazzija, b) detalj lutkova mehanizma (vlasništvo novinara Stanka Ferića iz Šibenika) [26]



a)



b)

Sl. 20. a) ples lutaka, b) slijeva nadesno glumica Doris Day, glumac i plesač Gene Nelson i Carlo (Dragutin) Mattiazzi [26]

Lutak, ali bez glave, nalazi se u privatnom vlasništvu u Šibeniku i zaslužuje da se osposobi i bude eksponat u tehničkom muzeju.

Zaključak

Prikazani razvoj automatskih uređaja kroz povijest i njihovo često oblikovanje poput čovjeka ukazuju na početak nastanka ideje o robotima. Iako se sam pojam robota kao i njegova namjena i obilježja pojavlju tek početkom XX. stoljeća, ova se povijest automata poistovjećuje s poviješću robota. Razlog tome je ne samo oblikovanje automata prema liku čovjeka nego i to što je svaki robot automatizirani stroj i razvoj automata ujedno je i razvoj robota. Tu činjenicu ne mijenja saznanje da su se razvoj robota, kao i definicija, mijenjali sukladno razvoju tehnike.

U skupini mehaniziranih čovjekolikih automata prikazan je i daljinski upravljani mehanizirani lutak kojeg je izradio sredinom prošlog stoljeća Šibenčanin Carlo Mattiazzi za potrebe filma i predstava na Broadwayu. Taj podatak nepoznat je široj, pogotovo tehničkoj javnosti. Smatram da je nužno isticati doprinose naših ljudi bez obzira na to gdje su živjeli i stvarali.

Literatura

[1] Nikolić G. (2016.): Robotska edukacija "Robotska pismenost *ante portas*?",*Andragoški glasnik*, Vol. 20, No. 1-2 (35), prosinac 2016., strana 25-57.

[2] *Povijest robota i robotike*, dostupno na http://blog.dnevnik.hr/tehnickakultura/2013/04/1631636225/tema-431-povijest-robotike-dodatna-tema.html, pristup 22. 1. 2014.

[3] Nikolić G. (2018.): *Život i izumi Fausta Vrančića,* treće prošireno i dorađeno izdanje, HATZ, POUZ, Zagreb 2018., ISBN 978-7076-28-3

[4] Nikolić G. at al. (2008.): *Roboti & primjena u industriji tekstila i odjeće*, sveučilišni udžbenik, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zrinski, Zagreb, ISBN 978-953-7105-22-8

[5] *Timeline of Robotics 1 of 2*, dostupno na http://www.thocp.net/reference/robotics/robotics.html, objavljeno 22. 1. 2014.

[6] Penić B. (2015.): *Antikythera mehanizam*, dostupno na https://nellacro.wordpress.com/2015/01/13/antikythera-mehanizam/, objavljeno 13. 1. 2015.

[7] Lin J. L. & Yan H. S. (2014.): *Reconstruction designs of the lost structures of the Antikythera mechanism with two degrees of freedom*, dostupno na http://mechanismsrobotics.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleID=1874271, objavljeno 30. 3. 2014.

[8] Woebcke C. (2014.): *The Antikythera mechanism*, dostupno na http://www.myastrologybook.com/Antikythera-mechanism-history-astrology.htm, objavljeno 2014.

[9] Bluegene A.: Otkriveno antičko računalo, dostupno na http://xobelisk.net/index.php?option=com_content&view=article&id=133:otkriveno-antiko-raunalo&catid=21:riznica-znanja&Itemid=98, pristup 10. 3. 2010.

[10] *The Antikythera mechanism research project*, dostupno na http://www.antikythera-mechanism.gr/, pristup 1. 3. 2011.

[11] *Antikitera mehanizam*, dostupno na http://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism, pristup 1. 3. 2011.

[12] Nikolić G. (2011.): Poveznice znanosti i umjetnosti, Zbornik radova, 1. znanstveno-stručno savjetovanje: *Kulturno nasljeđe Ujević*, Krivodol, Hrvatska, Zbornik radova str. 173.-190.

[13] Markiewicz P. (2014.): *Playojump – computer history*, dostupno na http://plyojump.com/classes/pre_1945.php, objavljeno 29. 1. 2014.

[14] *Al Jazari*, dostupno na http://en.wikipedia.org/wiki/Al-Jazari, objavljeno 10. 9. 2013.

[15] *The Arabic automata*, dostupno na http://history-computer.com/Dreamers/Arabic.html, pristup 27. 1. 2014.

[16] *Al Jazari. And the history of the water clock*, dostupno na http://www.history-science-technology.com/articles/articles%206.htm, pristup 27. 1. 2014.

[17] *Da Vinci's mechanicallion*, dostupno na http://uncannyflats.com/da-vincis-mechanical-lion/, objavljeno 14. 9. 2013.

[18] *Leonardo's robot*, dostupno na http://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo's_robot, objavljeno 22. 12. 2013.

[19] Torriano G.: *History of computers and computing, automata*, dostupno na http://history-computer.com/Dreamers/Torriano.html, pristup 22. 1. 2014.

[20] Bašić P. (2014.): *Margaret Etvud: roboti, igračke koje će preigrati čovjeka*, dostupno na http://pavlebasic.me/2014/12/30/margaret-etvud-hoce-li-ljudi-postati-nepotrebni/, objavljeno 30. 12. 2014.

[21] *Karakuri*, dostupno na yugioh.wikia.com/wiki/Karakuri, pristup 22. 1. 2014.

[22] Robots, https://catphi.wordpress.com/2010/09/25/robots/, objavljeno 25. 9. 2010.

[23] *Word Origin: Android*, dostupno na http://placidfire.wordpress.com/tag/st-albertus-magnus/, objavljeno 4. 10. 2012.

[24] *10 izuma Nikole Tesle koji su promijenili svijet!*, dostupno na http://matrixworldhr.wordpress.com/2012/01/08/10-izuma-nikole-tesle-koji-su-promijenili-svijet/, objavljeno 8. 1. 2012.

[25] *Alan Turing*, dostupno na http://bs.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing, objavljeno 28. 1. 2014.

[26] Ferić S. (2013.): Prvi Hrvat u Hollywoodu bio je Šibenčanin Carlo Mattiazzi, časopis *Volim Šibenik Tim*, broj 19., listopad/studeni 2013., str. 22-32.

[27] Ferić D. (2017.): Otkrivamo nove detalje o slavnom holivudskom zabavljaču, Šibenčaninu Carlu Matiazziju, časopis *Volim Šibenik Tim*, dostupno na http://mok.hr/volim-sibenik/item/23208-otkrivamo-nove-detalje-o-slavnom-holivudskom-zabavljacu-sibencaninu-carlu-matiazziju, objavljeno 28. 1. 2017.

History of Automated Devices – Automata, Predecessors of Robots

Gojko Nikolić

Abstract: Through the history, people tried to create devices that would make life and work easier. In accordance with the development of technology, these devices started as ordinary tool sand developed themselves to more complex mechanisms. There is a constant tendency to make such devices that imitate a man who would perform some function or entertain the audience. Many such solutions are presented in this paper. Automated devices like humans, point to the beginning of the idea of robotics, and the history of automata is identified with the history of robots. In this paper there is a presentation of the remotely controlled puppet that was produced by the middle of last century by Carlo Mattiazzi from Šibenik for the needs of the movie and the performances at Broadway, which is unknown to the general public.

Keywords: history of technique, antique devices, automata, robots

Boris Halasz

Proizvodnja računskih pomagala u Hrvatskoj

Sažetak: Proizvodnja računskih pomagala u Hrvatskoj ograničena je na razdoblje nakon Drugog svjetskog rata i to uglavnom na mehaničke računske strojeve i elektroničke kalkulatore. Dva glavna proizvođača bile su tvrtke Tvornica računskih strojeva u Zagrebu (TRS) i Digitron u Bujama u Istri. Kroz njihove proizvodne programe, posebno TRS-a, ogleda se nagli prestanak proizvodnje klasičnih mehaničkih računskih strojeva i prelazak na elektroničke kalkulatore te njihov nevjerojatno brz razvitak.

Ključne riječi: elektronički kalkulator, logaritamsko računalo, mehanički računski stroj, proizvodnja u Hrvatskoj, računsko pomagalo

Uvod

Iako se razmjerno primitivna računska pomagala rabe od davnina, pod nazivom proizvodnja podrazumijeva se njihova industrijska ili bar visokokvalitetna zanatska proizvodnja. Točnost očitavanja logaritamskih računala ili pouzdanost rada mehaničkih računskih strojeva zahtijevala je kvalitetne materijale i visoku preciznost izrade, pa je takva proizvodnja bila perjanica industrije svake države, a i vrlo unosna djelatnost.

U novije vrijeme raste interes za tehničke predmete i tehniku općenito iz davnih dana, pa tako i za računska pomagala iz tog doba. No, tu se pojavljuju problemi zbog (ne)dostupnosti samih predmeta, ali i njihove dokumentacije, to veći što je neki predmet stariji.

Kako često biva kod industrijskih proizvoda, ne radi li se o proizvodu koji je dobio posebno istaknuto mjesto u javnosti ili čak kultni status, podaci i dokumentacija o njemu čuvaju se u tvrtki koja ga proizvodi i nisu u širem opsegu dostupni javnosti. Dogodi li se iz bilo kojeg razloga da se dokumentacija tvrtke izgubi, vrlo malo podataka ostaje dostupno za eventualnu muzeološku ili sličnu obradu. Jedino što preostaje je pretraživanje publikacija kao što su novine i časopisi, prospekti i reklame, katalozi, upute za uporabu određenog predmeta ili slično, u nadi da će se tamo štogod naći i da će se moći iz toga složiti što je moguće cjelovitija slika. Od pomoći mogu biti i sjećanja osoba koje su bile na bilo koji način upoznate s detaljima o tim proizvodima, kao što su bivši zaposlenici, trgovački zastupnici, serviseri i slično. S vremenom ti mogući izvori postaju sve nedostupniji, ljudi umiru ili im se sjećanja gube, a tiskani materijali, ako nisu trajno pohranjeni (muzeji, arhivi, knjižnice), gube se i bacaju, jer je svijest o potrebi čuvanja takvih dokumenata ili publikacija u javnosti slaba.

Upravo se to dogodilo mnogim računskim pomagalima koja su predmet članka. Dok se još sami predmeti i mogu naći, podaci o godini proizvodnje, proizvedenoj količini ili nečem sličnom jedva su ili nikako dostupni. Zna se dogoditi i da se odjednom ‘pojavi’ neki predmet za koji “nitko nije znao” i tad treba dosta spretnosti, a gdjekad i sreće, da ga se smjesti u prave vremenske i ine okvire i poprati adekvatnim podacima.

Računska pomagala mogu se podijeliti u nekoliko vrsta:

– logaritamske tablice
– logaritamska računala
– analogna računala
– mehanički računski strojevi (zbrajalice, četiri računske operacije)
– elektronički kalkulatori (stolni, džepni – četiri računske operacije, džepni – znanstveni).

Proizvodnja računskih pomagala bila je unosna djelatnost, koja je pratila potrebe industrije, ali i cjelokupnog društva (administracije, znanosti i obrazovanja). Da bi dobro poslužila svrsi, ta su pomagala morala biti vrlo precizno izrađena, kvalitetna i trajna. Nije stoga čudno da su u njihovoj izradi prednjačile zemlje visoke tehnološke razine, ali su, zbog unosnosti, i svi ostali nastojali uključiti se u njihovu izradu bar za svoje potrebe, a po mogućnosti i za izvoz.

Iako su se logaritamska računala proizvodila od sredine, a mehanički računski strojevi od kraja XVII. stoljeća, ozbiljna i masovna proizvodnja i jednih i drugih pomagala počela je u svijetu tek u drugoj polovini XIX. stoljeća. Na tlu Hrvatske (osim tiskanja logaritamskih tablica od dvadesetih godina XX. stoljeća), čini se da nije bilo nikakve proizvodnje računskih pomagala sve do poslije Drugog svjetskog rata.

1. Logaritamske tablice

Na području Hrvatske tiskale su se i koristile logaritamske tablice na pet decimala Oscara Schlömilcha koje je preradio Juraj Majcen, slika 1. U više od četrdeset izdanja mijenjale su se samo korice, dok je sadržaj ostajao isti. Te su tablice tiskane do 2004. godine, uglavnom radi učenja u školama. Iako su u svijetu postojale i točnije tablice sa sedam, pa čak i devet decimala, ove su se zadržale u uporabi.



Sl. 1.: Logaritamske tablice O. Schlömilcha (1926.) i dva kasnija izdanja

2. Logaritamska računala

Sve do kraja Drugog svjetskog rata u Hrvatskoj su se koristila logaritamska računala inozemne proizvodnje, vjerojatno ponajviše njemačke (Nestler, A. W. Faber Castell i Dennert & Pappe (poslije Aristo)). Jedina je poznata iznimka logaritamsko računalo Zvonimira Kochanskog, vlastite izrade.

Logaritamsko računalo, Zvonimir Kochansky ručna izrada, Hrvatska, 1917.

SKALE SPRIJEDA: A [B, CI, C] D
SKALE STRAGA: nema

Posebno zanimljiv uradak čini unikatno, rukom rađeno, logaritamsko računalo u fundusu Tehničkog muzeja *Nikola Tesla* u Zagrebu (Tehnički muzej TM

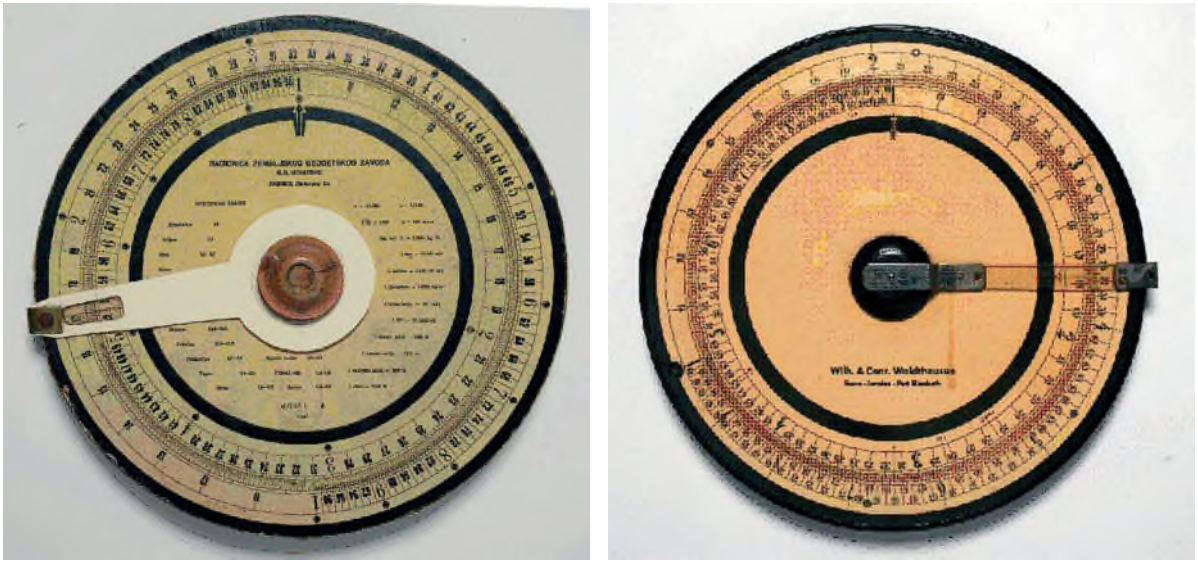
4481), koje je, vjerojatno za svoje potrebe, narisao mjernik Zvonimir Kochansky. Na poleđini jezika napisano je: "Ovaj logaritmičko-računski štap narisao je u Ercegnovom od 2./II. do 8./II. 1917. dva sata na dan Zvonimir Kochansky ovl. civ. građ. mjernik u Zagrebu." Duljina skala od jednog metra ne iznenađuje jer je potreba za što točnijim računanjem bila u zemljomjerstvu (geodeziji) posebno izražena.

Poslije Drugog svjetskog rata pa do polovine pedesetih godina bilo je svega nekoliko, više ili manje uspješnih, pokušaja izrade logaritamskog računala i to je bilo sve.

Logaritamsko računalo, Model A, Radionica Zemaljskog geodetskog zavoda NR Hrvatske, Zagreb, Hrvatska, 1947.

SKALE SPRIJEDA: C [D]
SKALE STRAGA: nema

Kružno logaritamsko računalo, slika 2.a, nedvojbeno je napravljeno po uzoru na uradak Emila Trögera, slika 2.b, koji je bio patentiran u Njemačkoj oko 1915. godine (i proizvođen vjerojatno od 1920. sve do 1960.). Nije poznato je li Model A ušao u serijsku proizvodnju. S obzirom na to da ima samo dvije skale, mogao je poslužiti samo za množenje i dijeljenje. Duljina razvijenih skala od otprilike 720 mm odgovara potrebi za povećanom točnošću računanja u geodeziji.



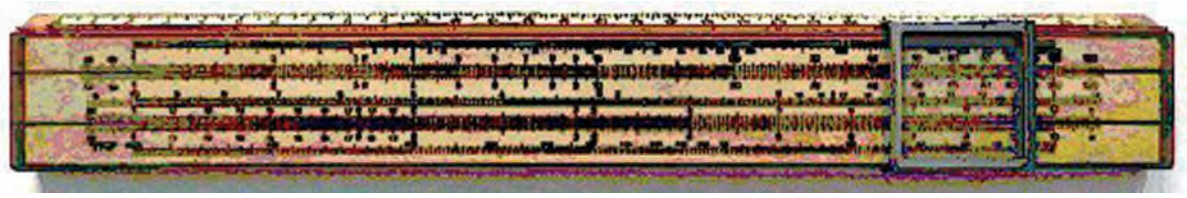
a) b)

Sl. 2.: Kružna računala: a) Model A − Radionica Zemaljskog geodetskog zavoda NR Hrvatske, b) računalo Emila Trögera

Logaritamsko računalo *Alfa*, Karlovac, Hrvatska, oko 1951.

SKALE SPRIJEDA: 29 cm // K, A [B, CI, C] D, P
SKALE STRAGA: [S, T]

Vjerojatno u prvoj polovini pedesetih godina, u Karlovcu je tvrtka *Alfa* proizvodila logaritamsko računalo standardne duljine skala 25 cm, slika 3. Oblika po uzoru na tad uobičajena inozemna računala, bilo je napravljeno od drva, ali su umjesto uobičajenog celuloida na prednju stranu nalijepljene trake papira s otisnutim skalama. Na stražnjoj strani je tablica s popisom svojstava različitih materijala, što je i inače bilo često kod logaritamskih računala. U uputama za uporabu navedena je godina 1951. U izravnom kontaktu s Muzejom grada Karlovca pokazalo se da im nikakvi podaci o tvrtki *Alfa* nisu poznati, pa čak ni to je li bila privatna ili društvena.



Sl. 3.: Logaritamsko računalo *Alfa*, Karlovac

Logaritamsko računalo *Učila*, Zagreb, Hrvatska, oko 1954.

SKALE SPRIJEDA: 13 cm // K, A [B, CI, C] D, L
SKALE STRAGA: [S, ST, T]

Početkom pedesetih godina još uvijek je bilo doba oskudice i umjesto da se uvoze skupa logaritamska računala (šiberi), pokušalo ih se proizvesti kod kuće. Tvornica školskog i crtaćeg pribora *Učila* iz Zagreba bila je jedan od kandidata za taj pothvat, ali čini se da taj pokušaj nije doveo do pune proizvodnje. Inače, šiber je trebao biti klasičan sustav *Rietz*.

Logaritamsko računalo *Lipa Mill*, Zagreb, Hrvatska, oko 1955.

SKALE SPRIJEDA: K, A [B, CI, C] D, L
SKALE STRAGA: nema // popis formula i konstanti

Ni zagrebačka tvornica *Lipa Mill* nije pustila ovaj šiber u redovitu proizvodnju, tako da se u Jugoslaviji šiberi, izgleda, uopće nisu proizvodili sve dok slovenska tvornica crtaćeg pribora TRISO nije proizvela nekoliko modela, vjerojatno u drugoj polovini šezdesetih godina.

3. Analogna računala

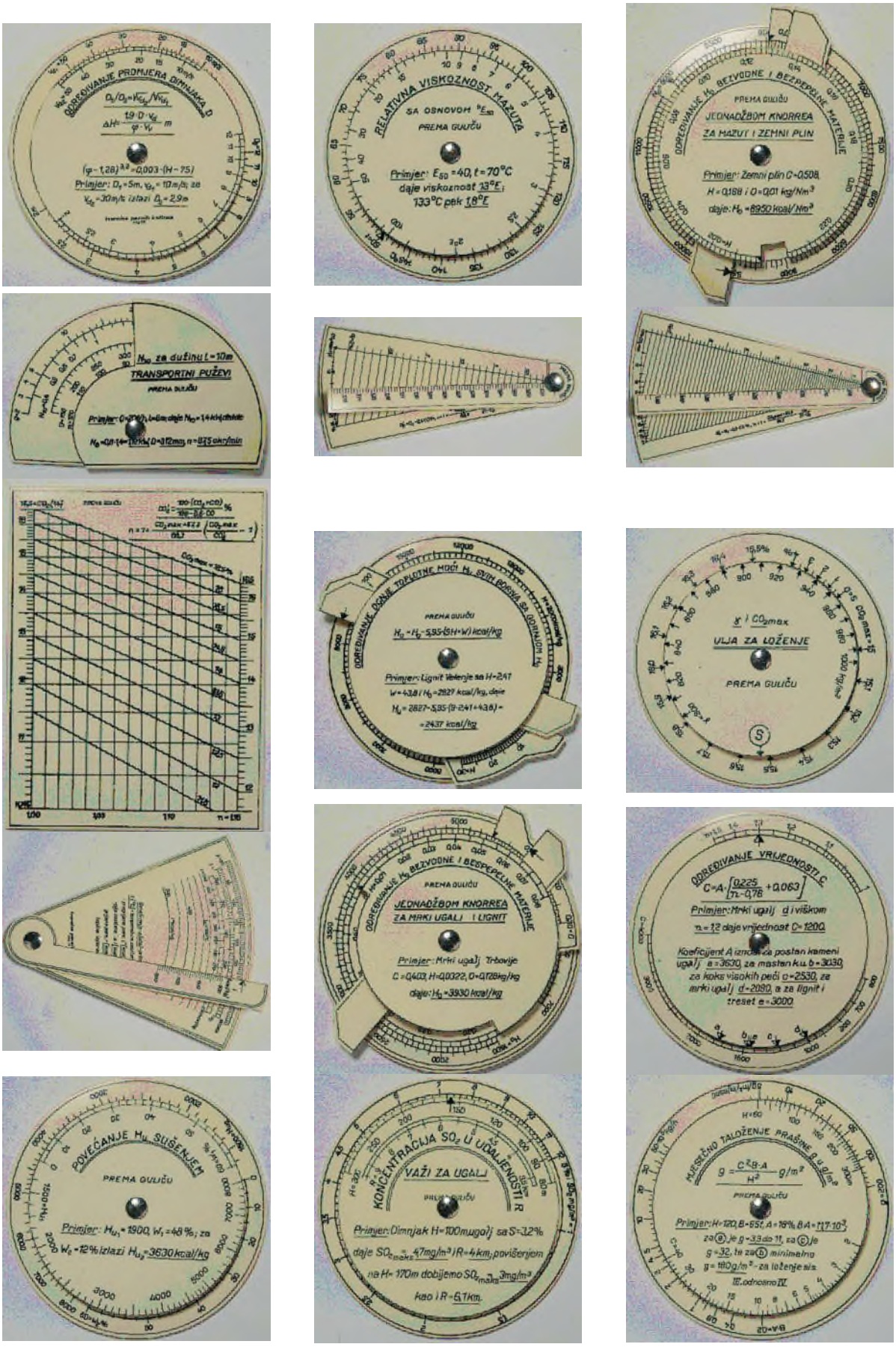
Analogna računala su računska pomagala posebne namjene. Služe za izračunavanje formula specifičnih za neke posebne djelatnosti ili čak za samo neke tvrtke. Primjer su računala za preračunavanje različitih starih mjernih jedinica, za izračunavanje veličina stanja vlažnog zraka u klimatizaciji, otpora strujanja u cjevovodima ili zračnim kanalima i slično. Po izgledu ili načinu rada mogu biti slična logaritamskim računalima (tijelo i jezik te klizač), ali mogu imati druge oblike, ovisno o formulama koje računaju, ali i inventivnosti izumitelja. Jedini poznat, ali i nevjerojatno zanimljiv, primjerak analognih računala proizvedenih u Hrvatskoj nastao je sredinom šezdesetih godina u Tvornici parnih kotlova (TPK) u Zagrebu.

Komplet petnaest analognih računala, Tvornica parnih kotlova TPK, Zagreb, Hrvatska, oko 1967.

Komplet petnaest analognih računala za termodinamički proračun izgaranja u parnim kotlovima (prema knjizi inženjera Gvidona Guliča: *Sagorevanje čvrstih, tečnih i plinskih goriva u parnim kotlovima,* 1964.). Ukupna masa svih petnaest računala je 450 g. Set se nalazi u petnaest plastičnih džepova u registratoru dimenzija 30 cm × 16 cm × 7 cm, slika 4. Termodinamički proračun izgaranja u parnim kotlovima vrlo je opsežan i obuhvaća velik broj kompliciranih formula. Takvi proračuni danas se obavljaju s pomoću računala.

Prije pojave elektroničkih pomagala sav taj opsežan posao obavljao se uz uporabu logaritamskih računala i, po potrebi, pomagala za zbrajanje i oduzimanje. Kao osnova služile su formule iz literature, koje su često bile komplicirane i sadržavale veći broj pojedinačnih operacija (zbrajanje, množenje, potenciranje i slično) za što je trebalo izvesti više uzastopnih zahvata na šiberu, a to je oduzimalo dosta vremena, pogotovo zato što se proračuni tipično rade iteracijom (tj. ponavljanjem dok se vrijednosti ne poklope). Da bi se postupak ubrzao, za svaku od tih dugotrajnih i kompliciranih formula napravljeno je analogno računalo s pomoću kojeg se formula mogla izračunati brzo, s jednim ili nekoliko pomaka kazaljke.

Prema sjećanju diplomiranog inženjera Ivice Libreića, koji je u to doba bio na čelu razvojnog odjela tvornice TPK, ovaj set računala nastao je na poticaj i zalaganje inženjera Gvidona Guliča, poznatog stručnjaka za parne kotlove, koji je tad surađivao s TPK-om tijekom pripreme za doktorat. Nije poznato gdje je set računala doista napravljen. Materijal je plastika, vjerojatno PVC, a vidljivo je vitoperenje svakog računala zbog stezanja jednostrano nanesenog laka na prednju površinu radi zaštite otisnutih skala.



Sl. 4.: Komplet petnaest analognih računala, TPK Zagreb

4. Tvornica računskih strojeva TRS, Zagreb

TRS je osnovan rješenjem Vlade Narodne Republike Hrvatske 25. ožujka 1948. godine i od početka je proizvodio mehaničke računske strojeve. Bili su to strojevi Odhnerova tipa (engl. *pinwheel*) za četiri računske operacije, ali i zbrajalice za potrebe računovodstava. Tijekom godina proizvodnja je bila dosta ustaljena, sa svega nekoliko novih modela. Kvaliteta izrade bila je visoka pa su se uspješno izvozili. Šezdesetih godina uvedeni su novi modeli mehaničkih strojeva, dvije zbrajalice po licenciji švicarske tvrtke Precisa – TRS 108 na ručni pogon i TRS 208 na električni pogon te *Calcorex* 403 vlastite konstrukcije (Odhnerov tip, ručni pogon). Ti su se modeli proizvodili kao zadnji mehanički računski strojevi na početku sedamdesetih, a po nekim naznakama neki čak i do kraja tog desetljeća.

S pojavom elektroničkih kalkulatora tržište mehaničkih strojeva naglo je zamrlo i TRS se morao prebaciti s precizne mehanike na sasvim novu tehnologiju – elektroniku – s kojom dotad nije imao nikakve veze. Čini se da su među prvima bili stolni kalkulatori TRS 501 i TRS 506. Kad su se masovno počeli proizvoditi džepni kalkulatori, TRS je prodavao znanstvene modele TRS 529 i TRS *Polar* te poslovni TRS 525 *Expert*. Svi ti džepni modeli bili su brendirani kalkulatori korejske tvrtke *Qualitron*. S vremenom je TRS nastavio proizvoditi niz stolnih kalkulatora vlastite konstrukcije, ali i druge elektroničke uređaje, pisače i slično. Čak je nađen i jedan glukometar, uređaj za mjerenje šećera u krvi, u kućištu nalik na kalkulator TRS 529! U krizi potkraj sedamdesetih i u osamdesetim godinama TRS se nije dobro snašao, zapao je u teškoće i praktički propao, da bi 1992. u pretvorbi i privatizaciji bio tako temeljito likvidiran da nije od njega ostalo gotovo ni traga.

Zbog nedostatka pouzdanih izvora, svi su navedeni podaci vezani uz proizvodnju TRS-a procijenjeni, a popis modela ograničen je samo na one koji su dostupni, bilo kao fizički predmeti, bilo kao pouzdane tiskovine. Realno je pretpostaviti da modela koje je proizvodio TRS ima još.

4.1. Mehanički računski strojevi

TRS *Zagreb Mod 3*, 1948. − 195?.

Zagreb Mod 3 ručni je mehanički računski stroj Odhnerova tipa, slika 5. Četiri računske operacije, *Simplex* stroj (jedna memorija − akumulator), kapacitet ulaz / brojač / rezultat 9/8/13, više je nego dovoljno za većinu poslova za koje je služio. Jedan je od ranih modela (treći, sudeći po oznaci), prepoznatljiv po izduljenom kućištu koje je u kasnijim modelima (od modela 4 nadalje) skraćeno, očito preinakom unutarnje konstrukcije. Isto tako, poluge za poništavanje



Sl. 5.: TRS *Zagreb Mod 3*

brojača i rezultata nalaze se na krajevima "kolica", a u kasnijim su modelima premještene u prostor između prozorčića brojača i prozorčića za prikaz rezultata. Te su preinake napravljene vjerojatno sredinom pedesetih godina.

TRS model *Zagreb M-5*, 195?. – 1971.?





Sl. 6.: TRS *Zagreb M-5* i logo TRS-a

Zagreb M-5 klasični je ručni mehanički računski stroj Odhnerova tipa, slika 6. Četiri računske operacije, *Simplex* stroj, kapacitet ulaz / brojač/ rezultat 9/8/13, dimenzije 16 cm × 32 cm × 13 cm, masa 5,0 kg. Bio je vrlo poznat i udomaćen na ovim prostorima. Kapacitet 9/8/13 usvojen za *Mod 3* ostao je,

izgleda, sve do kraja proizvodnje kao dovoljan i optimalan. Manjih je dimenzija od *Mod 3*, a polugice za poništavanje brojača i rezultata premještene su s krajeva kolica u središnji položaj između prozorčića. Čini se da se uz minimalne izmjene proizvodio do kraja šezdesetih, a možda i koju godinu dulje. Jedna od vidljivih modifikacija bila je glavna pogonska ručica – kod nekih je inačica bila izvedena pod pravim kutom kao na slici, a kod drugih je bila savinuta, zaobljena. Iako stroj na sebi nema oznaku modela, oznaka je identificirana na temelju *Kataloga doknadnih dijelova*, fotokataloga u izdanju TRS-a i Agencije za fotodokumentaciju iz Zagreba (u posjedu autora).

TRS *Calcorex*, 196? − 1971.

Ručni mehanički računski stroj Odhnerova tipa, četiri računske operacije, *Simplex* stroj, kapacitet: ulaz/brojač/rezultat: 9/8/13, slika 7. Navodno se izvozio pod nazivom Kling. Od prethodnog modela *Zagreb M-5* razlikuje se koljenastom ručicom glavnog vratila, koja je izvedena s blago zaobljenim koljenom. Čini se da ima još jedna razlika u odnosu na ranije modele, a to je poluga za povrat rezultata! Naime, s desne strane stroja, ispod ručice glavnog vratila i kraj poluge za pomak "kolica", nalazi se polugica s oznakom *P* koja bi, po nekim indikacijama, mogla biti baš to – poluga za povrat rezultata u ulazni registar. Ako je to točno, to bi bilo veliko unapređenje u mogućnostima računanja koje bi omogućavalo tzv. lančane račune, što mnogi strojevi Odhnerova tipa nisu imali!



Sl. 7.: Mehanički računski stroj *Calcorex*, dvije sheme brojenja

TRS zbrajalica *Zagreb* ili *Simplex*, nakon 1958.

Ova je zbrajalica elektromehanički računski stroj, slika 8. Tri računske operacije (bez dijeljenja), tipkovnica s deset tipki, licencija *Everest M58*, kapacitet ulaz / rezultat 10/11. Kopija je modela *Everest M58* i rađena po licenciji



Sl. 8.: TRS zbrajalica *Zagreb Simplex*

talijanske tvrtke *Officine Serio*. S obzirom na to da se *Everest M58* proizvodio od 1958., model *Simple* u Zagrebu se vjerojatno proizvodio malo nakon toga. Postoji oglas iz 1970. za taj uređaj, što bi značilo da se još i tad prodavao. Iako je u biti zbrajalica, mogao je i množiti (uzastopnim zbrajanjem) i to malim trikom mogućim zbog 'tipkovnice s deset tipki' – prvo bi se utipkao množenik i zbrojio onoliko puta koliko je bila vrijednost množitelja na mjesnoj vrijednosti jedinica, potom se dotipkala množeniku jedna nula i tako uvećani (s 10 pomnoženi) množenik pribrojio bi onoliko puta koliko množitelj ima vrijednost na deseticama, pa se opet množeniku dodala nula itd.

TRS 108, 1961. − 1978.(?)



Sl. 9.: TRS 108 – mehanička zbrajalica na ručni pogon

Mehanička zbrajalica na ručni pogon, slika 9. Dvije računske operacije, tipkovnica s deset tipki za unos brojeva, kapacitet ulaz / rezultat: 10/11, licencija švicarske tvrtke Precisa (poslije Hermes Precisa). Nije poznato razdoblje u kojem se ta zbrajalica proizvodila u Zagrebu, ali u Švicarskoj se, po svemu sudeći, proizvodila od 1961. čak do 1978. godine! Jako je zanimljivo da je 'mehanički računski stroj' preživio sve do te godine!

TRS 208, 1962. – 1978.(?)

Mehanička zbrajalica na električni pogon, po obliku jednaka modelu TRS 108, samo bez ručice. Dvije računske operacije, tipkovnica s deset tipki za unos brojeva, kapacitet ulaz / rezultat 10/11, licencija švicarske tvrtke Precisa (poslije Hermes Precisa). Moderan vanjski izgled i plastični poklopac kućišta otkrivaju da je zbrajalica proizvedena šezdesetih godina. Prema nekim izvorima, u Švicarskoj se proizvodila od 1962. pa sve do 1978. godine, kao i rukom pokretani model 108.

TRS *Calcorex* 403, 1972. – 1977.(?)

Ručni mehanički računski stroj Odhnerova tipa, slika 10. Četiri računske operacije, *Simplex* stroj, kapacitet ulaz / brojač / rezultat 9/8/13. To je zadnji mehanički računski stroj TRS-a, razvijen vjerojatno potkraj šezdesetih ili početkom sedamdesetih godina.

U odnosu na prethodni model napravljene su neke unutarnje preinake. Najuočljivija je ta da polugice za unos znamenki, koje su se na prethodnom modelu okretale zajedno s glavnom osovinom, sad miruju pri njezinu okretanju.





Sl. 10.: *Calcorex* 403 i novi logo TRS-a

Promijenjen je i materijal oplate – umjesto lima uporabljena je plastika – a i dizajn je moderniziran, u skladu s trendovima šezdesetih godina. Prema izjavi Davora Grünwalda, prvog hrvatskog školovanog industrijskog dizajnera, koji je u to doba surađivao s TRS-om, dizajn je njegovo djelo, kao i novi logo TRS-a.

Uvidom u sadržaj nekih mađarskih *web*-stranica pokazalo se da je postojala suradnja između TRS-a i mađarske tvornice uredskih strojeva ITV (Irodagéptechnika Vállalat, Budimpešta). Čini se da je ta suradnja trajala od (vjerojatno kraja) pedesetih pa sve do sredine sedamdesetih godina i da je obuhvaćala proizvodnju modela *Calcorex* i *Calcorex* 403 u Mađarskoj po licenciji TRS-a. Osim dvojne oznake proizvođača, čini se da drugih razlika između strojeva proizvedenih u Hrvatskoj i onih u Mađarskoj nije bilo, slike 11 − 13. Nije



Sl. 11.: Računski stroj *Calcorex* proizveden u Mađarskoj



Sl. 12.: Dvojna oznaka TRS i ITV na računskim strojevima proizvedenim u Mađarskoj



Sl. 13.: *Calcorex* 403 proizveden u Mađarskoj (1972. − 1977.?)

poznato ni jesu li se dijelovi proizvodili u Mađarskoj ili su se ondje samo sklapali dijelovi proizvedeni u Zagrebu.

4.2. Stolni elektronički kalkulatori

TRS 501, oko 1972.

Stolni uredski elektronički kalkulator, slika 14., aritmetička logika bez zagrada, tipkovnica s deset tipki, dvije memorije, zaslon od *nixie*-cijevi s 12 znamenki. Činjenica da je zaslon sastavljen od *nixie*-cijevi smješta kalkulator u vrlo rane sedamdesete godine. Precizniji podaci, nažalost, nisu poznati.



Sl. 14.: Stolni elektronički kalkulator TRS 501

TRS 506, oko 1972.

Stolni uredski elektronički kalkulator, slika 15., tipkovnica s deset tipki, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, zeleni VF zaslon s 12 znamenki. Iako po obliku kućišta podsjeća na model TRS 501, zbog nedostatka memorija riječ je očito o slabijem, iako vjerojatno malo kasnijem modelu. Naime, logično je zaključiti da je model s *nixie*-cijevima bio proizveden ranije, a onaj s VF cijevima kasnije. Na samim kalkulatorima s vanjske strane nema podataka o godini proizvodnje.



Sl. 15.: Stolni elektronički kalkulator TRS 506

TRS 533, oko 1972.

Stolni kalkulator, slika 16., četiri računske operacije (s $\sqrt{x}$ i %), jedna memorija, zeleni VF zaslon s 14 znamenki. Model je dizajnirao Davor Grünwald. Plave i bijele tipke podsjećaju na džepni kalkulator *Indeks*, također njegov dizajn. Čini se da je taj kalkulator bio začetak niza slično dizajniranih uređaja čija je širina veća od "dubine" (nazovimo ga engl. *landscape*), a koji su dominirali u sljedećim godinama u ponudi TRS-a.



Sl. 16.: Stolni kalkulator TRS 533

TRS 53?, oko 1972.

Stolni kalkulator, slika 17., četiri računske operacije (s $\sqrt{x}$ i %), dvije memorije, zeleni VF zaslon s 14 znamenki. U kućištu oblika jednakog modelu 533, dobio je neuobičajene boje. Model je dizajnirao Davor Grünwald. Nejasna je oznaka '53'. Na ovom primjerku nedostaje etiketa s oznakom modela. To definitivno nije '533' jer su tipke različite, ima dvije memorije ('533' ima jednu!) i samo dva klizača između tipki i zaslona ('533' ima četiri). Ovaj primjer pokazuje koliko je izražen nedostatak pouzdanih podataka o proizvodnji TRS-a!



Sl. 17.: Stolni kalkulator TRS 53?

TRS 603

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, 14 znamenki, jedna memorija, bez zaslona. Neobične konfiguracije, *landscape* formata, tako da su ispravljač, računski dio i tipkovnica desno, a pisač lijevo. U sličnom kućištu poznati su još modeli 611, 612, 613 i 614, a ima ih vjerojatno još.

TRS 611

Stolni uredski kalkulator, slika 18., s ispisom na traku, 14 znamenki, jedna memorija, bez zaslona. Pomalo nalik modelima *Olivetti Logos* serije 200, *landscape* formata, tako da su ispravljač, računski dio i tipkovnica desno, a pisač lijevo.



Sl. 18.: Stolni kalkulator TRS 611

TRS 612

Stolni uredski kalkulator, slika 19., s ispisom na traku, 12 znamenki, jedna memorija, VF zaslon s 12 znamenki. Sličan je modelu 611, ali sa zelenoplavim fluorescentnim VF zaslonom. Čini se da ima samo 12 znamenki u računu i na zaslonu.



Sl. 19.: Stolni kalkulator TRS 612

TRS 613

Stolni kalkulator za koji postoje informacije da postoji, ali bez detalja. Vjerojatno je u kućištu jednakog oblika kao i modeli 611, 612 i 614.

TRS 614

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, jedna memorija, slika 20. Bitna razlika u odnosu na model TRS 612 čini se da je broj znamenki u zaslonu – ovaj model vjerojatno ima 14 znamenki. I raspored tipki malo je drukčiji nego kod modela TRS 612.



Sl. 20.: Stolni kalkulator TRS 614

TRS 628

Stolni uredski kalkulator klasičnog oblika, slika 21., s ispisom na traku, četiri računske operacije, dvije memorije, VF zaslon s 14 znamenki. Za računovodstvo je praktično jer ima tipke [00] i [000].



Sl. 21.: Stolni kalkulator TRS 628

TRS *Selectric 22*

Stolni uredski kalkulator, slika 22., s ispisom na traku, jedna memorija (akumulator), narančasti zaslon s 14 znamenki. Sličan je modelu TRS 603, dakle *landscape* formata s pisačem lijevo i tipkovnicom desno, ali ovaj model ima i zaslon s 14 mjesta desno iznad tipkovnice. Zanimljiv je izbor naziva *Selectric* – tako se zvao svjetski uspješan IBM-ov pisaći stroj ‘s kuglicom’, koji je i kod nas bio vrlo popularan!



Sl. 22.: Stolni kalkulator TRS *Selectric 22*

TRS 101 *Vigor*

Stolni uredski kalkulator, slika 23., s ispisom na traku, jedna memorija (akumulator), narančasti zaslon s 14 znamenki. Malen, ali za svoje dimenzije neočekivano težak. Nije poznato je li to vlastita konstrukcija ili je rađen po licenciji.



Sl. 23.: Stolni uredski kalkulator TRS 101 *Vigor*

TRS *Logos* 454-12, 1992.



Sl. 24.: TRS *Logos* 454-12

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, zeleni zaslon s 12 znamenki, slika 24. Očito brendiran stolni kalkulator talijanske tvrtke *Olivetti* koji se počeo proizvoditi oko 1992. godine. Vjerojatno zadnji model s oznakom TRS-a jer je tvornica te godine likvidirana.

Nekoliko nepoznatih modela marke TRS

Budući da nikakva dokumentacija o cjelokupnom proizvodnom programu TRS-a nije dostupna, povremeno se pojavljuju dotad neviđeni kalkulatori ili neki podaci koji ukazuju na postojanje još nekih modela računskih strojeva ili kalkulatora za koje nije moguće naći nikakve dodatne podatke, slike 25. – 26.



Sl. 25.: Dva nepoznata modela u kućištu nalik na TRS 533



Sl. 26.: Stolni kalkulatori TRS 627 i TRS *Cambio* (*alias Monroe 3190*)

4.3. Džepni elektronički kalkulatori

TRS *Index*, oko 1972.

Džepni kalkulator, slika 27., četiri računske operacije, aritmetička logika, zeleni VF zaslon s osam znamenki. Model je dizajnirao Davor Grünwald. Čini se da je to bio jedini izlet TRS-a u izradu 'džepnog' kalkulatora vlastite konstrukcije jer je poslije uvozio džepne kalkulatore korejske tvrtke *Qualitron*.



Sl. 27.: Džepni kalkulator TRS *Index*

TRS 525 *Expert* (crni), oko 1976.

Poslovni džepni kalkulator, slika 28. lijeva, aritmetička logika, razni poslovni izračuni, zeleni VF zaslon s osam znamenki. Po svoj prilici predstavljen



Sl. 28.: TRS 525 *Expert* – 'crna' i 'srebrna' inačica

kad i model 529, ovo je poslovni džepni kalkulator s nekoliko financijskih funkcija kao što su kamatni račun i slično. Inače, specijalizirani poslovni kalkulatori nisu bili baš česti. Kao i kod modela 529, zeleni VF zaslon s osam znamenki obično je bio povezan s crnim kućištem.

TRS 525 *Expert* (srebrni), oko 1976.

Poslovni džepni kalkulator, slika 28. desna, aritmetička logika, razni poslovni izračuni, zeleni VF zaslon s osam znamenki.

TRS 529, oko 1976.

Kad su se masovno počeli pojavljivati džepni znanstveni kalkulatori (uglavnom privatno uvoženi iz inozemstva), TRS je ponudio ovaj model za potrebe tvrtki kojima je uvoz bio ograničen. Naravno, to je model koji je korejska tvrtka *Qualitron* prodavala pod oznakom QI1015. Nije poznato je li na kalkulator samo nalijepljena nova oznaka ili je ipak ovdje sklapan iz uvezenih dijelova.

Oba su modela, slika 29., imala na stražnjoj strani limenu naljepnicu s podacima i ispod nje vijak za otvaranje kućišta. Činjenica da se danas često nađu kalkulatori bez te naljepnice mogla bi značiti da su se kućišta morala otvarati, a to bi opet moglo značiti da su se kalkulatori kvarili!? Naravno, to je samo špekulacija jer mnogi još i danas rade.



Sl. 29.: TRS 529 – ‘bijela’ i ‘crna’ inačica

TRS 529 (bijeli, crveni zaslon), oko 1976.

Znanstveni džepni kalkulator, slika 29. lijeva, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. Kalkulator je malo zaostajao za onodobnim zapadnim znanstvenim modelima, imao je aritmetičku logiku bez zagrada i jednu memoriju te crveni LED zaslon s osam znamenki. Nije podržavao znanstveni prikaz broja pa mu je raspon brojeva s kojima je mogao računati bio ograničen.

TRS 529 (crni, zeleni zaslon), oko 1976.

Znanstveni džepni kalkulator, slika 29. desna, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, zeleni VF zaslon s osam znamenki.

TRS 529 (bijeli, zeleni zaslon), oko 1976.

Znanstveni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, zeleni VF zaslon s osam znamenki. Rijetka kombinacija bijelo-crnog kućišta i zelenog VF zaslona, barem sudeći po tome koliko se danas takvih kalkulatora može naći. Alternacija zelenog VF i crvenog LED zaslona javljala se i kod drugih proizvođača vjerojatno zato što je na tržištu jedno vrijeme bila nestašica crvenih LED zaslona.

TRS *Polar*, oko 1977.

Znanstveni džepni kalkulator, slika 30., aritmetička logika s dvjema razinama zagrada, jedna memorija, zeleni VF zaslon s 8+2 znamenke. U kućištu jednakog oblika kao i model TRS 529, ali s drukčijom tipkovnicom. Pomalo tajanstven i rijedak, bio je bolji od modela 529 po tome što je imao zagrade i što je podržavao znanstveni prikaz broja u formatu (8+2). U crnom kućištu sa srebrnom tipkovnicom, imao je zelenoplavi VF zaslon. Malen broj tipki (svega 25) imao je za posljedicu da je gotovo svaka numerička tipka imala još i dva funkcijska značenja, dakle postojale su dvije 'F' tipke, jedna za "žutu" i druga za "plavu" funkciju.



Sl. 30.: Džepni znanstveni kalkulator TRS *Polar*

Krajem 1980. u tjedniku *Arena* objavljen je članak novinara Stijepa Martinovića u kojem analizira uzroke teškoća u TRS-u. Iako, naravno, okrivljuje neuspjelo usklađivanje samoupravnih akata s pozitivnom samoupravnom praksom, loše rukovođenje, pa čak i odluku da se razvija vlastita proizvodnja umjesto "neke dobre licence", eksplicitno navodi i prave razloge tih teškoća – posvemašnji nestanak tržišta za cijelu jednu granu industrije, 'preciznu mehaniku'.

U svega nekoliko godina, sredinom sedamdesetih, nakon tri stoljeća uspješne proizvodnje u povijest su otišli mehanički satovi, a nakon više od sto godina cvatuće industrije računskih i pisaćih strojeva, i nju je snašla ista sudbina. – Svi su ti proizvodi, dotad vrhunske strojne industrijske proizvodnje, gotovo odjednom zamijenjeni boljim i jeftinijim elektroničkim uređajima. Nakon temeljite likvidacije 1992. godine, u prostorijama nekadašnje tvornice sad je *fitness centar* – eklatantan primjer deindustrijalizacije!

5. Digitron *Buje*

Trgovačko poduzeće Buje-export osnovano je 1968. u tad nerazvijenim Bujama u Istri. Tvornica Digitron osnovana je 1. veljače 1971. kao tvrtka-kći trgovačkog poduzeća Buje-export.

Tvornički list poduzeća Buje-export *Naše staze* [2] počeo je izlaziti 26. travnja 1973. i u broju 8. od 25. studenog 1975. naveden je poimenični popis 'prvih digitronaca' do 19. svibnja 1971. − svega 15 zaposlenika. Iako se, tipično za ono doba, tvornički list više bavio samoupravljanjem, politikom i socijalom nego proizvodnjom i tehnologijom, neki se dragocjeni podaci ipak mogu iz njega izvući. Tako se vidi da su se, nakon početnih "brendiranih" modela, kasniji stolni kalkulatori doista proizvodili u Bujama, da se nedovoljno ulagalo u istraživanja i da je tvrtka tehnološki sve više zaostajala, dok je razvoj u svijetu išao nevjerojatnom brzinom. Privredna kriza u SFR Jugoslaviji krajem sedamdesetih i u osamdesetima samo je povećavala postojeće probleme.

Prvi autohtoni Digitronov model db 801 i nekoliko njegovih nasljednika u doba nastanka 1972./1973. bili su bar donekle usporedivi s onodobnim džepnim kalkulatorima u svijetu. Ali, tvornica je u svega nekoliko godina, od 1973. do 1976., beznadno zaostala u odnosu na trendove u svijetu, bar što se tiče džepnih kalkulatora. Privatne su osobe na razne načine iz inozemstva uvozile neusporedivo bolje i jeftinije džepne kalkulatore.

Svim domaćim proizvođačima jedino što je u osamdesetim godinama preostalo bilo je domaće tržište stolnih kalkulatora, koje su kupovale tvrtke za koje nije bio dopušten uvoz, pa su bile prisiljene kupovati skupe domaće proizvode.

5.1. Stolni elektronički kalkulatori

U broju 4. *Naših staza* od 20. kolovoza 1973. godine, direktor razvoja tvornice Digitron inženjer Krešo Škrgulja izjavio je: "Do sada smo izbacili na tržište: stolne kalkulatore 1200, 1212, kalkulatore s trakom 1620 RP, 1620 R, mini DB 800, a pred redovnom proizvodnjom je mini DB 801 za čiji dizajn smo dobili i nagradu Zagrebačkog velesajma," i najavio: "Pripremamo kalkulatore i to stolni 1213 i 1213 sa štampačem."

Digitron db 1620R, oko 1972.

Već u broju 3. *Naših staza* od 10. srpnja 1973. spominje se stolni kalkulator db 1620R s dvjema memorijama i zelenim VF zaslonom sa 16 znamenki. No, dosad nije nađen ni cijeli kalkulator ni njegova slika, pa se ne može ništa pobliže napisati. Vjerojatno je riječ o uvezenom stranom modelu; ako je suditi po analogiji, mogao bi biti model RICOH *Ricomac* 1620R (jedini ikad spomenuti Digitronovi kalkulatori sa 16 znamenki jesu modeli 1620R i 1620RP!). Kućište modela RICOH 1620R potpuno odgovara kućištu Digitronovih uvoznih "brendiranih" RICOH modela 1200 i 1212!

Digitron db 1620RP, oko 1972.

Stolni kalkulator s pisačem, 16 znamenki. U broju 1. *Naših staza* od 7. veljače 1975. vidi se djelomična slika modela 1620RP, ali iz nje se ne može zaključiti kako je točno izgledao. Vjerojatno je riječ o uvezenom modelu. RICOH nema ni model 1620RP, a ni model koji bi izgledao jednako kao Digitronov model na toj slici.

Digitron db 1212, 1972.

Stolni kalkulator, jedna memorija, zeleni VFD zaslon s 12 znamenki, slika 31. Ovaj je lijepo dizajniran stolni kalkulator oznake db 1212 japanski model RICOH *Ricomac* 1212, slika 32. Isti se kalkulator prodavao u svijetu i pod oznakama *Commodore* 442 i *Precisa* 1212, a zapravo ih je sve proizvela japanska kompanija Unicom 1970. godine!



Sl. 31.: Reklama tvornice Digitron za kalkulator db 1212



Sl. 32.: Neckermannova reklama za RICOH *Ricomac* 1200 i 1212

Digitron db 1200, 1972.

Stolni kalkulator, zelenoplavi VFD zaslon s 12 znamenki. Logično je zaključiti da je spomenuti model db 1200 zapravo RICOH *Ricomac* 1200, alias *Commodore* 412F ili *Precisa* 1200, slika 32., sve proizvodi japanskog Unicoma. Činjenica pak da je oznaka 'digitron' vrlo lijepo ugravirana u kalupu ukazuje na mogućnost da su kućište, a onda možda i cijeli kalkulator, proizvedeni u Japanu!

Digitron db 1213, 1972.

Stolni kalkulator, jedna memorija, crveni LED zaslon s 12 znamenki, slika 33. Iako po nekim detaljima kućišta podsjeća na modele RICOH, nije nađen točan model kojem bi odgovarao.



Sl. 33.: *Digitron* db 1213 – plakat

Digitron db 1213P, 1972.

Stolni kalkulator, 12 znamenki. U tvorničkom listu *Naše staze*, broj 3. od 11. travnja 1975. piše da je u veljači te godine OOUR Trgovina i ugostiteljstvo interno od OOURa Digitron nabavio više računala, među njima i jedno db 1213P. Nije nađen ni taj kalkulator pa čak ni njegova slika.

Digitron *Alfa*, godina 1977.

Stolni kalkulator s četirima računskim operacijama, adijatorskom logikom, jednom memorijom, ispisom do 12 znamenki na traku, bez zaslona, slika 34. U ožujku 1977. godine Digitron je objavio da je proizveo i da će uskoro pustiti u prodaju dva uredska kalkulatora bez zaslona, samo s ispisom na traku: *Alfu* s 12 znamenki i *Omegu* s 15 znamenki. Objavljena je i cijena: 790.000 starih dinara za *Alfu* i 990.000 starih dinara za *Omegu*. Da ne ostane tajna, cijena tih dvaju kalkulatora iznosila je 1.035, odnosno 1.297 ondašnjih DEM.



Sl. 34.: Digitron *Alfa*

Digitron *Omega*, godina 1977.

Stolni uredski kalkulator s četirima računskim operacijama, jednom memorijom, ispisom do 15 znamenki na traku, bez zaslona. Lansiran istodobno kad i model *Alfa* u ožujku 1977. godine i vizualno njemu sličan, radio je s brojevima do 15 znamenki. U lipnju 1977. u tvorničkom listu objavljeno je da je u travnju velikim trgovačkim kućama prodano 700 računala *Alfa* i 800 računala *Omega*, sve u petnaest dana.

Digitron *Vektor*, 1978.



Sl. 35.: Digitron *Vektor*

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, dvjema memorijama, plavim VF zaslonom s 14 znamenki, slika 35. U tvorničkom listu od 31. ožujka 1978. objavljeno je da je prvih 800 (od 4000 planiranih u toj godini) novih stolnih kalkulatora naziva *Vektor* stiglo na tržište Zagreba i Beograda. Prodajna cijena bila je 13.900 dinara (oko 1.550 ondašnjih DEM).

Digitron *Scalar*, 1978.

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, jednom memorijom, plavim VF zaslonom s 12 znamenki, slika 36. Vjerojatno je lansiran usporedno s *Vektorom*, ali ima dvije znamenke manje u računu i u prikazu i samo jednu memoriju. Sudeći po različitom vanjskom izgledu, nije ‘smanjena inačica’ *Vektora*.



Sl. 36.: Digitron *Scalar*

Digitron *Vektor 2*, 1980.

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, dvjema memorijama, plavim VF zaslonom s 14 znamenki, slika 37. U tvorničkom listu od 22. rujna 1980. spomenut je i slikom predstavljen novi stolni kalkulator *Vektor 2*. Uočljivo je produljenje kućišta s prednje strane s ručkom za nošenje.



Sl. 37.: Digitron *Vektor 2*

Digitron *Scalar 2*

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, jednom memorijom, plavim VF zaslonom s 12 znamenki, slika 38. Iako su kasniji podaci o novim modelima *Vektora* i *Scalara* više nego oskudni, čini se da su se ti modeli i dalje pojavljivali u paru bar otprilike istodobno.



Sl. 38.: Digitron *Scalar 2*

Digitron *Scalar 30*

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, jednom memorijom, plavim VF zaslonom s 12 znamenki, slika 39.



Sl. 39.: Digitron *Scalar 30*

Digitron *Vektor 30*

Stolni uredski kalkulator s ispisom na traku, dvjema memorijama, plavim VF zaslonom s 14 znamenki, slika 40.



Sl. 40.: Digitron *Vektor 30*

Nekoliko nedovoljno poznatih modela tvornice Digitron

Budući da ni za Digitron nikakva dokumentacija o cjelokupnom proizvodnom programu nije dostupna, povremeno se pojavljuju dotad nepoznati kalkulatori ili neki podaci koji samo ukazuju na postojanje još nekih kalkulatora za koje nije moguće naći nikakve dodatne informacije. Nekoliko takvih kalkulatora prikazano je na slikama 41. – 43.



Sl. 41.: Digitron *Scalar 3a*



Sl. 42.: Digitron *Vektor 3*

Slično kao i kod Tvornice računskih strojeva Zagreb, i u slučaju Digitrona sređeni podaci o kompletnom proizvodnom programu nisu dostupni. Zahvaljujući tvorničkom listu *Naše staze* neki su podaci o samoj tvornici Digitron i njezinim proizvodima ipak dostupni. Tvornički list pratio je ne samo rad tvornice Digitron, nego i cijelog poduzeća Buje-eksport (poslije SOUR-a Industrija i promet – Buje), njegovo širenje, probleme i uvjete u kojima je radilo. Za neke godine dana su čak i detaljnija financijska izvješća



Sl. 43.: *Vektor 14*

pa se vidi kako su se problemi gomilali kao posljedica stanja u cijelom društvu. Na nekoliko se mjesta spominju i problemi koje je Digitron imao jer je, u trenucima kad se vrlo teško dolazilo do deviza za uvoz repromaterijala, nekim drugim tvrtkama iz iste branše dopuštao uvoz i preprodaja gotovih stolnih kalkulatora (prije svega UNIS-u iz Sarajeva / Mostara uvoz više različitih modela tvrtke Olympia).

Pažljivim pregledavanjem stranica *Naših staza* mogu se naći neki podaci koji ilustriraju te navode. Na nekoliko mjesta navedene su proizvedene količine 'stolnih' i 'džepnih' kalkulatora (bez detalja o modelima). Tako se u broju 76. od 8. lipnja 1981. uspoređuju proizvedene količine u prvom tromjesečju te godine s onima u prvom tromjesečju 1980.:

I-III 1980. 5440 stolnih i 6359 džepnih
I-III 1981. 1954 stolna i 232 džepna.

Usporedba za drugo tromjesečje 1981. prema drugom tromjesečju 1980. pokazuje:

IV-VI 1980. 4573 stolna i 4700 džepnih
IV-VI 1981. 7977 stolnih i 111 džepnih,

iz čega se vidi drastičan pad proizvodnje džepnih kalkulatora. Ubrzo nakon toga džepni kalkulatori nestaju iz ponude, a zadnji su vjerojatno bili modeli LCX1 i LCY1.

U 1982. godini planira se znatno povećanje proizvodnje stolnih kalkulatora. Plan je proizvesti 23000 komada stolnih i ništa džepnih kalkulatora. No, zbog problema (nelikvidnosti) proizvedeno je znatno manje od planiranog:

I-III 1981. 1954 stolna i 232 džepna
I-III 1982. 3897 stolnih i 0 džepnih.

U *Našim stazama* od 18. lipnja 1982. navedeno je da se cijene stolnih kalkulatora povećavaju za 12 % pa će *Scalar2* stajati 17.617,00 dinara, a *Vektor 2* 20.239,00 dinara. Treba imati na umu da kalkulatori nisu bili jedini proizvod Digitrona, osim njih proizvodile su se registar-kase, teleprinteri, prijamnici, satovi − kalendari, budilice, trgovačke vage, knjigovodstvena računala, tiskane pločice i vojni uređaji (tzv. namjenska proizvodnja).

U rujnu 1982. izvješće za drugo tromjesečje te godine pokazuje opet znatan podbačaj plana:

IV-VI 1981. 7977 stolnih i 111 džepnih
IV-VI 1982. 3774 stolna i 0 džepnih.

Onda se opet u rujnu 1983. planira izrada čak 15000 kalkulatora *Scalar* u studenom i prosincu te godine što će: "(...) biti naporno jer naša je prosječna dinamika proizvodnje otprilike četiri do pet tisuća kalkulatora mjesečno" (!). I uza sve to moraju pronaći novog kooperanta za izradu plastike jer Bifix (drugi OOUR istog SOUR-a) "više ne pokazuje zanimanje za ovaj posao". Postaje jasno da je 'ourizacijom' učinjena velika zbrka.

U prosincu 1983. opet su poskupjeli stolni kalkulatori *Scalar 3* na 38.000,00 dinara, a *Vektor 3* na 40.000,00 dinara. Spominje se i kalkulator *Beta* (16.000,00 dinara), koji nigdje drugdje nije spomenut!

U svibnju 1984. u jednom prilogu piše: "Tržište očekuje da se svake godine proizvede barem 30000 kalkulatora", a u drugom: "Trenutačno se u proizvodnoj hali radi 15000 komada *Scalara III* što je preostalo od protekle godine, a ovi bi se proizvodi morali dovršiti do kraja svibnja (!). Imamo jedino problema s plastikom za *Scalar*, odnosno s materijalom za filter. (…) Predviđamo da će se u toku kolovoza i rujna moći proizvesti još 4000 *Vektora III* (…) jer bi materijal za *Vektor* mogao stići u kolovozu." U prosincu 1984. piše da je "u povodu Dana Republike svečano pušten u rad pogon za brizganje plastike" sa strojevima kupljenim od drugog OOUR-a Bifix "uz vrlo povoljnu cijenu".

U rujnu 1985. godine piše: "… u 1984. godini bilo je proizvedeno oko 7600 stolnih kalkulatora, u 1985. godini 11600". U studenom 1985. piše: "Dosadašnja proizvodnja od 30 tisuća kalkulatora 1986. godine će se povećati na 40 tisuća." Zbunjujuće, jer nije jasno koje su to godine proizveli trideset tisuća kalkulatora. U listopadu 1985. rukovodilac RJ Računskotelekomunikacijska i AOP elektronika Mišo Postružin izjavljuje: "Ako su u elektronici strojevi stari deset godina i ako nedostaje visokoobrazovanih stručnjaka, teško je govoriti o visokoj tehnologiji." Sic!

U listopadu 1986. pod naslovom Tržište zatrpano piše: "Kalkulatori *Vektor* i *Scalar* do sada su radi svoje kvalitete imali uspjeha na tržištu. Ali nedavni uvoz veće količine računala koji se u prodaji mogu dobiti gotovo upola jeftinije, ugrozio je prodaju ova dva aduta." U prosincu 1986. pod naslovom Prodaju zakočio uvoz piše: "Uspostavljena kontinuirana proizvodnja i redovna nabava, ali interventan uvoz elektroničkih aparata poremetio je situaciju na tržištu."

Nakon toga pa sve do kraja (zadnji broj bio je u srpnju 1989.), u tvorničkom listu nema više vijesti koje bi se ticale eksplicitno proizvodnje stolnih kalkulatora. O razdoblju nakon 1989. do danas nema nikakvih podataka. Autorovi opetovani pokušaji kontaktiranja s tvrtkom putem elektroničke pošte nisu dali odgovor. Na internetskim stranicama tvrtka Digitron, uz ostale proizvode, nudi stolne i džepne kalkulatore japanske tvrtke Busicom.

5.2. Džepni elektronički kalkulatori

Digitron db 800, 1971.



Sl. 44.: Džepni kalkulatori Digitron db 800 i Bowmar 901B

Osnovni džepni kalkulator, adijatorska logika, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 44. Ovaj kalkulator smješta se u 1971. godinu i naziva se "prvi džepni kalkulator na svijetu izvan Japana, ili bar u Europi". Nije jasno kako je tek osnovana tvornica, koja je u svibnju 1971. imala 'petnaest' zaposlenika "prva u Europi" uspjela proizvesti džepni kalkulator!? Jer nitko nigdje ne spominje da je taj kalkulator možda nabavljen negdje od nekoga tko ima malo više znanja i zaposlenika! Čip, tipkovnicu i zaslon svakako bi kupili, ali trebalo je napraviti i kućište i sve to sklopiti… A napraviti kalupe za kućište nije posao za jedan dan! Kako bilo, taj je kalkulator darovan drugu Titu kao dokaz sposobnosti radničke klase. (Ili možda kao ilustracija izreke: Snađi se, druže!)

Uz taj kalkulator veže se urbana legenda da je koštao kao fićo! Uzmemo li u obzir da ste krajem 1971. vani mogli kupiti komponente (tipkovnicu, čip i zaslon) za nekih pedesetak dolara, koji je to ostatak posla vrijedio kao fićo?

Kalkulator db 800 bio je zbog Klixon tipkovnice (proizvod tvrtke Texas Instruments) vrlo sličan trima kalkulatorima lansiranim u isto doba, koji su se prodavali po cijeni od 240 dolara pod različitim imenima (*Bowmar* 901B, *Craig* 4501 i *Commodore* CBM 110), ali ih je sva tri proizveo Bowmar.

Digitron db 801, 1973.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 45. Prvi originalni Digitronov model



Sl. 45.: Digitron db 801

kalkulatora, neobična oblika koji se nekome može sviđati ili ne, ali kojem se ne može poreći originalnost!

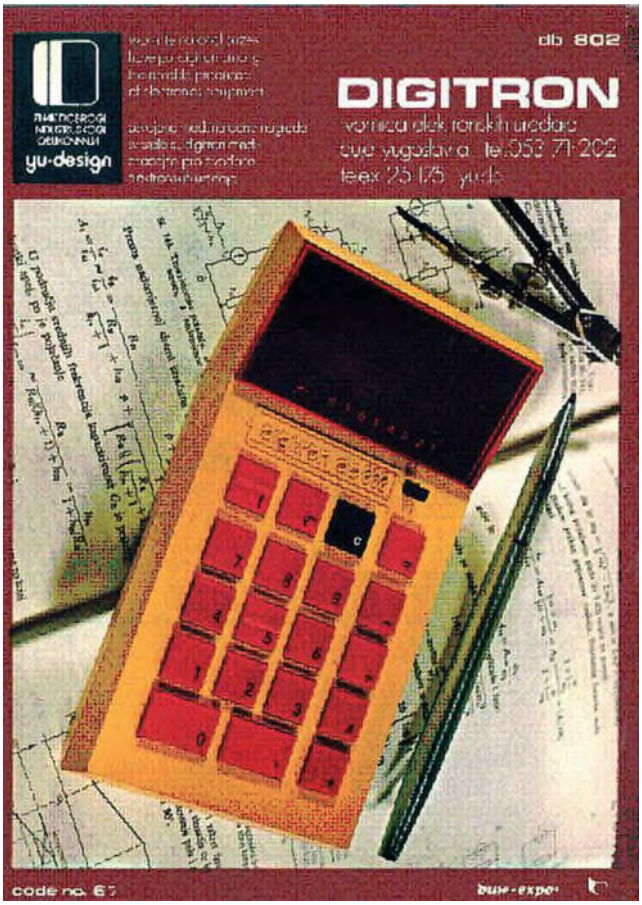
I dok su u svijetu kalkulatori imali točno određen *colorcode* i promjena boje bila je vezana uz barem neku izmjenu u samom uređaju, kod Digitrona boja kućišta i tipki čini se da nema apsolutno nikakve veze s bilo čim. Mijenjala se valjda kako je koja vreća granulata plastike skladištaru došla pod ruku. Ili ima neka tajna?

Za doba u kojem je nastao, a to je kraj 1972. godine, db 801 bio je 'u trendu', ali ubrzo je Digitron izgubio korak sa sve bržim razvojem kalkulatora u svijetu i "štancao" je sve nove i nove modele, ali s minimalnim izmjenama. Kako znamo da je to bilo potkraj 1972. godine? Znamo da je bilo tad jer je već u listopadu te godine jedan primjerak darovan drugu Titu (opet!) i jedan drugu Bakariću, a pet komada drugu Kosiginu (jer je SSSR bio puno veća država!), a u ožujku 1973. bio je izložen na Zagrebačkom velesajmu i dobio je prvu nagradu za dizajn! Prema citiranoj izjavi inženjera Kreše Škrgulje, redovita proizvodnja počela je tek ujesen 1973. godine.

Digitron db 801a, 1973.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. Mala varijacija na temu '801', jedan od modela koji su se razlikovali npr. samo po rasporedu tipki (kako je napomenuto, različitost boja se ne računa!). Rani modeli imaju 'devetnaest' tipki jer je dvadeseta (gore-lijevo) zapravo klizni prekidač za izbor fiksnog (dva decimalna mjesta) ili pomičnog zareza, izveden nalik na tipku. Dizajnerski štos, ali i taj klizni prekidač i sve ostale tipke zbog loše izrade dosta su neugodne za rad!

Digitron db 802, 1974.



Sl. 46.: Reklama za db 802

Osnovni džepni kalkulator s drugim korijenom, bez memorija, s crvenim LED zaslonom s osam znamenki, slika 46., pojavio se otprilike u proljeće 1974., sudeći po tome što ga je tvornica Digitron u travnju te godine darovala sovjetskim kozmonautima. A da je bio posrijedi vrijedan dar može se zaključiti i po tome što je stajao 3550 dinara u vrijeme kad je njemačka marka vrijedila sedam dinara, dakle, − petsto njemačkih maraka! Naravno da se onda Digitronu isplatilo uz kalkulator isporučivati kutiju koja je ujedno služila kao ispravljač struje i punjač NiCd akumulatora. Kutija je bila elegantna, izvana presvučena crnom imitacijom kože, a iznutra imitacijom crvenog pliša.

Digitron db 802/a, 1974.

Pod oznakom db 802/a pojavio se kalkulator s funkcijom drugog korijena i kvadrata ($\sqrt{x}$, x^2), i dalje bez memorije i s crvenim LED zaslonom s osam znamenki. Zbog dviju funkcija spadao bi u *slide rule* kalkulatore, ali ne djeluje

dojmljivo. Čini se da je jedan od problema bio i dizajn samog kućišta – u prvim modelima sve je trebalo uklopiti u samo devetnaest tipki, koliko je bilo mjesta na tipkovnici.

Digitron db 803, 1974.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 47. Model db 803 pojavio se 1974. kao i db 802, što se zna po tome što su svim trima dotad proizvedenim modelima (801, 802 i 803) cijene drastično snižene od 1. siječnja 1975. godine. Modelu db 801 cijena je snižena s 2.850 din na 1.250 din, a modelima db 802 i db 803 s 3.550 din na 1.510 din (1 DM = 7 din). Da je bila riječ o enormno visokim cijenama može se vidjeti iz sljedećeg primjera: autor ovih redaka, tek diplomirani inženjer strojarstva i mladi asistent na FSB-u u ožujku 1975. dobio je svoju prvu plaću u netoiznosu od 3.335,90 dinara! Dakle, cijela ta plaća nije dostajala za jedan običan kalkulator s četirima operacijama prije pojeftinjenja! Iako su prošle dvije godine od pojave db 801, model db 803 nije zapravo ništa bolji od db 801!



Sl. 47.: Reklama za db 803



Sl. 48.: Digitron db 806

Digitron db 805, 1976.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. U tvorničkom listu tvornice Digitron o sljedećim modelima serije db 8xx nakon db 803 i godine 1974. nema ni slova! Tako su i podaci o godini izlaženja nedostupni. Kod nekih je modela u serijskom broju kalkulatora sadržana i godina proizvodnje, ali to ne mora biti i godina izlaženja modela.

Digitron db 806, 1976.

Slide rule ($\sqrt{x}$, $1/x$) džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 48. Vjerojatno se pojavio nakon 1975., kad su se vani već pomalo prestajali proizvoditi zbog naglog razvoja i pojeftinjenja 'znanstvenih' kalkulatora.

Digitron db 806, 1976.

Slide rule ($\sqrt{x}$, $1/x$) džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, zeleni VF zaslon s osam znamenki. Jednak model kao i prethodni s crvenim zaslonom, samo što ima zeleni VF zaslon.

Digitron db 811 SR11, 1976.

Znanstveni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. Konačno jedan znanstveni kalkulator, istina, skroman, ali ipak… naš je! Sudeći po serijskom broju, ovaj je primjerak proizveden 1976., a po karakteristikama odgovara zapadnim modelima iz 1974. godine (aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, zaslon s osam znamenki).

Digitron db 812 (crveni zaslon), 1976.



Sl. 49.: Digitron db 812

Slide rule ($\sqrt{x}$, $1/x$, x^2) džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 49. Kućište poznato iz ranijih modela prerađeno je tako da ima 25 tipki (5×5). Uz tri funkcijske tipke ($\sqrt{x}$, $1/x$, x^2), ima mjesta i za četiri tipke za upravljanje memorijom.

Digitron db 812 (zeleni zaslon), 1976.

Slide rule ($\sqrt{x}$, $1/x$, x^2) džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, zeleni VF zaslon s osam znamenki, slika 46.

Digitron db 813, 1975.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. I opet jedan sasvim običan osnovni kalkulator s četirima osnovnim operacijama, samo što je dobio jednu memoriju (‘1’ u oznaci!). Doista, modeli su se godinama nizali gotovo bez ikakvih izmjena!

Digitron db 1091 sc55, 1977.

Znanstveni džepni kalkulator, RPN logika, jedna memorija, crveni LED zaslon s 10+2 znamenke, slika 50. Ovaj nadasve neobičan znanstveni džepni kalkulator najavljen je u tvorničkom listu *Naše staze* u rujnu 1976., da bi u siječnju iduće godine došao i na naslovnicu tog lista. Toliko odstupa od svega što je Digitron dotad radio da je sigurno preuzet od nekog drugog, nepoznatog proizvođača.

Neobična izgleda, *landscape* formata s nepreglednom tipkovnicom s malim okruglim višebojnim tipkama obojenim bez neke logike. No, najviše zbunjuju oznake jer se nalaze lijevo od tipki, a kod tipki s dvostrukim značenjem nalaze se lijevo dolje i lijevo gore od same tipke. Autoru članka nije poznat nijedan drugi sličan kalkulator. Postojala je i bijela inačica.

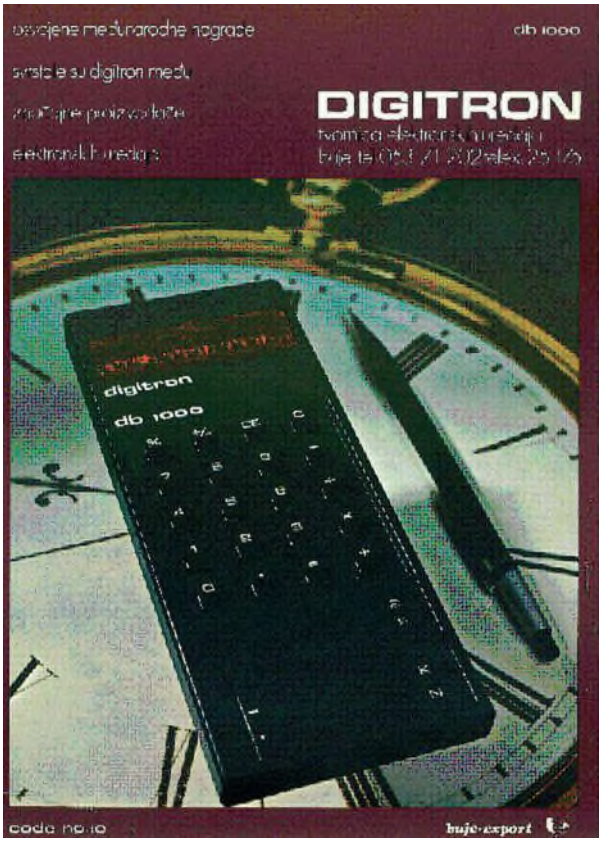


Sl. 50.: Digitron db 1091 sc55

Digitron db 1000, 1974.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s deset znamenki, slika 51. Malen i tanak, lako stane u džep, ali inače ni po čemu poseban kalkulator. Koristi četiri živine baterije, ali može raditi i s paketom punjivih akumulatora i punjačem. Riječ je o njemačkom kalkulatoru tvrtke Interton VIP10 iz 1974. godine.

U ponudi tvornice Digitron reklamiran je zajedno s modelima iz serije db 8xx, čak se i za njega na reklamnom letku iz 1973. i 1974. navode nagrade za dizajn koje je dobio originalni uglati model db 801. Najavljena je cijena od 245.000 starih dinara (~390 DEM).



Sl. 51.: Reklama za Digitron db 1000

Digitron db 1010 sc12, 1976.?

Znanstveni džepni kalkulator, aritmetička logika s dvjema razinama zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s deset znamenki. Donekle je bio u trendu 1976. godine. Sa samo dvadeset tipki morao je imati čak dvije *shift* tipke da bi gotovo svaka tipka imala tri značenja!

Digitron LCX1 (srebrni i smeđi) 1977.

Osnovni džepni kalkulator (s $\sqrt{x}$), aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, žuti LC zaslon s tekućim kristalima s osam znamenki, slika 52. U tvorničkom listu Digitrona *Naše staze* u lipnju 1977. godine navodi se da je proizveden 'novi kalkulator LCX1'. Bio je to prvi Digitronov kalkulator s zaslonom od tekućeg kristala. Kako je bilo često u to doba, kalkulator je bio u etuiju poput malog notesa.



Sl. 52.: Digitron LCX1, srebrni i smeđi

Postojale su dvije inačice modela LCX1: srebrna i smeđa. Prva je najavljena srebrna, što se vidi po rasporedu tipki, koji se u toj inačici malo razlikuje od one u kasnijoj, smeđoj. Ta se kasnija inačica nigdje u tvorničkom listu više ne spominje.

Jasno je da to nije bio rezultat vlastitog razvoja, nego nečiji brendirani kalkulator, ali nije nađeno o kojem je točno modelu riječ iako postoje slični kalkulatori tvrtke Toshiba. U svakom slučaju, integrirani krug u njima je Toshiba T3603.

Digitron LCY1, 1979.

Znanstveni džepni kalkulator, aritmetička logika s dvjema razinama zagrada, jedna memorija, žuti LC zaslon s deset (8+2) znamenki, slika 53. Po mogućnostima je sličan onodobnim svjetskim kalkulatorima. To je u stvari brendirani model *Triumph* / *Adler* LS 1002 iz 1977. godine. No, i taj model, *Triumph* / *Adler* LS 1002, po svoj je prilici proizvela tvrtka Toshiba jer je čip njezin.



Sl. 53.: Digitron LCY1 (lijevo) i *Adler* LS 1002 (desno)

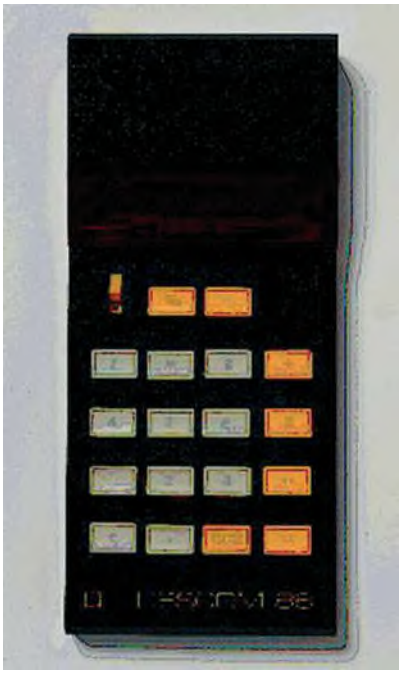
Zanimljivo je da je 1978. godine *Adler* LS 1002 dobio nagradu za dizajn iF DESIGN AWARD.

6. Radioindustrija Zagreb − RIZ

Izlet RIZ-a u tržište džepnih kalkulatora bio je kratak. Koliko je poznato, svega četiri-pet modela bilo je ponuđeno, vjerojatno 1975. i 1976. godine. Podrijetlo triju modela *Descoma* je nepoznato (svi su na tiskanim pločicama, a model *Descom 86* čak i na prednjoj strani kućišta ima oznaku RIZ). Što se tiče modela *Superlectron 8*, postojala je tvrtka Superlectron B. V. u Nizozemskoj. Nije jasno je li se naziv modela slučajno podudara s nazivom tvrtke Superelectron. Postavlja se pitanje je li tvrtka Superelectron doista sklapala kalkulatore ili samo brendirala nečije tuđe kalkulatore i onda ih prodavala tvrtkama kao što je RIZ. Bez obzira na stvarno podrijetlo, svi ti kalkulatori djeluju krhko.

RIZ *Descom 86*, 1975.

Osnovni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 54. Jedan u seriji od triju kalkulatora u jednakom kućištu, razlika je bila samo u boji funkcijskih tipki i boji



Sl. 54.: RIZ *Descom* 86

futrole od skaja (ovaj model ima narančastu boju). Na kućištu i na tiskanoj pločici ugraviran je logo RIZ-a. Tipkovnica ima 18 tipki.

RIZ *Descom 86M*, 1975.

Osnovni džepni kalkulator s četirima računskim operacijama, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. Nenumeričke tipke ljubičaste su boje. Tipke su neugodne za rad jer su tvrde i ne daju znak da su prihvatile (treba gledati u zaslon), a osim toga, "zavješene" su na gornjem rubu pa ih treba pritiskati dolje i prema sebi, a to nije prirodno s obzirom na položaj i smjer pritiska prsta. Tipkovnica ima 22 tipke.

RIZ *Descom 86S*, 1975.

Treći u nizu, skroman znanstveni džepni kalkulator, aritmetička logika bez zagrada, jedna memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki. Uz svjetlosive numeričko-funkcijske tipke, ostale su zelene. Tipkovnica ima 22 tipke.

RIZ *Superlectron 8*, 1976.?

Osnovni džepni kalkulator, adijatorska logika, bez memorija, crveni LED zaslon s osam znamenki, slika 55. Čini se da je proizveden po licenciji ili da je brendirani proizvod tvrtke Superlectron, čija je naljepnica na prednjoj strani.



Sl. 55.: RIZ *Superlectron 8*

Kalkulator djeluje nesolidno i jeftino, čak su na tipke ‘nalijepljene’ oznake na malim komadićima folije.

Zaključak

Proizvodnja računskih pomagala u Hrvatskoj bila je ograničena samo na razdoblje nakon Drugog svjetskog rata, i to na mehaničke računske strojeve pedesetih i šezdesetih godina (TRS Zagreb), te na elektroničke kalkulatore tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina (TRS Zagreb, Digitron Buje, RIZ Zagreb). Tržištu su se nudili i brendirani i licencirani modeli, ali i vlastite konstrukcije mehaničkih strojeva i elektroničkih kalkulatora.

Posebno je kod elektroničkih kalkulatora bio izražen problem uvoza potrebnih komponenata krajem sedamdesetih i tijekom osamdesetih godina, što je bitno otežavalo proizvodnju i poslovanje i Tvornice računskih strojeva Zagreb i Digitrona Buje. Uz ostale čimbenike, to je na kraju dovelo do propasti Tvornice računskih strojeva, dok je Digitron nastavio rad zahvaljujući ostalim proizvodima, u prvom redu digitalnim vagama i registar-kasama.

Literatura

[1] Halasz, B., Katalog izložbe *Koji je tvoj [z]broj?*, Tehnički muzej *Nikola Tesla*, 2017.

[2] Preslike lista tvornice Digitron *Naše staze*, 1973. − 1989., https://www.buje.hr/ dostupno svibanj 2019.

Zahvala

Autor zahvaljuje Tehničkom muzeju *Nikola Tesla* u Zagrebu na ustupanju fotografija računskih pomagala.

Tumač pojmova

adijatorska logika

Način rada sličan mehaničkim zbrajalicama. Postoji "akumulator" (memorija) u koju se brojevi pribrajaju ili iz koje se oduzimaju i njezin se sadržaj odmah vidi na zaslonu nakon operacije. Tipičan način rada za rane kalkulatore, a prepoznaje se po tipkama [+=] i [–=]. Primjerice, zbrajanje i oduzimanje 5 + 2 – 4 + 6 = 9 obavljalo se ovako: 5[+=]2[+=]4[−=]6[+=], a na zaslonu su se vidjeli međurezultati: 5, 7, 3 i 9. Za množenje i dijeljenje koristila se obično aritmetička logika, a kao znak jednakosti služila je obično tipka [+=]. Primjerice: 2 × 3 = 6 računalo se ovako: 2[×]3[+=] i na zaslonu se pokazuje 6.

algebarska logika

Način rada kalkulatora kod kojeg se prvo izvršavaju operacije 'višeg reda' (množenje i dijeljenje), a potom operacije 'nižeg reda' (zbrajanje i oduzimanje). Primjerice, 2 + 3 × 4 = ? daje rezultat 14. Tipično za kasnije kalkulatore jer traži više registara (memorija) za rad s obzirom na to da se moraju spremiti svi brojevi na kojima se trebaju izvršiti operacije 'nižeg reda' i njihovi operatori, a koji čekaju da se izvrše operacije 'višeg reda'.

aritmetička logika

Način rada kalkulatora kod kojeg se operacije izvode točno onim redoslijedom kako su unesene tipkama, bez 'viših' (množenje i dijeljenje) i 'nižih' (zbrajanje i oduzimanje) operacija; primjerice, 2 + 3 × 4 = ? daje rezultat 20. I taj je način rada bio tipičan za ranije kalkulatore.

aritmetička ili algebarska logika sa zagradama

Kalkulator radi na jedan od dva gore nabrojena načina, ali se 'zagradama' može i promijeniti redoslijed operacija po želji. Primjerice, može se računati: (2 + 3) × 4 = 20, ali i 2 + (3 × 4) = 14. Najbolji način rada, tipičan tek za kalkulatore kasnije generacije.

LED (*light emitting diode*) zaslon

Zaslon kod kojeg je svaka znamenka sastavljena od niza malih svjetlećih dioda poredanih u sedam segmenata. Uglavnom su ih proizvodili u SAD-u i bili su česti kod ostalih, nejapanskih proizvođača.

LCD (*liquid crystal display*)

Zaslon ‘s tekućim kristalima’. Pasivni zaslon koji reflektira dozračenu svjetlost i zato ima oko tisuću puta manju potrošnju struje od ostalih “aktivnih” zaslona. Do kraja sedamdesetih godina gotovo su u potpunosti istisnuli sve ostale vrste “aktivnih” zaslona u džepnim kalkulatorima.

memorija

Sklop u kojem se “pamti” neki proizvoljan, a važan broj. Kod kalkulatora s aritmetičkom ili algebarskom logikom, ali bez zagrada, memorija se mogla koristiti za spremanje međurezultata kod rješavanja složenijih izraza, ali tad nije bila na raspolaganju za spremanje nekog proizvoljnog broja ako bi to zatrebalo.

***nixie*-cijev**

Staklena ampula za prikaz znamenki u ranim kalkulatorima u kojoj se nalazi deset žičica, svaka savinuta u obliku cijele jedne znamenke, posložene jedna iza druge. Ampula je ispunjena plinom neonom. Svaka mjesna vrijednost broja koji kalkulator treba prikazati ima svoju *nixie*-cijev. Stavljanjem pojedine žičice pod napon, oko nje se javlja narančasto svjetlucanje (plinski izboj) i ta žičica postane vidljiva i prikazuje traženu znamenku na toj mjesnoj vrijednosti. U široku primjenu uvela ju je tvrtka Burroughs, a koristila se samo u najranijim kalkulatorima.

osnovni kalkulator

Elektronički kalkulator koji ima četiri računske operacije i najviše jednu od sljedećih funkcija: drugi korijen $\sqrt{x}$, kvadrat x^2 ili recipročna vrijednost $1/x$. Može imati i računanje postotka.

RPN logika (*reverse polish notation*)

Način rada kalkulatora u kojem se prvo utipkaju dva broja (odijeljena tipkom [ENTER] i tek onda operacija koju na njima treba obaviti. Primjerice, za račun: $(2 + 3) \times 4 = ?$ treba utipkati: 2[ENTER]3[+]4[×] i dobije se rezultat 20.

Osim nekoliko najranijih stolnih kalkulatora i kasnijeg manjeg broja pokušaja nekoliko tvrtki, jedini proizvođač koji je koristio RPN u svojim kalkulatorima bio je HewlettPackard.

skale logaritamskog računala

Oznaka	Formula	Kratak opis
A	x^2	Kvadratna skala na štapu za skalu **D** na štapu. Svaki broj na **A** skali je kvadrat broja na **D** skali i obratno, svaki broj na **D** skali je drugi korijen broja na **A** skali.
B	x^2	Kvadratna skala na jeziku za skalu **C** na jeziku. Svaki broj na **B** skali je kvadrat broja na **C** skali i obratno, svaki broj na **C** skali je drugi korijen broja na **B** skali.
C	x	Osnovna skala na jeziku. Ima raspon jedne dekadske jedinice. Sa skalom **D** služi za množenje i dijeljenje. Prema njoj su poravnane skale na jeziku.
CI	$1/x$	Skala recipročna skali **C** (obje su na jeziku)
D	x	Osnovna skala na štapu. Ima raspon jedne dekadske jedinice. Sa skalom **C** služi za množenje i dijeljenje. Prema njoj su obično poravnane sve ostale skale na štapu.
DI	$1/x$	Skala recipročna skali **D** (obje su na štapu).
K	x^3	Kubna skala. Ako je (a obično i jest) na štapu, pridružena je skali **D**, a ako je na jeziku, onda je pridružena skali **C**. S pridruženom skalom služi za kubiranje ili za vađenje trećeg korijena.
L	$\log(x)$	'Log' skala. Ako je (obično) na štapu, pridružena je skali **D**, a ako je na jeziku, onda je pridružena skali **C**. Služi za određivanje mantise dekadskog logaritma broja na pridruženoj skali.
P	###	Pitagorina skala poravnana sa **S** skalom. Korisna je za određivanje sinusa kuta blizu 90° i kosinusa malog kuta, kad izravno očitavanje s **D** skale ne daje dovoljno precizan rezultat, a to je na desnom kraju skale **D**. Tipična skala za računala tipa *Darmstadt*. Obuhvaća vrijednosti od 0 do ~ 0,995.
S	$\sin(x)$ i $\cos(90°-x)$	Sinusna skala. Ako se nalazi na štapu (sustav *Darmstadt*), poravnana je sa skalom **D**, a ako je na jeziku (sustav *Rietz*), poravnana je sa skalom **C**. S pomoću iste skale mogu se očitavati i kosinusi kuta jer su za njih na skalu **S** naneseni crvenom bojom komplementi kutova do 90°.
ST	$\sin(x)$ ili $\mathrm{tg}(x)$ i $\cos(90°-x)$ ili $\mathrm{ctg}(90°-x)$	Skala sinus i tangens. Kod malih kutova od 0,55° do 5,7° sinus i tangens kuta približno su jednaki (do granice očitanja na skali), pa se za obje funkcije koristi ista skala. Ako je na štapu (*Darmstadt*), poravnana je sa skalom **D**, a ako je na jeziku (*Rietz*) poravnana je sa skalom **C**. Mogu se očitati i kosinus i kotangens kutova od 84,3° do 89,45°.
T	$\mathrm{tg}(x)$ i $\mathrm{ctg}(90°-x)$	Skala tangens i kotangens. Ako je na štapu (*Darmstadt*), poravnana je sa skalom **D**, a ako je na jeziku (*Rietz*) poravnana je sa skalom **C**. Tangens kutova od 5,7° do 45° i kotangens kutova od 45° do 84,3° očitaju se na skali **D** dotično **C** i iznos im je od 0,1 do 1, a tangens kutova od 45° do 84,3° i kotangens kutova od 5,7° do 45° i očitaju se na skali **DI** dotično **CI** i iznos im je od 1 do 10!

slide rule kalkulator

Elektronički kalkulator koji ima, uz četiri računske operacije, i bar dvije od triju funkcija tipičnih za gotovo sva logaritamska računala (engl. *slide rule*), a to su: drugi korijen $\sqrt{x}$, kvadrat x^2 i recipročna vrijednost $1/x$.

VFD (*vacuum fluorescent display*)

Fluorescentni zaslon za prikaz brojeva u kalkulatorima. Brojke se oblikuju od sedam segmenata u istoj ravnini, tako da se za prikaz pojedine znamenke pale neki od njih. U evakuiranoj ampuli nalazi se grijana katoda i sedam fosforom presvučenih anoda koje, po potrebi, dolaze pod pozitivan napon, privlače elektrone i svjetlucaju zelenoplavim sjajem. Najranije izvedbe imale su odvojenu ampulu za svaku znamenku, a poslije su sve znamenke stavljene u zajedničku veću izduljenu ampulu. Izum japanskih tvrtki Sharp i Iseden 1967. godine, a koriste se još i danas. Uglavnom su se proizvodile u Japanu i bile su tipične za japanske kalkulatore.

znanstveni kalkulator

Elektronički kalkulator koji, uz četiri računske operacije i funkcije $\sqrt{x}$, x^2 i $1/x$, ima i niz transcendentnih funkcija: $\sin x$, $\cos x$, $\tan x$, $\ln x$, $\log x$ i njima inverzne funkcije, sve što je potrebno za složene znanstvene i tehničke proračune.

The Production of Calculating Aids in Croatia

Boris Halasz

Abstract: The production of calculating aids in Croatia started no sooner than after the Second World War and comprised mainly mechanical calculating machines and electronic calculators. Two dominant manufacturers were TRS Factory of calculating machines in Zagreb and Digitron in Buje in Istria. Their production programmes, especially the one of the TRS Factory of calculating machines, clearly shows the abrupt termination in the production of mechanical calculating machines and switch to the electronic calculators as well as their incredibly fast development.

Keywords: calculating aid, slide rule, mechanical calculating machine, electronic calculator, production in Croatia

Darko Fischer

Razvoj primjene računala u istočnoj Hrvatskoj

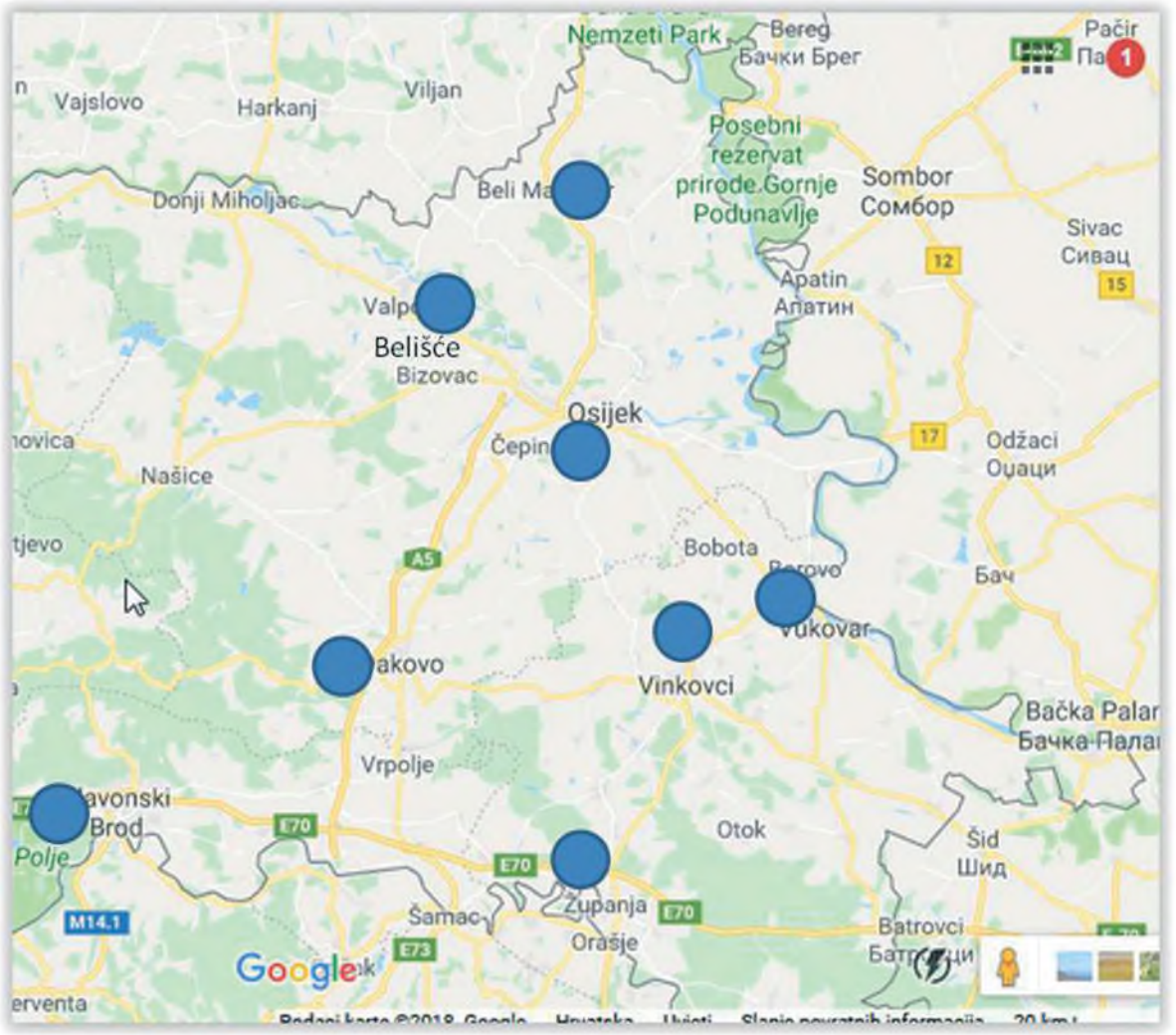
Sažetak: Koncem 60-ih godina prošlog stoljeća pojavom tehnički modernijih računala počela se širiti njihova primjena u komercijalnoj obradi podataka. Opisan je njihov razvoj u istočnoj Hrvatskoj do pojave osobnih računala i globalnih mreža. Opisane su značajke sklopovlja, programska podrška, načela tadašnjih obrada, kadar i način njegova obučavanja.

Ključne riječi: kadar, obrada podataka, obrazovanje, operacijski sustav, program, programski jezici, računalo

Uvod

Još 60-ih godina prošlog stoljeća, dok su uporabi bila računala druge generacije, pojavila su se dva centra za koja su vezani počeci primjene računala u istočnoj Hrvatskoj. Bili su to Kombinat Borovo iz Borova (Vukovara) [1] i Industrijsko poljoprivredni kombinat (IPK) Osijek. Velike zasluge za te početke imao je Slavko Dobrenić, poslije profesor na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu. Zbog razmjerno visoke cijene tih računala i njihovih nasljednika, računala treće generacije, mogli su ih nabaviti samo veliki gospodarski sustavi.

Nakon nabave i korištenja prvog računala treće generacije u Osijeku, u Elektronskom računskom centru (ERC) u sklopu IPK-a, ali u suvlasništvu s još četirima poduzećima, i drugi gradovi istočne Hrvatske dobivaju računske centre u okviru velikih gospodarskih sustava. Slika 1. prikazuje kartu istočne Hrvatske s mjestima koja su prednjačila u nabavi i primjeni računala.



Sl. 1.: Karta istočne Hrvatske s mjestima koja su prednjačila u primjeni računala

U Osijeku, administrativnom i gospodarskom središtu istočne Hrvatske, u ERC-u je instalirano 1969. godine IBM-ovo računalo model 360/30, slika 2. U njegovoj je nabavi sudjelovalo pet poduzeća: IPK Osijek, Elektroslavonija, Općina Osijek, Saponia i PIK Belje iz Belog Manastira. Tehničke značajke tog računala za ono su se vrijeme činile impresivnim, dok s današnjeg gledišta djeluju gotovo smiješne. Konfiguracija od svega 64 KB memorije, s pet jedinica magnetskih diskova na koje se mogao postaviti magnetski disk od 7 MB i dvije jedinice magnetskih traka djeluje danas kao nemogući napor da na takvom stroju čak pet ustanova obavlja svoje komercijalne obrade [2].

Vrlo brzo suvlasnici su uvidjeli da je računalo nedovoljno za njihove potrebe pa su sami kupovali vlastita računala i osnivali svoje računske centre [3].

Najprije su Općina Osijek i Saponia već 1972. kupili novo znatno veće računalo te osnovali svoj računski centar nazvan ORC (Osječki računski



Sl. 2.: Računski centar ERC, Osijek 1969.

centar). Novo računalo bilo je kompatibilno s prethodnim pa se proces obrada bez većih poteškoća prenio u novi računski centar.

Nešto zatim elektrodistribucijska ustanova Elektroslavonija kupila je svoje računalo, moderniji tip s ekranskim terminalima, koji su omogućavali interaktivni pristup. Taj uređaj nije bio kompatibilan s prije korištenim u zajedničkom ERC-u. Desetak godina poslije Elektroslavonija je nabavila i procesno računalo za kontrolu i upravljanje tokovima električne energije [4].

PIK Belje također se izdvojio iz zajedničkog ERC-a te je na lokaciji u Belom Manastiru 1981. osnovan njegov računski centar [5]. Ondje je bio instaliran moderniji uređaj od onog u ERC-u, iako je bio s njim kompatibilan. Unos podataka bio je na diskete, obrade su i dalje bile pretežno grupne, ali računalo se moglo koristiti i interaktivno preko ekranskih terminala.

Kombinat Belišće počeo je primjenu računala najprije na računalu u ORC-u, da bi početkom 1984. svoje obrade prije nabave vlastitog računala obavljao na računalu Belja. Godine 1985. Kombinat Belišće nabavio je vlastiti uređaj pretežno za obradu podataka. Poduzeće je još prije toga nabavilo procesno računalo Siemens Teleperm M za svoju tvornicu kartonske ambalaže [6], slika 3.

Đuro Đaković, velika tvornica metalnih konstrukcija i strojeva, osnovala je svoj računski centar početkom 80-ih godina u Slavonskom Brodu. U suradnji



Sl. 3.: Procesno računalo »Siemens Teleperm-M«, Belišće 1983.

sa Strojarskim fakultetom u Slavonskom Brodu, računalo su koristili su nastavnici i istraživači tog fakulteta [7], [8].

Šećerana u Županji i PIK Đakovo nešto poslije također su pokrenuli obradu podataka u svojim računskim centrima.

Osječka ljevaonica željeza i tvornica strojeva (OLT) nabavila je računalo istočnonjemačke proizvodnje, kopiju IBM-ova (International Business Machines) računala. Zbog loše kvalitete na njemu su se samo uz velike napore mogle vršiti neke ozbiljnije obrade.

Trend osnivanja računskih centara slijedile su i brojne druge ustanove u Osijeku i ostalim mjestima istočne Hrvatske. Zapaženije centre imali su Vodovod u Osijeku, Hrvatske šume [9] i mnoge banke [15].

Osnivanjem Sveučilišnog računskog centra (SRCE) u Zagrebu, na Ekonomskom fakultetu u Osijeku instaliran je terminal koji je unajmljenom telefonskom linijom bio vezan na SRCE. Terminal je imao čitač kartica i pisač, a poslije je dopunjen ekranskim terminalima, slika 4.

Elektrotehnički fakultet Osijek nabavio je u nastavne svrhe sredinom 80-ih godina računalo proizvedeno u Bugarskoj, kopiju uspješnog modela američkog proizvođača Digital. Kvaliteta tog računala bila je nedovoljna za bilo kakav ozbiljniji rad.



Sl. 4.: Terminal na Ekonomskom fakultetu Osijek povezan sa SRCE-m u Zagrebu

Na tadašnjem Pedagoškom (danas Filozofski) fakultetu u Osijeku u jednoj učionici postavljeno je manje računalo, kopija Appleova modela s dvama televizijskim prijamnicima kao izlaznim jedinicama.

Sveučilište u Osijeku nabavlja početkom 1990. moderni sustav Vax proizvođača Digital Equipment Corporation, kao i prva osobna računala, čime počinje nova faza primjene računala, koja nije obuhvaćena člankom.

Značajke računalnog sklopovlja[1]

Koncem 60-ih i tokom 70-ih i 80-ih godina prošlog stoljeća u uporabi su najčešće bila tzv. računala treće generacije [17]. U proizvodnji i na tržištu pojavila su se između 1965. i 1970. godine pa je razumljivo da su i na području

[1] engl. *hardware*

istočne Hrvatske u tom razdoblju prevladavala ta računala. Tipični predstavnici tog tipa računala bili su IBM-ovi modeli 360 i 370 [19] te UNIVAC 1100 [20].

Značajka tih računala, barem u odnosu na prethodnu generaciju, bilo je korištenje integriranih sklopova koji su u procesoru, memoriji i u perifernim jedinicama zamijenili diskretne poluvodičke komponente. Memorije više nisu bile s magnetskim jezgrama nego poluvodičke. Bitno su poboljšane i periferne jedinice, posebno magnetski diskovi koji su povećali kapacitete i postali znatno brži. Također su se pojavili moćni i vrlo brzi pisači koji su omogućili da se izlazni rezultati, koji su se u to vrijeme još uvijek dobivali samo na papiru, izrade u prihvatljivo vrijeme. Tipična konfiguracija takvih računala prikazana je na slici 5.



Sl. 5. :Tipična konfiguracija računala treće generacije

Centralna jedinica sadržavala je memoriju i procesor, a ulazno-izlazna jedinica preko koje je operater kontrolirao rad sustava, tzv. konzola, bila je prostorno uz centralnu jedinicu. Memorije su se kretale od 64 KB naviše, ali rijetko su prelazile 512 KB. Procesor je radio brzinom od oko 50 MHz i imao skup od oko 150 naredbi i sadržavao je obično šesnaest 32-bitnih registara opće namjene i, tipično za IBM-ove procesore, statusni registar (engl. *program status word* − PSW), tj. adresni registar u koji je procesor stavljao adresu iduće naredbe i uzimao adresu iduće naredbe pri izvođenju programa. Procesor je podržavao sklopovske prekide (engl. *hardware interrupt*). Osim cjelobrojne aritmetike,

u IBM-ovim procesorima bile su uključene naredbe za aritmetičke operacije u kodu naziva EBCDIC (engl. *extended binary coded decimal interchange code*). Aritmetiku kliznog zareza (engl. *floating point*) imali su samo procesori s posebnim dodatkom.

Jedinice magnetskih diskova obično su bile s izmjenjivim magnetskim okruglim pločama. Nekoliko takvih ploča (diskova) spojeno je bilo na jednu osovinu oko koje su se te ploče okretale (*disc pack* bio je uobičajen naziv takvog nosioca podataka). Glave za čitanje bile su pomične, iako su neki modeli imali i nepomične radi ubrzanog pristupa podacima. Kapaciteti takvih diskova bili su oko 30 MB.

Na jedinice magnetskih traka stavljali su se kolutovi s magnetskim trakama kao nosiocima podataka. U obradi (čitanju ili pisanju na traku), traka se premotavala s jednog koluta na drugi.

Čitač i bušač kartica služio je za učitavanje 80-kolonskih kartica (iako su se, ali rjeđe, koristili i neki drugi tipovi kartica), ali i kao izlazna jedinica koja je bušila kartice. Tipične brzine čitanja bile su oko 1000 kartica u minuti za čitanje i 300 kartica u minuti pri bušenju.

Pisači su obično bili napravljeni kao linijski s tiskanjem jednog reda (linije) istodobno. Obično su imali mogućnost tiskanja samo velikih slova, znamenaka i desetak uobičajenih posebnih znakova. Za tadašnje jugoslavensko tržište pisači su imali mogućnost tiskanja specifičnih latiničnih slova (Č, Ć, Đ, Š, Ž). Mogli su koristiti različite dimenzije papira u obliku tzv. beskonačnih obrazaca na kojima je pojedina stranica imala visinu od 12 inča. Brzina tih pisača bila je oko 1000 redaka u minuti.

Značajke programske podrške

Značajka računala treće generacije bio je operacijski sustav smješten na magnetskom disku, iako je postojala mogućnost da se u iznimnim slučajevima neki pojednostavnjeni operacijski sustav ili samostalni (engl. *stand-alone*) program unese i preko neke druge jedinice, trake ili čitača kartice. Operacijski sustav obično je bio pohranjen na posebnom disku koji se zvao ‘rezidencija’. Operacijski sustav pod imenom DOS (engl. *disc operating system*), bio je čest na IBM-ovim računalima, dok su UNIVAC-sustavi koristili često operacijski sustav nazvan *exec*.

Upravljački program (na DOS-u zvan *supervisor*) smještao se u donjem dijelu memorije, od adrese ‘0’ naviše, i obično je koristio oko 30 kilobajta memorije. Korisnik je sam mogao podesiti neke značajke, a time i veličinu, upravljačkog programa. Preostali dio memorije mogao se podijeliti u dijelove

(particije), što je omogućavalo istodobno izvođenje dvaju ili više različitih programa (engl. *multiprogramming*).

Dodatak operacijskom sustavu DOS bio je program za tzv. postupni ispis (engl. *spooling*), koji je omogućavao istodoban rad sporih ulaznih i izlaznih jedinica i samog, relativno brzog procesiranja samog procesora. Jedan takav *spooling*-program komercijalnog naziva POWER radio je tako da je na pisač ispisivao rezultate prethodnog posla koji su privremeno bili spremljeni na disk. Istodobno je procesor obrađivao prethodno učitane podatke sa spore ulazne jedinice smještene također na disku, a istodobno su se učitavali i ulazni podaci s čitača kartica za idući posao.

Korisnicima je stajalo na raspolaganju nekoliko gotovih programa, većinom za održavanje sistemskih i kopiranje korisničkih datoteka. Puno se koristio program za poredanje (sortiranje, engl. *sort program*), koji je učitavao i ispisivao podatke iz sekvencijalnih datoteka. Parametre poredanja korisnik je sam zadavao. Osim toga, korisnik je sam mogao modificirati neke značajke tog programa (ulaz, izlaz, kodove znakova), te se često koristila modifikacija koja je omogućavala poredanje znakovnih podataka prema pravilima hrvatske abecede.

Za svoje projekte korisnici su sami izrađivali programe. Na raspolaganju su im stajali programski jezici Assembler, Cobol i PL/1. Osim prevodilaca (engl. *compiler*) za te jezike, pri izradi izvodivog programa (‘exe’-oblika) nužno se koristio program zvan povezivač (engl. *linker* ili *linkage editor*), koji bi prikupio sve potrebne module kako bi formirao izvodiv oblik programa. Na IBM-ovim računalima u Osijeku koristili su se i programi koji su predstavljali začetke hijerarhijskih baza podataka. Iako je takva baza podataka (engl. *bill of matherial processor* − BOMP), bila namijenjena u prvom redu za obrade sastavnica, po preporuci isporučioca opreme ta se programska podrška koristila u komercijalnoj obradi za organizaciju datoteka s direktnim pristupom.

Operacijski sustav i programski jezici omogućavali su korisniku da u svojim programima koristi slijedne (sekvencijalne) datoteke i datoteke s direktnim pristupom. Hibrid tih dviju osnovnih vrsta datoteka bile su indeks-sekvencijalne datoteke u kojima je svakom slogu bio pridružen indeks preko kojeg se slogu moglo pristupiti direktno, ali su se takve datoteke mogle čitati i sekvencijalno.

Organizacija datoteka

Na magnetske trake i diskove podaci su se spremali u datoteke (engl. *file*). Podaci su bili smješteni u slogove. Najčešće su svi slogovi bili jednake duljine i sastava, a raspored podataka unutar svakog sloga bio je istovjetan. Taj raspored podataka u slogu morao je biti definiran u programu koji je obrađivao datoteku. To je bio znatan nedostatak jer se promjenom rasporeda podataka morao

mijenjati i svaki program koji je koristio takvu datoteku. Tek se u bazama podataka taj nedostatak otklonio, kad se raspored podataka zabilježio uz same podatke. Na IBM-ovim su računalima i nenumerički i numerički podaci prikazivani u EBCDIC kodu. Prikaz brojeva u kodu za cijele brojeve ili u kodu pomičnog zareza (engl. *floating point*) nije bio uobičajen. Više slogova u datoteci bilo je spojeno u jedan zapis, zvan blok. Tako blokirane datoteke omogućavale su brži dohvat podataka s magnetskog nosioca.

Na magnetske trake mogle su se postaviti samo sekvencijalne datoteke. Datoteku na traci moglo se ili samo stvarati (izlazne datoteke) ili su bile za čitanje (ulazne datoteke). Promjene se nisu mogle obavljati na postojećoj datoteci. Zato su se promjene s datotekama na traci obavljale učitavanjem ulazne datoteke s jedne jedinice i stvaranjem nove datoteke, u koju su se unosile izmjene, na drugoj jedinici. Najčešće su datoteke na trakama služile za pohranu arhivskih podataka. Osim toga, zapisi na trakama bili su lako prenosivi s jednog računalnog sustava na drugi jer su postojali i sustavi koji su mogli koristiti zapise u EBCIC kodu kao i ASCII kodu (engl. *american standard code for information interchange*).

Organizacija datoteka na disku bila je slična onoj na trakama. Na disku su datoteke, osim ulaznih i izlaznih, mogle biti i ulazno-izlazne, a promjene su se mogle obavljati u samim slogovima datoteke. Osim toga, na diskovima su se mogle stvarati i datoteke s direktnim pristupom, a ne samo sekvencijalne datoteke. Fizički položaj datoteke na disku određivao je sam korisnik, koji ga je morao točno specificirati. To se obavljalo preko naredbi davanih direktno operacijskom sustavu, tzv. *job control* naredbi. Da ne bi došlo do nehotičnog uništenja datoteka, one su mogle biti zaštićene pa se nisu mogle obrisati ili prebrisati nekom drugom datotekom bez izričitog odobrenja operatera na računalu.

Osoblje u procesu obrade podataka

Većina isporučilaca računala nastojala je da korisnik što prije svlada tehnologiju korištenja isporučene opreme i da ona bude efikasno iskorištena. To se pokazalo ispravnom poslovnom politikom, kojom je takav proizvođač stjecao ugled i dugo ostajao visokorangiran u toj grani tehnike. U Osijeku, na prijedlog savjetnika koji su došli obučavati kadar, zamišljeno je da sam računski centar, uz davanje usluge obrade na stroju, daje i usluge izrade programske podrške. Zato su se programi za projekte (aplikacije) za više korisnika radili zajedno, a radili su ih programeri u računskom centru. Svaki je korisnik imao kadar zvan ‘organizatori’, odnosno poveznicu između korisnika i postupka izrade programa i obavljanja obrada. Takva se zamisao brzo pokazala nezadovoljavajućom za korisnike, od kojih je svaki imao specifične zahtjeve, a za njihovo ispunjenje

trebali su im vlastiti programeri. Tako su već nakon godinu dana svi korisnici počeli stvarati svoj programerski kadar.

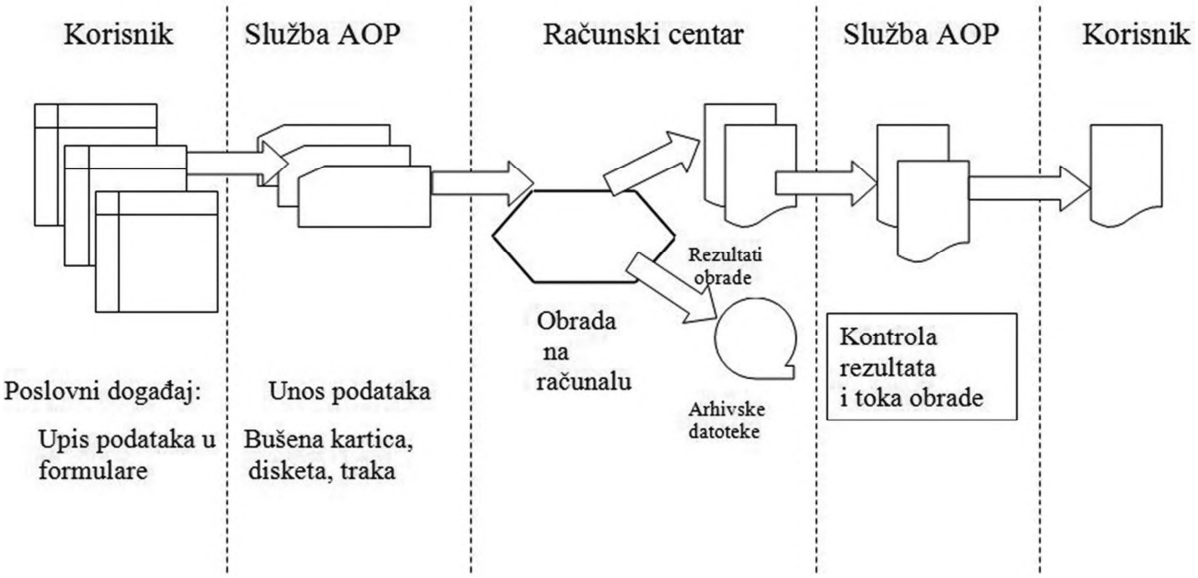
Ranih 70-ih godina prošlog stoljeća još nije bilo osoblja koje bi kroz redovito školovanje steklo saznanja o računalima. Potencijalni kadrovi na računalu najprije su bili testirani posebnim testovima, pa ako bi zadovoljili, primani su na rad u toj djelatnosti. Sve osoblje za rad u računskim centrima i u službama obrade podataka prolazilo je dodatnu izobrazbu na tečajevima koji su bili često u školskim centrima isporučitelja opreme ili njegovih zastupnika. Postojale su i posebne ustanove koje su organizirale tečajeve o korištenju računala, a i sami obučeni korisnici ponekad su organizirali tečajeve.

Računalni sustav zahtijevao je redovito održavanje. O tome su se brinuli tehničari, obučeni za taj posao. Uobičajeno je bilo redovito održavanje i kontrola rada sustava jednom tjedno. Pritom su se redovito podešavale glave za čitanje i pisanje na jedinicama magnetskih diskova. Postojala je i stroga procedura zamjene dijelova u slučaju kvara. Zahvaljujući tome, pouzdanost sustava bila je prilično dobra.

Obrade na samom sustavu obavljali su operateri. Najčešće su to bile osobe sa srednjom stručnom spremom tehničkog smjera, a izobrazbu za te poslove obično su provodili već obučeni kadrovi iz određenog računskog centra, ali i škole isporučitelja opreme. Posao operatera bio je aktiviranje i praćenje toka obrade, koja je u prvoj fazi bila isključivo grupna. Operateri su imali spremljene nizove bušenih kartica s upravljačkim naredbama uz koje su na određena mjesta morali stavljati podatke koji su na bušenim karticama dolazili od korisnika. Daljinska obrada podataka još se nije koristila, iako se već o njoj nešto znalo [10]. Operateri su se morali brinuti i o postavljanju odgovarajućih magnetskih nosilaca podataka, diskova i traka na pripadajuće jedinice te voditi računa o obrascima na koje su se ispisivali rezultati.

Veza između samog korisnika obrade i procesa obrade bili su kadrovi, koji su se, kako je spomenuto, zvali organizatori. Uobičajeno je bilo da se za njih uzimaju osobe s visokom stručnom spremom, najčešće ekonomskog smjera. Oni su zajedno s korisnikom definirali posao, izgled formulara za unos podataka, kao i izgled rezultata koji su se dobivali na papiru. Organizatori su, osim toga, definirali i datoteke i njihove sadržaje te su načelno određivali kakvi će se programi izvoditi pri obradama. Organizatori su u procesu izrade programa pomagali programerima u provjeri ispravnosti samog programa.

Same programe izrađivali su programeri. Za taj su posao također bile angažirane osobe sa srednjom i visokom stručnom spremom, ali osim ekonomskog, dobri su se pokazali i kadrovi tehničkog smjera te iz područja fizike ili matematike. Obično su se programeri specijalizirali u jednom od dostupnih programskih jezika, a samo u rjeđem broju slučajeva bilo je programera koji su pisali programe u više programskih jezika. Na preporuku isporučitelja opreme



Sl. 6.: Prikaz cjelovite obrade podataka

svi su programeri, a nerijetko i organizatori, prolazili tečaj osnovnog programskog jezika, asemblera (engl. *assembler*), iako je broj onih koji su se tim osnovnim jezikom poslije i koristili bio razmjerno malen.

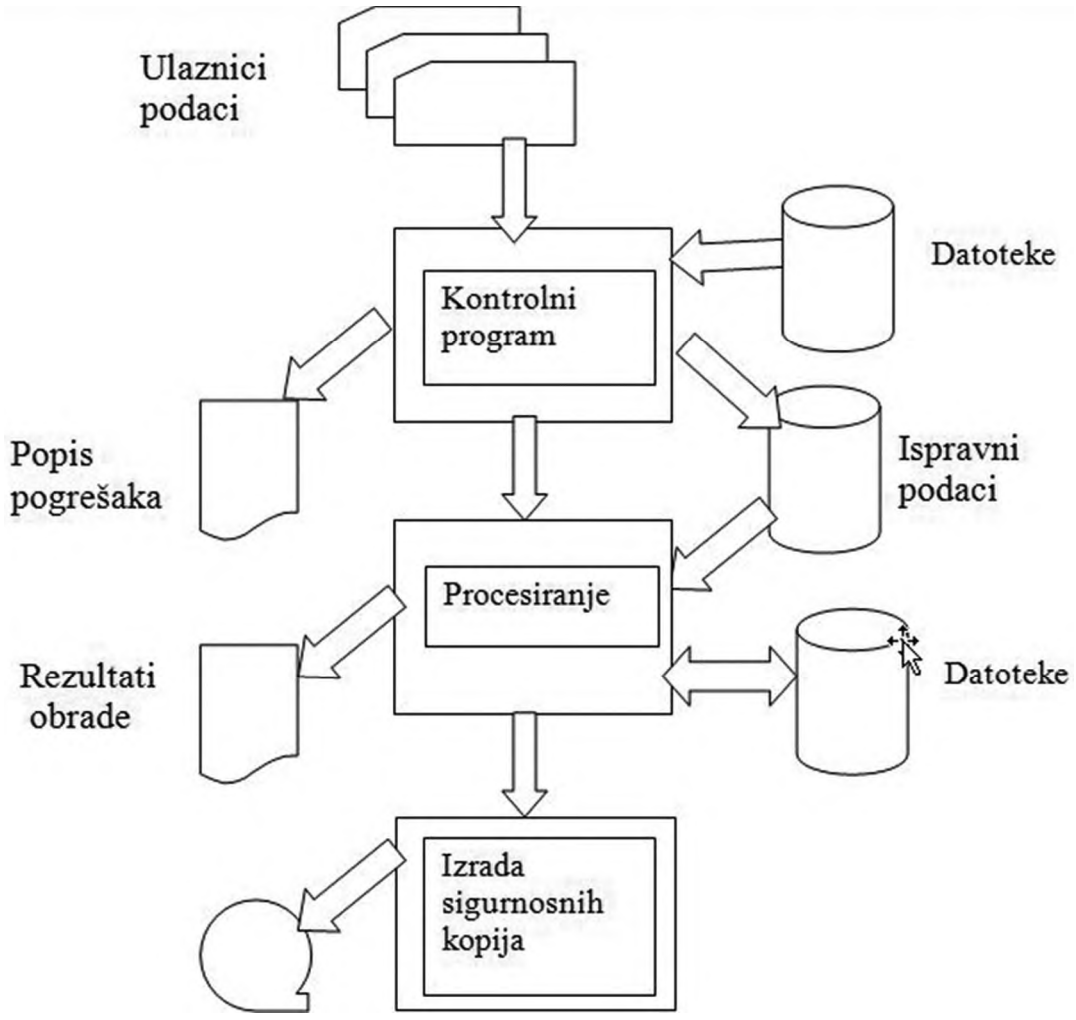
Postupak izrade programa, bez postojanja interaktivnog sučelja, bio je prilično dugotrajan i neefikasan. Programer bi od organizatora primio programski zahtjev, a onda bi u programskom jeziku ispisao kod najprije na papir, u obrazac s kojeg se taj izvorni tekst prenosio na bušene kartice. Program se zatim provjeravao na sintaktičke (formalne) pogreške i tek nakon što bi sve bile otklonjene pristupalo se ispitivanju na logičku ispravnost, ustanovljavanju radi li program u potpunosti ono što se od njega zahtijeva. Za takvo ispitivanje obično je trebalo pripremiti i skup reprezentativnih ulaznih podataka. Otklanjanje pogrešaka nije bilo jednostavno jer nije postojao danas uobičajen mehanizam za otkrivanje i otklanjanje pogrešaka (engl. *debugger*). Često se primjenjivao ispis sadržaja memorije u trenutku prekida programa (engl. *dump*), iz kojeg je bio vidljiv strojni prikaz programa i podataka (ispisan heksadecimalno ili oktalno). Iz takvog su se ispisa mogli precizno analizirati i podaci i naredbe, ali samo za programe pisane u asembleru i COBOL-u (opći poslovno orijentirani programski jezik, engl. *common business oriented language*). Dovršeni programi rijetko su se dopunjavali opisima i objašnjenjima, što je prilično otežavalo njihove izmjene, pogotovo ako je to trebala obaviti osoba koja nije bila autor tog programa.

Brigu o operacijskom sustavu, njegovu prilagođavanju i podešavanju novim inačicama obavljali su sistem programeri. Oni su morali poznavati osnovni programski jezik i druge komponente operacijskog sustava i na temelju toga sugerirati promjene koje će pridonijeti vremenski efikasnijim procedurama.

Postupci pri obradi

Kad bi ‘projekti’, tadašnje ime za ono što bi se danas zvalo ‘aplikacija’, bili dovršeni, ulazili su u proceduru redovite obrade na računalu u računskom centru. Centar je obično radio u tri smjene da bi zadovoljio potrebe korisnika u tim redovitim obradama. Usto, trebalo je osigurati i proces izrade novih programskih rješenja. Sve obrade bile su isključivo grupne (tzv. *batch* obrada). Operateri su imali nizove pripremljenih poslova u obliku programa i podataka (tzv. *job stream*) pripremljenih na 80-kolonskim bušenim karticama. Korisnik je rezultate obrade dobivao isključivo na papiru. Slika 6. prikazuje tipične radnje pri redovitoj obradi podataka za komercijalne primjene.

Sam tok poslova na računalu odvijao se pod kontrolom operatera. Kako se radilo o grupnoj obradi, u mnogim je slučajevima redovita obrada nekog projekta (aplikacije) imala tok kakav je prikazan na slici 7. Pripremljeni podaci najprije su se kontrolirali na ispravnost, eliminirali su se eventualni pogrešni podaci pa su samo ispravni ulazili u dalji tok obrade.



Sl. 7.: Tok poslova u grupnoj obradi na računalu

Primjena računala u ekonomskim i tehničkim proračunima

U prvoj fazi primjene računala za komercijalne obrade, mogućnost računala za obavljanje složenih proračuna iz područja ekonomije, tehnike, statistike ili numeričke matematike bila je slabo poznata [11]. Neki proračuni iz područja linearnog programiranja i mrežnog planiranja koristili su se samo povremeno, i koristile su ih osobe koje su znale te probleme od ranije i rješavali su ih ranije bez pomoći računala [12]. Za to su uglavnom postojali gotovi programi kao primjerice PERT (*Program Evaluation Review Technique*) i CPM (*Critical Path Method*). Nadalje, u Saponiji je za potrebe istraživanja tržišta napravljen program za izradu tablica kontingencije (*crosstab* metoda) [13]. Sredinom70-ih projektanti građevinskih objekata koristili su za statičke proračune već postojeće programe [14]. Strojarski inženjeri u tvornici *Đuro Đaković* razvijali su i koristili vlastite programe. Na Ekonomskom fakultetu u Osijeku prema zahtjevima i specifikacijama projektanata iz osječke vodoprivrede razvijen je i korišten program za proračun vodovodnih instalacija. Taj se program koristio za projektiranje vodovodne mreže u selima u Posavini.

Primjena računala u istraživačkom radu i nastavi

Sredinom 70-ih godina, kad je osnovan Sveučilišni računski centar (SRCE) u Zagrebu, na Ekonomskom fakultetu u Osijeku postavljen je terminal vezan za računalo u SRCE-u unajmljenom telefonskom linijom. Uređaj se sastojao od linijskog pisača, čitača bušenih kartica, modema i bušilice 80-kolonskih kartica. Veza preko telefonske linije imala je brzinu od 2400 bit/s. Oprema je bila zastarjela i nekvalitetna, no ipak je potaknula istraživače, znanstvenike i nastavnike na Sveučilištu u Osijeku na primjenu računala. Korisnici su uglavnom sami izrađivali programe, pisane obično u programskom jeziku FORTRAN-u, koristeći gotove potprograme iz matematičke i statističke biblioteke izvornih programa.

Korisnim i efikasnim pokazao se programski paket *Crostab*, koji se preko terminala spojenog na SRCE mogao koristiti. Taj je program generirao tablice kontingencije i obavljao neke statističke testove, često korištene u ekonomskim analizama. Taj programski paket bio je efikasan u prvom redu zato što je imao vrlo dobro napisan priručnik i upute za korisnike.

Uz pomoć tadašnjeg Ministarstva znanosti, Sveučilište u Osijeku nabavilo je četiri ekranska terminala s pomoću kojih su se mogle obavljati i interaktivne obrade na računalu u SRCE-u. Dva terminala bila su instalirana u Terminalskom

centru na Ekonomskom fakultetu, jedan na Elektrotehničkom fakultetu i jedan u matematičkoj gimnaziji. To je donekle potaknulo primjenu računala u nastavi. Terminali su sa Sveučilišnim računskim centrom bili spojeni preko postojeće unajmljene linije, dok su udaljeni terminali u Osijeku bili povezani s Terminalskim centrom s pomoću komutirane linije.

Sredinom 80-ih godina u SRCE-u je instalirano računalo prije korišteno na Zimskim olimpijskim igrama u Sarajevu. Tad su tri ekranska terminala i jedan pisač dodatno instalirani u Terminalskom centru Ekonomskog fakulteta u Osijeku. Studente Elektrotehničkog fakulteta obučavalo se s pomoću tih terminala za programiranje u FORTRAN-u.

Prikladnim i efikasnim u nastavnom radu pokazalo se malo računalo postavljeno u računalnoj učionici tadašnjeg Pedagoškog fakulteta. Iako je imalo samo osnovni interpreter (engl. *basic interpreter*), studente se neposredno moglo poučavati osnovama programiranja.

Zaključak

Računala su se počela rano primjenjivati u poduzećima i ustanovama u kojima su o strategiji razvoja odlučivali ljudi s vizijom budućeg razvoja. Iako u počecima primjena računala nije bila naglašeno efikasna, pa nekad nije ni neposredno opravdala velika ulaganja, posredni efekti bili su višestruki i korisni. Razvila se svijest o potrebi korištenja računala i o njihovoj efikasnosti ako se ispravno koriste. Taj je proces također osposobio kadar koji je poslije znatno pridonio računalnoj tranziciji, prelasku na osobna računala pristupačna velikom broju korisnika, koji se naglo počeo širiti početkom 90-ih godina.

Čini se da nije slučajna koincidencija kako su prvi korisnici računala u istočnoj Hrvatskoj ujedno i poduzeća koja su uspjela preživjeti ekonomsku tranziciju, toliko pogubnu za mnoge proizvodne sustave.

Literatura

[1] Đ. Čučković, Integralni informacijski sistem OUR-a s automatskom obradom podataka u SOUR-u *Borovo*, *Privreda*, br. 8., Privredna komora Osijek, Osijek 1983.

[2] F. C. i P. V., Knjigovođa – elektronski računar, *Informativni list radnika Saponia*, br. 111., Osijek 1970.

[3] Z. Smičić, Novo u A.O.P., *Informativni list radnika Saponia*, br. 129., Osijek 1972.

[4] S. Kitanov, Programski sistem za vođenje elektroenergetskog sistema Elektroslavonije u realnom vremenu, *Privreda*, br. 12., Privredna komora Osijek, Osijek 1984.

[5] M. Bošnjak, J. Nedić, Razvoj informacijskih sistema korisnika ERC-a Belje Beli Manastir, *Privreda*, br. 8., Privredna komora Osijek, Osijek 1983.

[6] M. Jerkić, Računar upravlja proizvodnjom, *Tvornički list Belišće*, Belišće, 1983.

[7] N. Majdandžić, Model planiranja proizvodnje na računaru u SOUR *Đuro Đaković*, *Privreda*, br. 8., Privredna komora Osijek, Osijek 1983.

[8] N. Majdandžić, Model grubog planiranja pojedinačne proizvodnje na sistemu za obradu podataka, *Privreda*, br. 8, Privredna komora Osijek, Osijek, 1983.

[9] N. Novak, Neki rezultati i iskustva u razvoju suvremenih informacijskih sistema, *Privreda*, br. 12., Privredna komora Osijek, Osijek 1984.

[10] Z. Šenberger: Daljinska obrada podataka*, Informativni list radnika Saponia*, Osijek.

[11] D. Fischer: Računala u znanstveno-istraživačkom radu, *Informativni list radnika Saponia*, br. 122, Osijek 1977.

[12] Tot-Đerđ Peter, Primjena linearnog programiranja u proizvodnji cijevnih sistema, *Privreda*, br. 12, Privredna komora Osijek, Osijek, 1984.

[13] D. Fischer, Elektroničko računalo i istraživanje tržišta, *Informativni list radnika Saponia*, br. 150., Osijek 1974.

[14] I. Štefanac, Elektronski statički proračun okvirnih nosača s vutama na sistemu IBM 360 i 370, *Privreda*, br. 8, Privredna komora Osijek, Osijek, 1977.

[15] − Katalog realiziranih projekata i programskih rješenja korisnika AOP Slavonije i Baranje, *Privreda*, br. 11, Privredna komora Osijek, Osijek, 1980

[16] N. Novak, Koncept stvaranja banke podataka u „SŠGO Slavonska šuma", *Privreda*, br. 8, Privredna komora Osijek, Osijek 1983.

[17] https://demarscomputerhistory.weebly.com

[18] http://www.feb-patrimoine.com/english/honeywell_series_400_800.htm

[19] https://hr.wikipedia.org/wiki/IBM_System/360

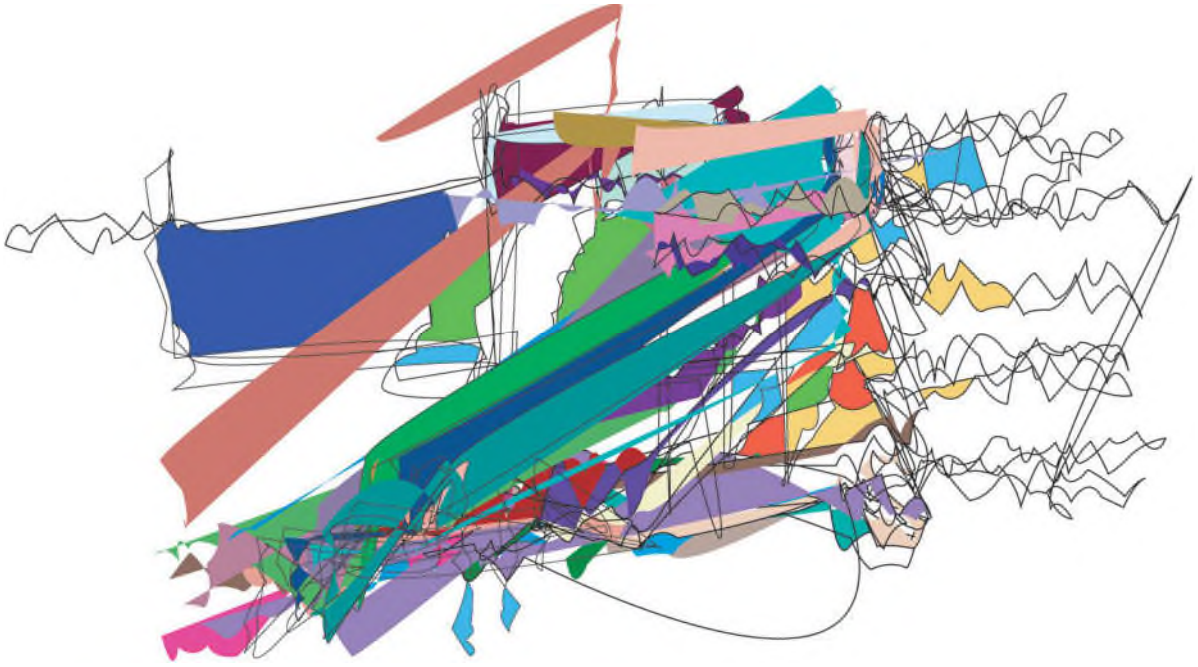
[20] https://en.wikipedia.org/wiki/UNIVAC_1100/2200_series

East Croatia Development in Using Computers

Darko Fischer

Abstract: In the 60th of last century more powerful computers appeared in widely used commercial data processing. The paper describes this development in East Croatia until personal computers and global networks became dominant. Hardware and software characteristics of then used mainframes are described and features of that time data processing and personal are also presented.

Key words: computer, data processing, education, IT staff, operating system, program, programming languages



Veljko Lipovšćak

Povijest proizvodnje gramofonskih ploča u Hrvatskoj

Sažetak: Članak prikazuje kontinuirani razvoj proizvodnje gramofonskih ploča u Hrvatskoj od 1926. do 1995. godine. Prve gramofonske ploče na prostoru Kraljevine SHS proizvedene su 1927. u tvornici *Edison Bell Penkala*, osnovanoj 1926. u Zagrebu. Nakon njezina stečaja 1938. proizvodnju preuzima tvrtka Elektroton, koja 1947. mijenja ime u Jugoton, a 1990. u Hrvatska naklada slike i zvuka, odnosno Croatia Records. Autor je na osnovi vlastitih istraživanja i dostupne dokumentacije detaljno opisao sve proizvodne procese i razvoj tehnologije u 70-ak godina dugoj povijesti proizvodnje gramofonskih ploča u Hrvatskoj.

Ključne riječi: *Edison Bell Penkala*, Elektroton, galvanoplastika, glava za urezivanje, grijaći stol (ormar, ekstruder, šelak, polivinil-klorid, gramofonska ploča), hidraulična preša (ručna, poluautomatska, automatska), Jugoton (Ilica 213), Jugoton − Croatia Records (Dubrava), magnetofon, matrica, mikrofon, srebrenje, studio za snimanje, tonski stol, uređaj za urezivanje, voštana ploča

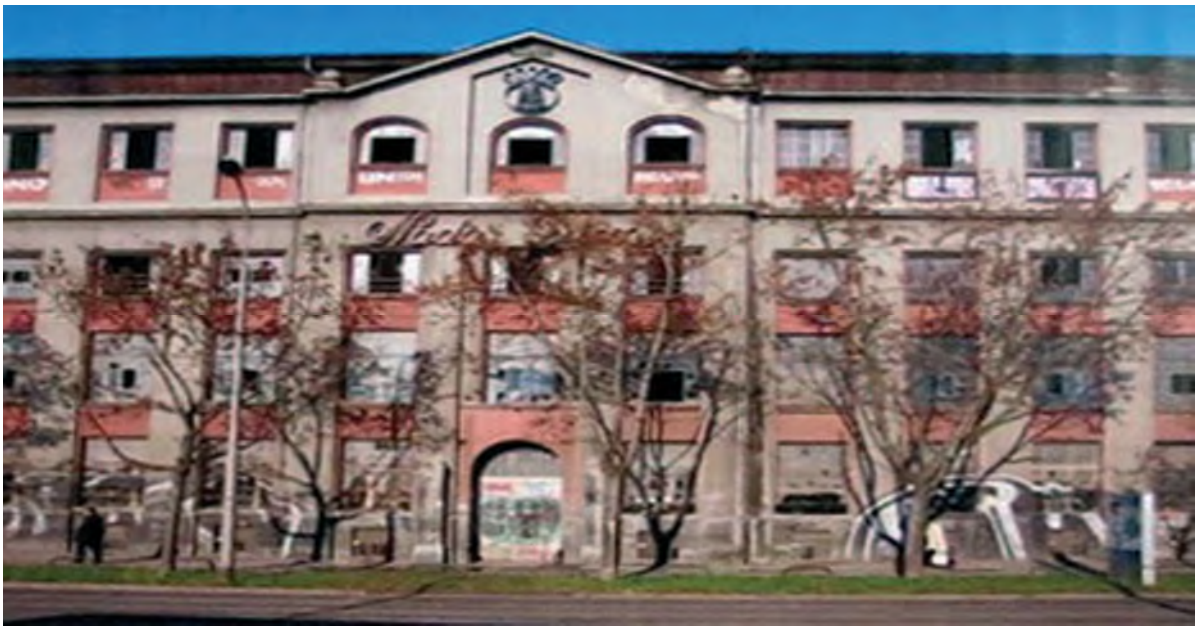
Uvod

Gramofonsku ploču izumio je 1887. godine Emil Berliner, Amerikanac njemačkog podrijetla. Godine 1897. izrađene su prve ploče od šelaka promjera 125 mm. Reproducirala se samo jedna strana ploče. Braća Emil i Joseph Berliner osnovali su prvu europsku tvornicu gramofonskih ploča u Njemačkoj, u

Hannoveru, pod nazivom Deutsche Grammophon Gesellschaft. Prvo komercijalno električno snimanje za gramofonske ploče obavila je u SAD-u 1924. tvrtka Columbia.

1. Prva hrvatska tvornica gramofonskih ploča *Edison Bell Penkala*

Prva hrvatska tvornica gramofonskih ploča *Edison Bell Penkala* osnovana je u Zagrebu 15. listopada 1926. godine. Osnivači su bili *Edison Bell* iz Londona, *Penkala* i Prva hrvatska štedionica iz Zagreba. Prve proizvedene ploče snimljene električnim postupkom pojavile su se u prodaji početkom rujna 1927. godine. Studio za snimanje / urezivanje bio je u Nikolićevoj ulici (danas Teslinoj) 7, a galvanoplastika i prešaonica ploča u Branimirovoj 43.



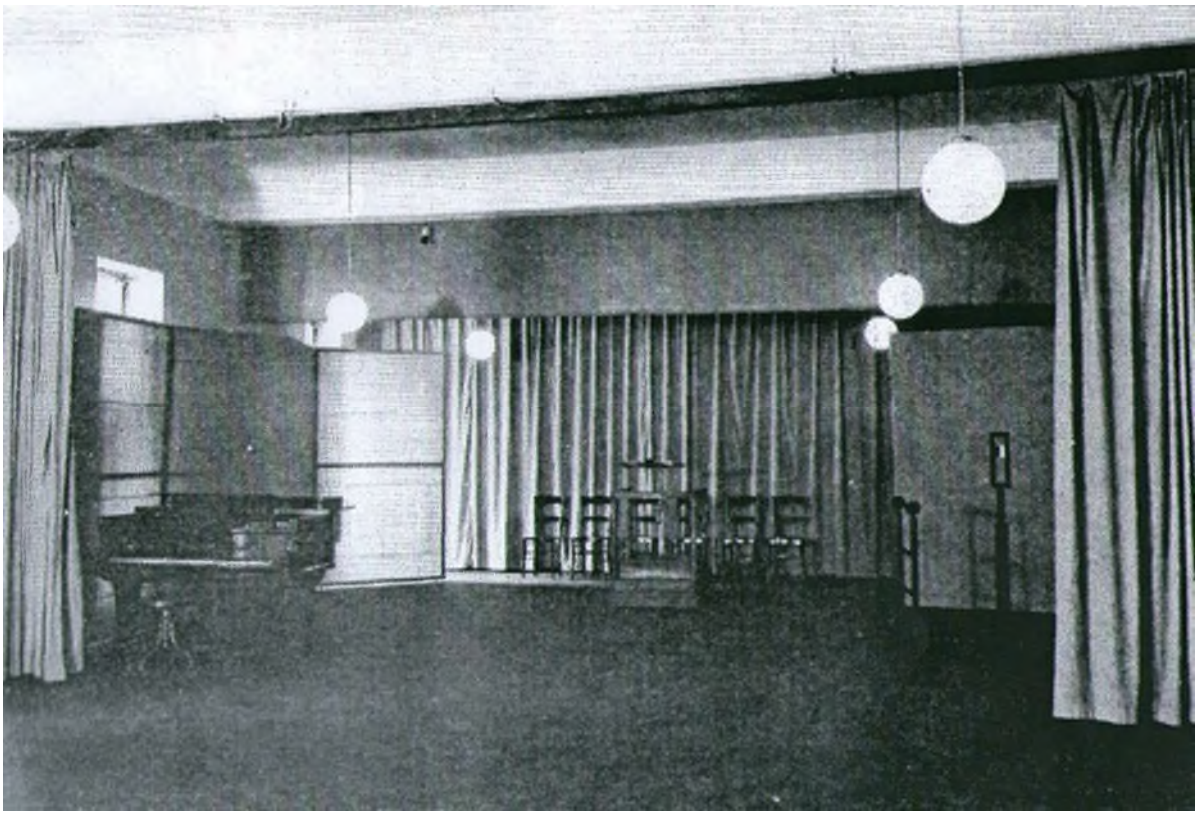
Sl. 1.: *Edison Bell Penkala*, Zagreb, Branimirova 43 (danas)

1.1. Snimanje i urezivanje gramofonskih ploča

Studio za snimanje je prostorija u kojoj se izvode glazba ili govor koje želimo snimiti za ploču. Titraji zvuka snimane glazbe ili govora djeluju na membranu mikrofona smještenog na odgovarajućem mjestu u studiju ispred izvođača. U mikrofonu se titraji zvuka pretvaraju u električne titraje, ali oni su slabi pa se moraju pojačati s pomoću pojačala s elektronskim cijevima. Pojačani električni titraji prolaze kroz kontrolno pojačalo na koje je paralelno spojen



Sl. 2.: Teslina (Nikolićeva) 7 (danas). Ondje se nalazio studio za snimanje tvornice *Edison Bell Penkala*



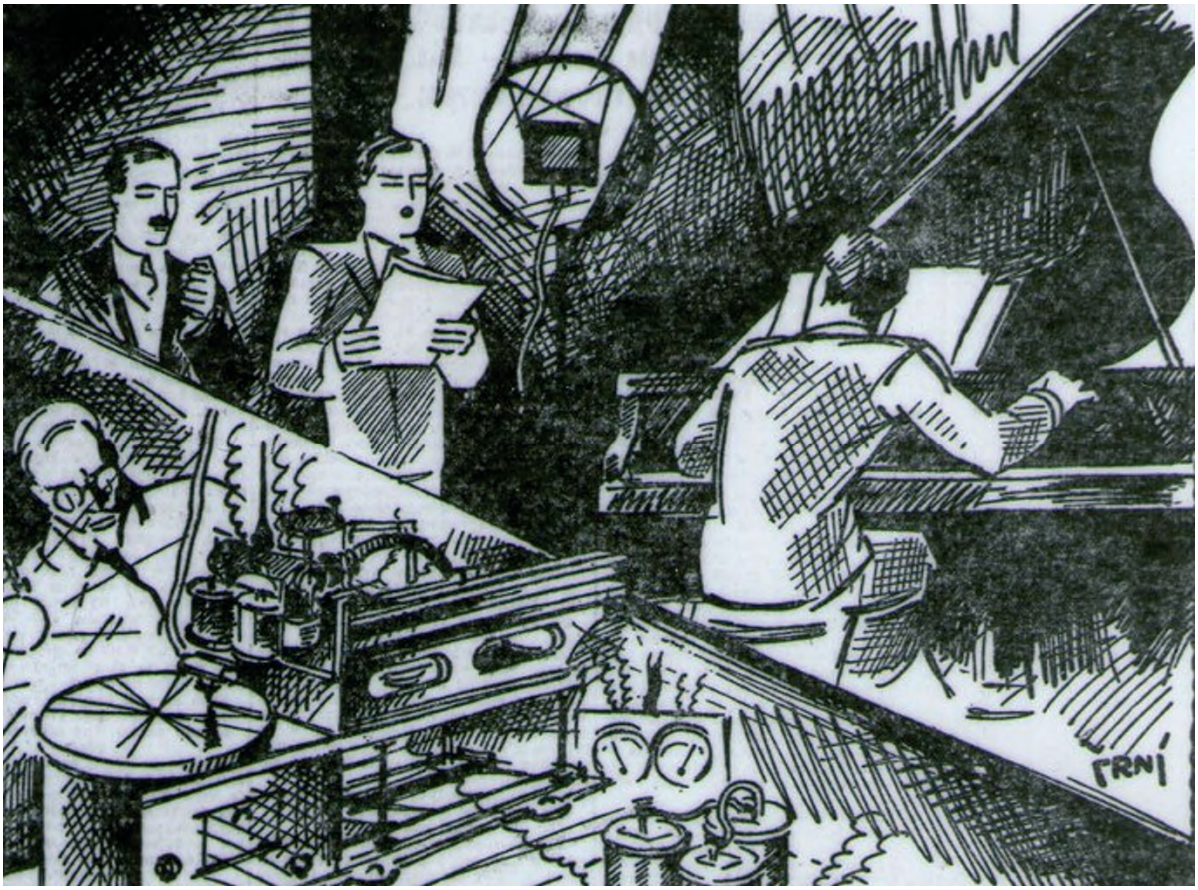
Sl. 3.: Studio za snimanje tvornice *Edison Bell Penkala*



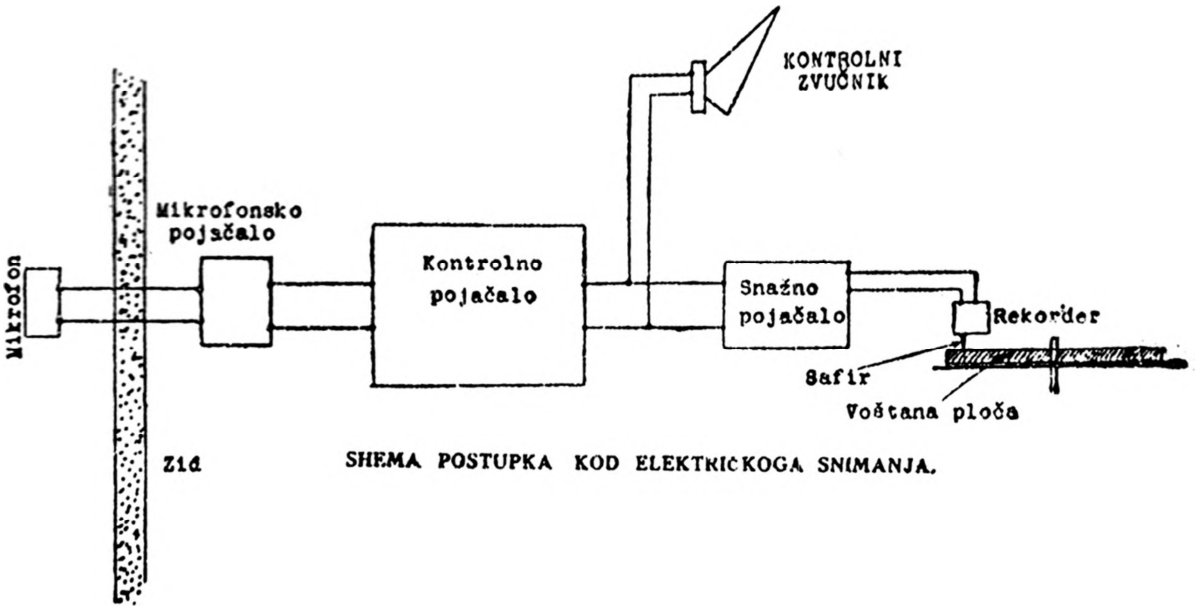
Sl. 4.**:** Prikaz snimanja Vojnog orkestra

zvučnik radi kontrole urezivanja, ulaze u pojačalo snage na koje je spojena glava za urezivanje u voštanu ploču. Glava za urezivanje je jak magnet. U njegovu rasporu je titrajuća kotva na kojoj se nalazi igla za urezivanje sa safirnim šiljkom. Kotva titra u ritmu glazbe ili govora pretvorenog u električne titraje i urezuje brazde u voštanu ploču. Trag brazde urezane u voštanu ploču počinje na vanjskom rubu ploče i vodi spiralno prema sredini. U početku je voštana glatka ploča na kraju urezivanja odgovarala valovima zvuka glazbe ili govora. Kad bi se takva ploča stavila na običan gramofon da se reproducira urezani zvuk, brazde bi se oštetile. Urezivanje zvuka u voštanu ploču kontrolira se tako da se voštana ploča reproducira na gramofonu s posebno lakom zvučnicom. Voštana ploča služi kao ishodište za kopiranje tisuća otisaka iste snimke u tvornici, gdje se dalje obrađuje za proizvodnju gramofonskih ploča od šelaka.

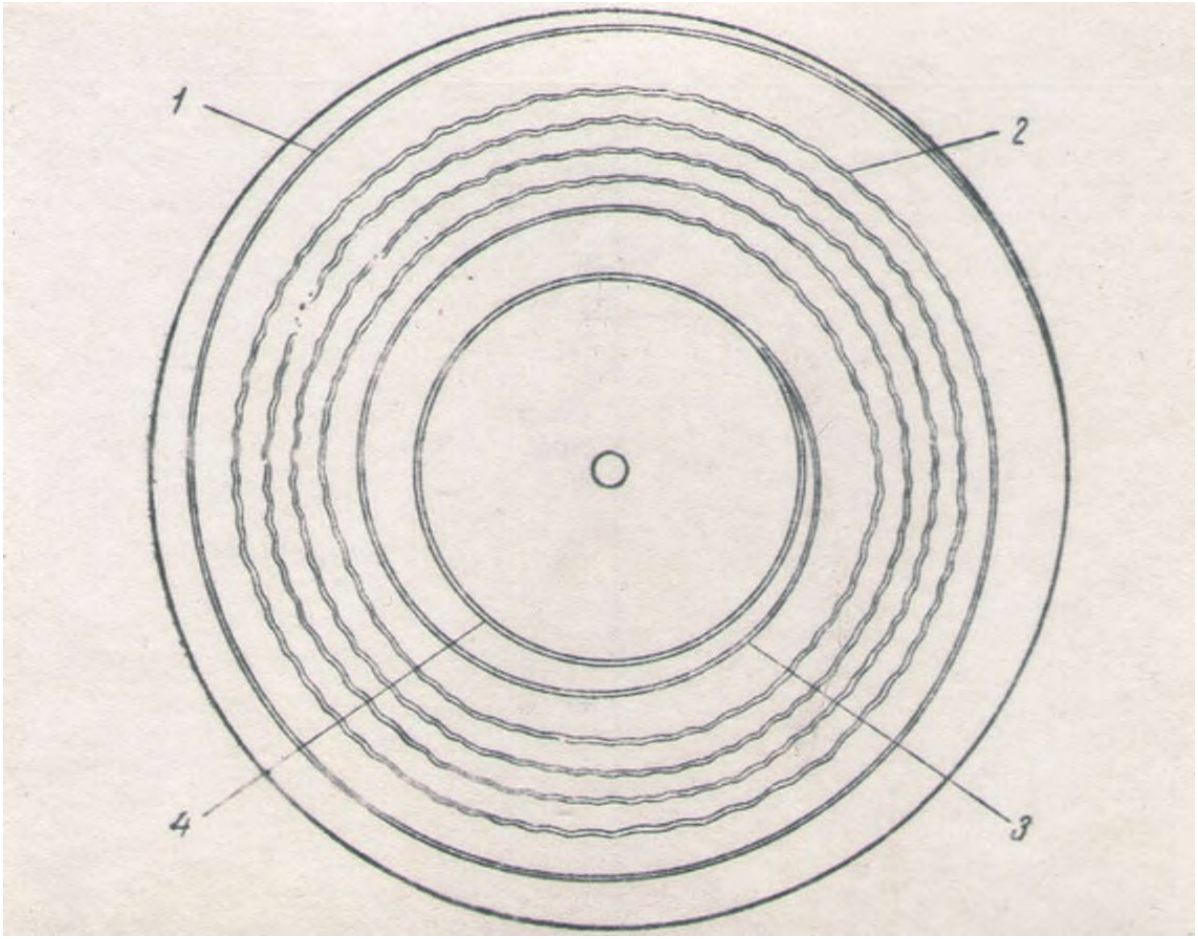
Voštana ploča, koja nije od pčelinjeg voska nego od umjetne smjese slične vosku, prije urezivanja polira se posebnim uređajem tako da joj površina bude sjajna poput zrcala, zatim se zagrijava u posebnoj prostoriji šest sati na temperaturi od +60 °C i uz 40 % vlage. Tako vosak postaje spreman za konačnu snimku. Nova ploča pomno se omata u vatu da se ne bi oštetila na putu u tvornicu.



Sl. 5.: Snimanje i urezivanje u voštanu ploču



Sl.: 6.: Shema uređaja za snimanje i urezivanje tvornice *Edison Bell Penkala*



1 – ulazna brazda, 2 – modulirana brazda, 3 – izlazna brazda, 4 – završna brazda

Sl. 7.: Prikaz urezivanja u voštanu ploču

Snimljena, tj. urezana voštana ploča neprikladna je za izradu kopija. Od nje treba izraditi otiske matrice od kojih će se moći proizvesti tisuće vjernih kopija iste snimke. Matrice moraju podnijeti mnogostruko umnožavanje pa zato moraju biti od iznimno čvrstog materijala, tj. od metala. Od voštane ploče iz studija treba u tvornici proizvesti vjeran otisak u metalu. U voštanoj ploči urezane su brazde – udubine, a u metalnoj ploči to su izbočine. Jer s takvim negativnim otiskom može se, ako se izbočine čvrsto pritisnu u vruću mekanu masu od koje se izrađuju gramofonske ploče, dobiti udubljene brazde kao na prvoj snimci − voštanoj ploči.

1.2. Studio za snimanje

Studio je posebna akustički obrađena prostorija, a uređaj za snimanje i urezivanje nalazi se u drugoj. Od studija je odvojen debelim zidom da se ne miješa zvuk između tih dviju prostorija. Prije snimanja glazbeni stručnjak određuje položaj pojedinih instrumenata ili pjevača prema mikrofonu. Zatim s

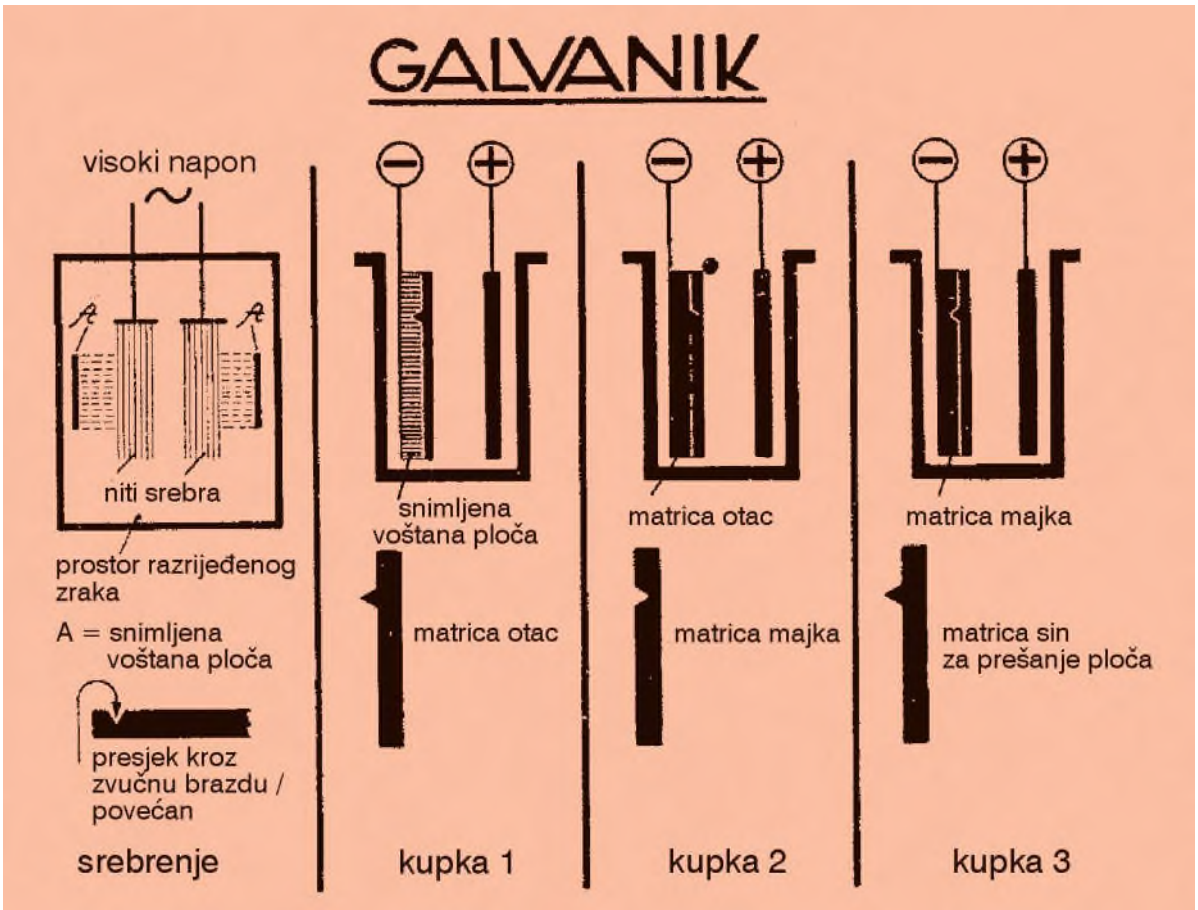
pomoću zastora namješta odjek prostorije jer o tome ovisi prirodnost reprodukcije ili tzv. dubina snimke. Pojačalo se ugađa na pravu jačinu te na svjetlosni signal počinje snimanje glazbe ili govora. To je tek pokusna snimka na nešto tvrđoj voštanoj ploči. Ta se ploča preslušava radi kontrole, ali s lakšom zvučnicom. Ako je potrebno, snima se pokusno i nekoliko puta samo da konačna snimka bude što bolja. Kad je sve u redu, na uređaj se stavlja ploča s mekšim voskom i ispravna snimka može se urezivati. Mikrofon može biti Reissov (ugljeni) ili kondenzatorski spojen na mikrofonsko pojačalo, zatim na kontrolno pojačalo i pojačalo snage na koje je spojena glava za urezivanje. Između kontrolnog pojačala i pojačala snage paralelno je spojen zvučnik radi slušne kontrole snimanja / urezivanja.

Studio za snimanje EBP-a nalazio se u Zagrebu u tadašnjoj Nikolićevoj ulici 7 u zgradi u kojoj je u ono vrijeme bio Music-hall, poslije kino Luxor pa koncertna dvorana Istra i danas Zagrebačko kazalište mladih. Studio veličine 800 m^3 bio je u lijevom krilu zgrade na 1. katu. EBP se koristio tim prostorom od 1927. do 1933. godine, a poslije je oprema preseljena u tvornicu ploča u Branimirovu 43. Prostorije u Nikolićevoj ulici preuzeo je Radio Zagreb. Veličina studija nije dopuštala smještaj solista, cijelog opernog zbora i orkestra nego samo smanjeni sastav, što se najbolje opaža na snimci operete *Mala Floramy*. Snimalo se jednim mikrofonom, a trajanje snimke bilo je ograničeno veličinom ploče. Na jednu stranu ploče promjera 30 cm moglo se snimiti odnosno urezati najviše 4,5 minute programa, ali bez prekida. Snimalo se nekoliko puta, a birala se najbolja izvedba. Neke su se operne arije zbog ograničenog vremena, tj. prostora na ploči morale kratiti, i to obično na recitativima na početku arije. Studio EBP-a u desetogodišnjem razdoblju koristio je mikrofone sljedećih tvrtki: Neumann, Philips, Telefunken i Western. Posebno valja napomenuti da je (kao pomoć *Edison Bella* iz Londona) za EBP u Zagrebu na snimanju ploča do 1933. radio jedan od najistaknutijih britanskih audiostručnjaka 20-ih i 30-ih godina Paul Voight.

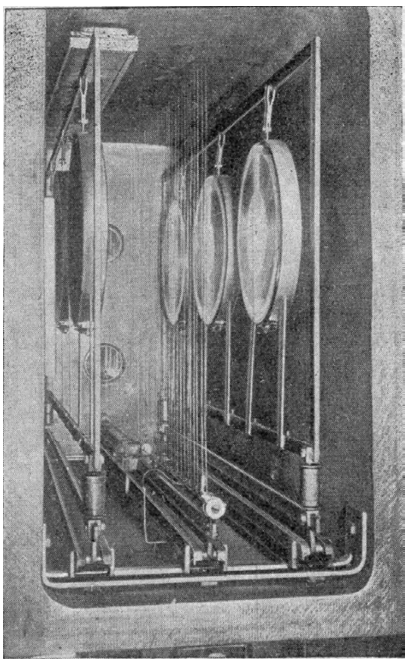
U nedjelju 4. prosinca 1927. u četiri sata popodne EBP je uživo snimio dvije božićne pjesme iz zagrebačke prvostolnice uz ondje nazočnu publiku. Zborom klerika ravnao je Nikola Faller, a za orguljama je bio Franjo Dugan. Ugljeni mikrofon bio je na rubu katedralnog kora, ispred zbora klerika. Mikrofonski kabel bio je uključen u telefonsku liniju nadbiskupske pisarnice. Telefonski priključak pisarnice je preko zagrebačke telefonske centrale bio spojen na studio EBP-a u Nikolićevoj ulici. Iz telefonskog priključka išao je audiokabel u uređaj za urezivanje tvrtke EBP, gdje se izvedba dviju božićnih pjesama urezivala u voštane ploče. To je bila jedna od prvih četiriju glazbenih izvedbi u svijetu snimljenih uživo za gramofonske ploče. Gramofonske ploče s tom snimkom počele su se prodavati uoči Božića 1927. godine

1.3. Tehnološki postupak proizvodnje gramofonskih ploča

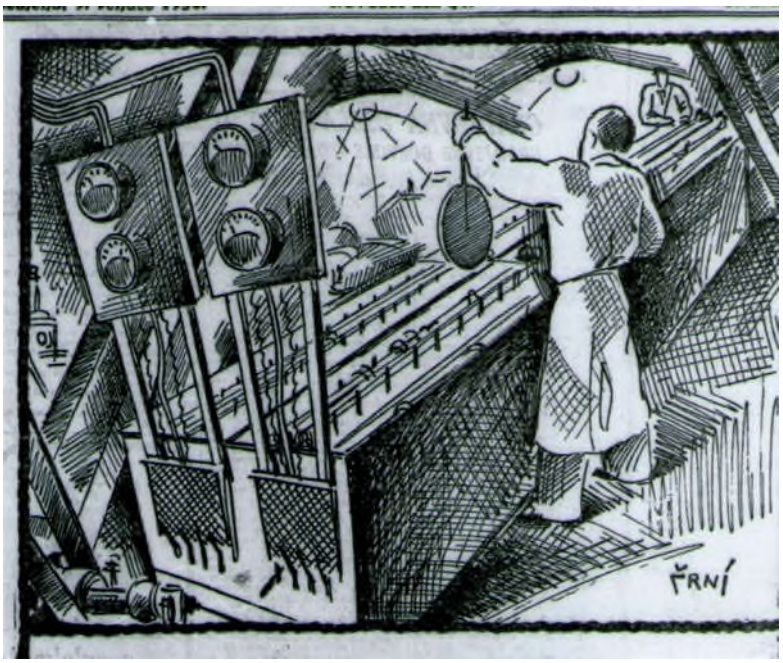
Od prvotne mekane voštane ploče sa snimljenim zvukom trebalo je izraditi metalni otisak postupkom elektrolize, koji se već odavno upotrebljavao u tehnici. Galvanoplastičkim postupkom dobivao se otisak predmeta koji je dobar vodič elektriciteta tako da se predmet stavljao u kupelj s otopljenom modrom galicom pa se kroz kupelj puštala električna struja. Predmet od kojeg se izrađuje otisak spajao se s negativnim polom izvora struje prikladne jakosti. Pod utjecajem električne struje nakon nekog vremena izlučio se na površini predmeta tanki sloj čistog bakra koji se, kad je dovoljno odebljao pri spretnom postupanju poslije mogao odlupiti od voštane ploče. Međutim, ta odlupljena ploča predstavljala je onom svojom stranom kojom je prianjala uz otisnut predmet voštanu ploču, savršeno vjernu kopiju predmeta, dakako negativnu, to jest s izbočinama ondje gdje su na voštanoj ploči udubine. Tako bi bilo i sa snimkom na voštanoj ploči kad bi vosak bio dobar elektrovodič jer se bakar u galvanoplastičkom postupku taloži samo na elektrovodič. No, vosak nije dobar elektrovodič – on je izolator − pa je prije stavljanja voštane ploče u



Sl. 8.: Galvanoplastika



Sl. 9.: Galvanoplastička kupka



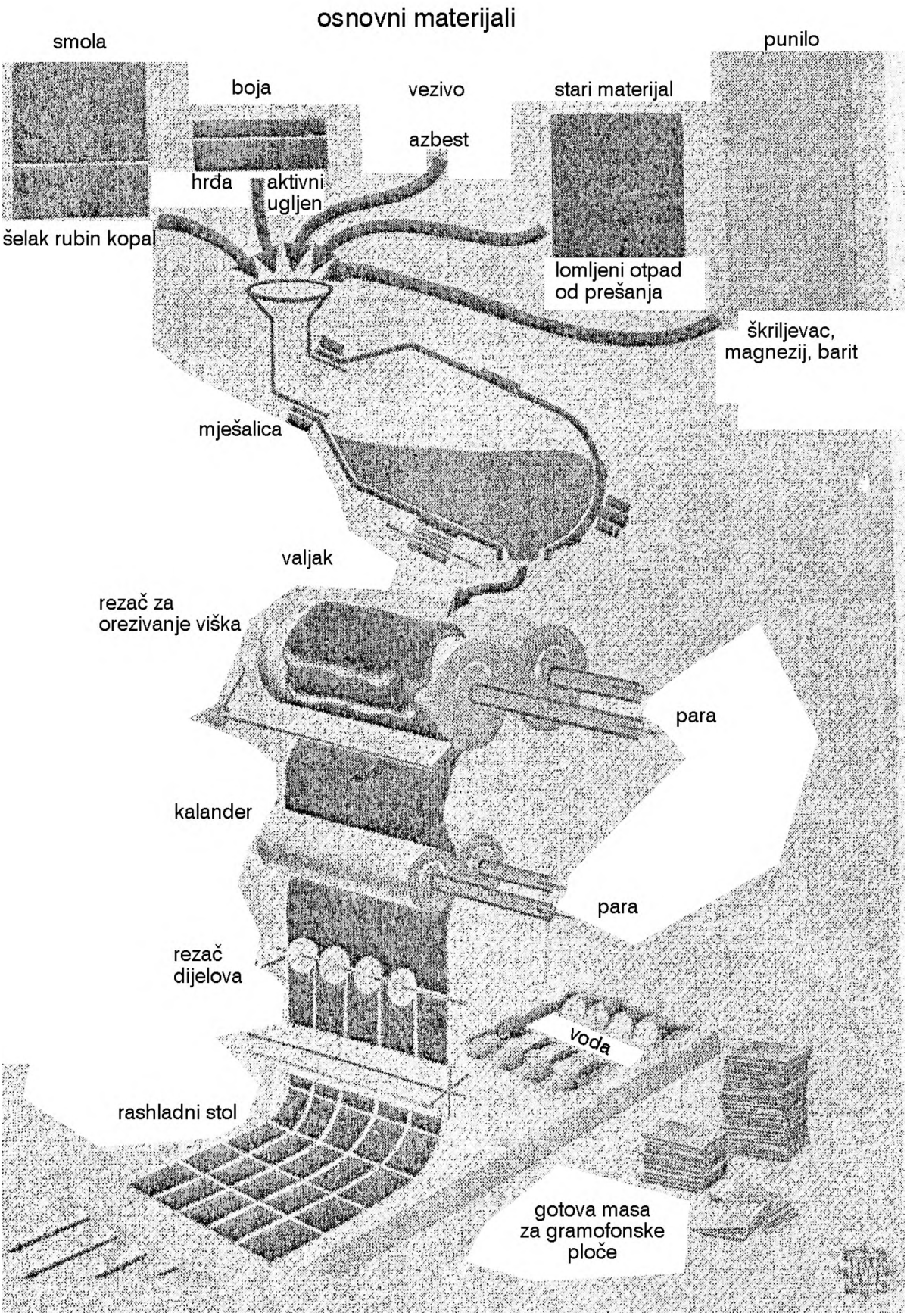
Sl. 10.: Galvanoplastika, izrada matrica

galvanoplastičku kupku bilo potrebno površinu voštane ploče učiniti elektrovodljivom, a da pritom ostanu sačuvani svi fini urezi.

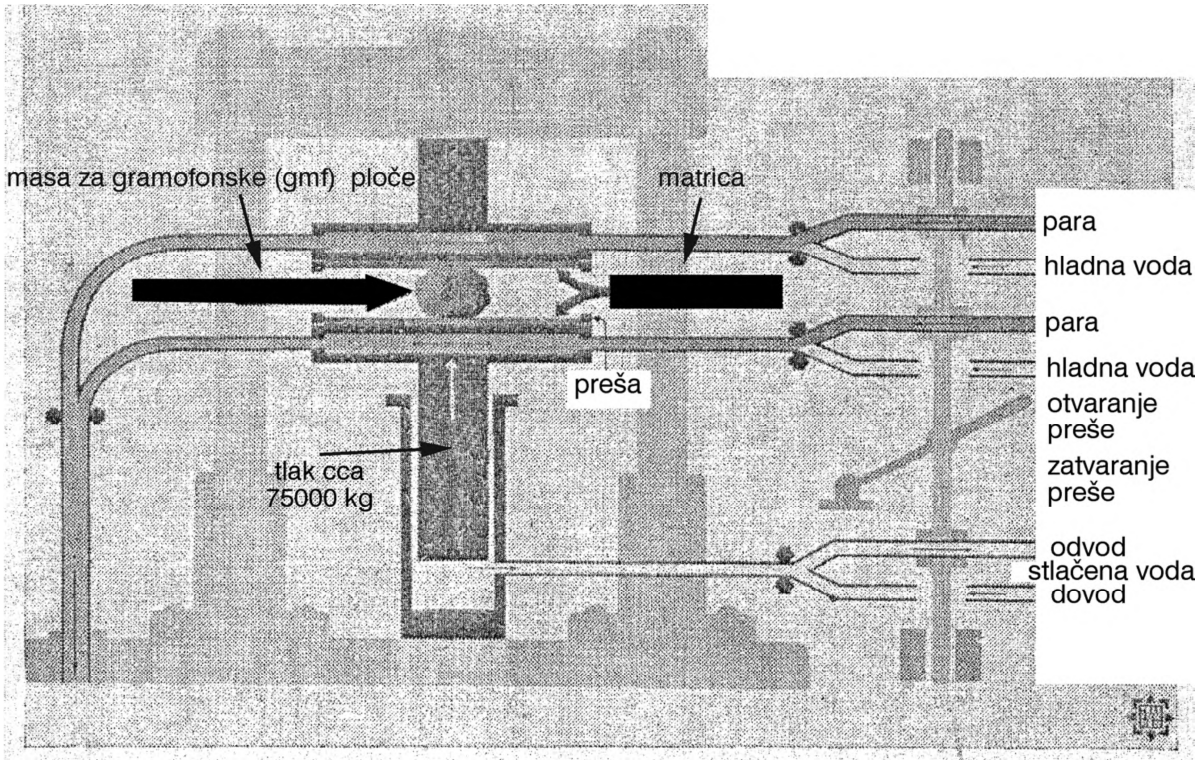
U tu se svrhu na voštanu ploču nanosio sloj vrlo sitnog grafitnog praška i tankim kistovima, polagano i s izvanrednom pažnjom, premazivala se njezina površina. Zatim su posebni radnici obrađivali tu površinu sve dok nije bila posve sjajna tako da je postala elektrovodljiva. Tako je voštana ploča prevučena grafitnim slojem postala dobar elektrovodič.

Takva ploča stavljala se u galvanoplastičku kupku koja je sadržavala slojeve bakra. Električna struja je za nekoliko sati nanijela dovoljno debeo sloj bakra da se mogao odlupiti od voštane ploče. Taj prvi metalni otisak mogao bi se zapravo već upotrijebiti za prešanje gramofonske ploče nakon prikladne obrade. Bilo bi potrebno taj otisak poniklati galvanskim postupkom jer niklana površina može neusporedivo lakše podnijeti pritiske od prešanja nego bakrena. No ima dobrih razloga zašto se taj prvi otisak ipak još nije upotrebljavao za prešanje ploča. Taj dosad jedini otisak upotrebom bi se oštetio ili istrošio, propala bi jedina skupocjena gramofonska snimka jer se voštana ploča ne čuva trajno. Zato se taj prvi otisak, tzv. ‘otac’ čuvao za arhivu, i to posrebren električnim postupkom.

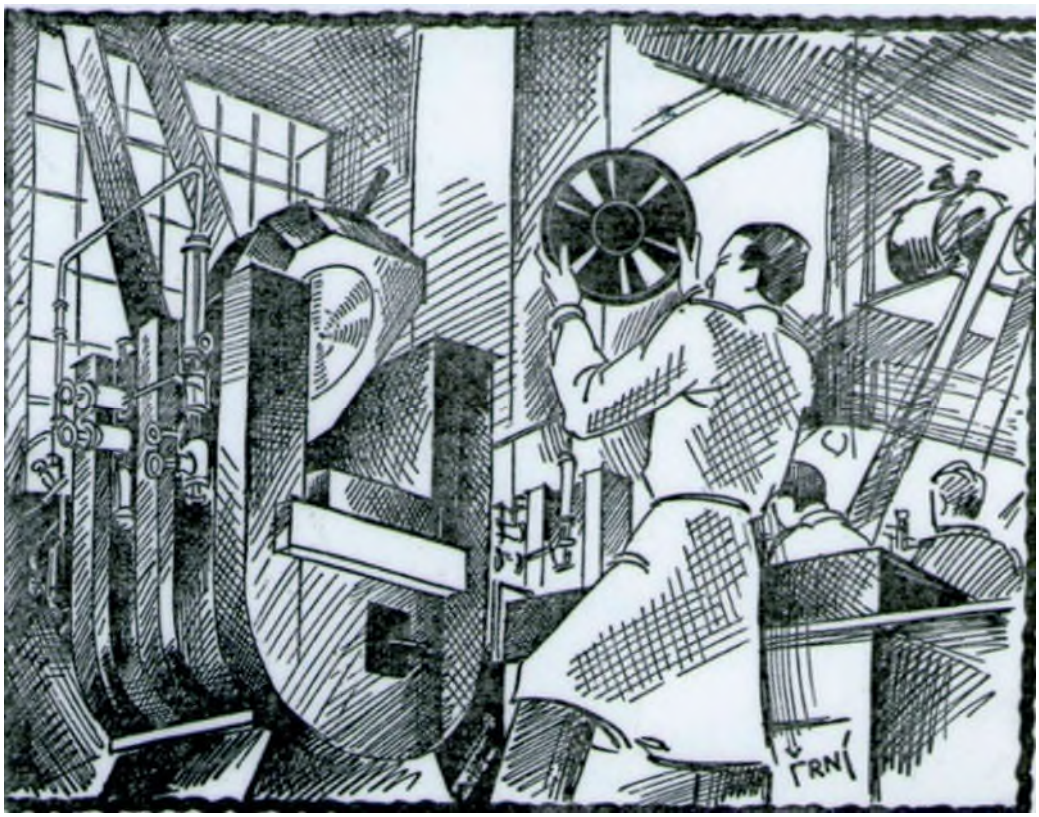
Za potrebe prešanja izrađuje se – i opet galvanoplastički − od matrice ‘otac’ nova matrica. Nova matrica je pozitivna, ima udubine ondje gdje matrica ‘otac’ ima izbočine. Ta nova matrica ‘majka’ ne može se upotrijebiti za prešanje jer bi u udubinama utisnutim u smekšanu masu u gramofonskoj ploči nastale izbočine. Zato je matricu ‘majku’ trebalo posrebriti i od nje izrađivati nove matrice. Te će se matrice upotrijebiti za prešanje gramofonskih ploča jer imaju izbočine



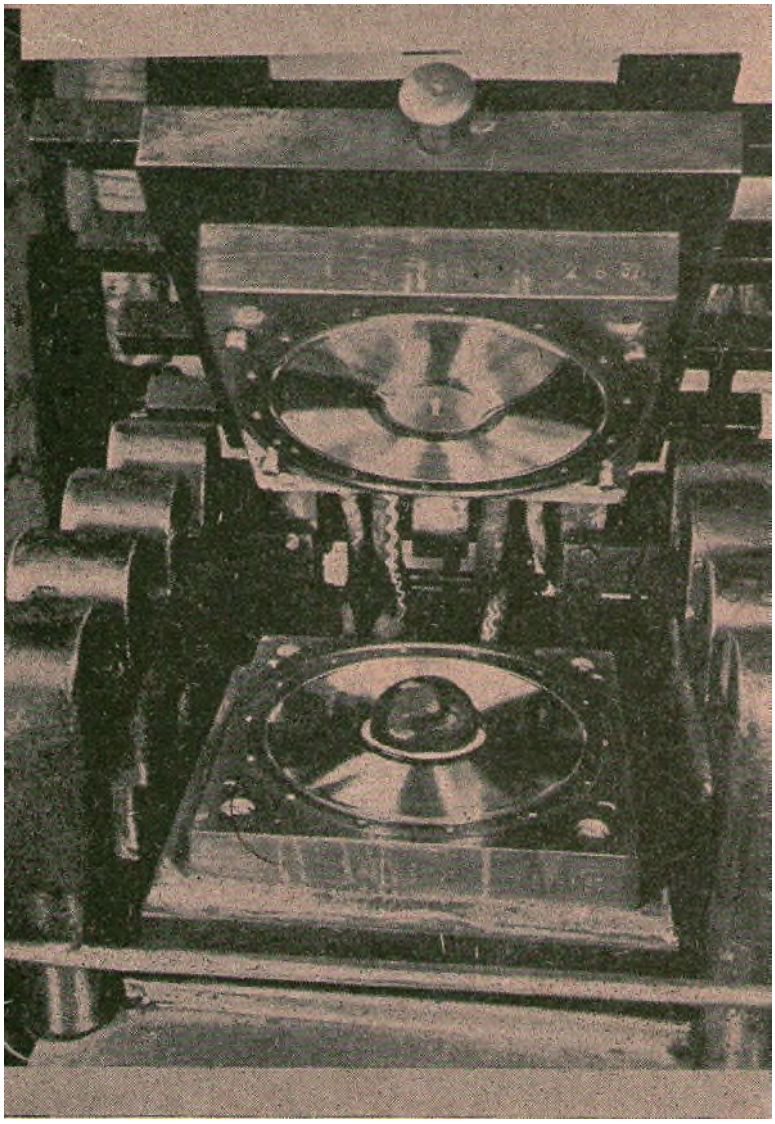
Sl. 11.: Proizvodnja mase



Sl. 12.: Preša za proizvodnju gramofonskih ploča



Sl. 13.: Prešanje gramofonskih ploča



Sl. 14.: Hidraulična preša

pa će u gramofonskoj masi utisnuti udubine ili brazde. Izrađuje se nekoliko matrica ‘sinova’ kako bi se mogle prešati ploče na nekoliko preša ili, ako zatreba, i u drugim prešaonicama. Te matrice dobivaju se galvanoplastičkim postupkom, ali njihova se podloga radi bolje tvrdoće i izdržljivosti u prešanju gramofonskih ploča galvanoplastičkim postupkom prevlači niklom. Matrica ‘majka’ nakon završenih postupaka sprema se u arhivu tako da se poslije prema potrebi može opet upotrijebiti za izradu radnih matrica ‘sinova’.

Matrice ‘sinovi’ odlaze u prešaonicu i montiraju se u hidraulične preše. Uvijek se montiraju dvije različite matrice: donja i gornja. U donjoj su izbočine koje će se utisnuti u gramofonsku ploču okrenute prema gore, a u gornjoj prema dolje. Ako zagrijani smekšani materijal za ploču dospije između dviju matrica pa preša čvrsto pritisne jednu matricu prema drugoj, raširi se materijal u oblik ploče s brazdama koje odgovaraju zvucima urezanim na objema matricama u

preši. Jasno je da preša, koja utiskuje u gramofonsku masu savršene brazde proizvedene zvukovima kod snimanja u studiju, mora biti vrlo jaka. Kod hidrauličnih preša u zagrebačkoj tvornici gramofonskih ploča EBP tlak je iznosio oko 100 kpd/cm^2.

Prije nego što se masa stavlja u prešu, matrice se zagriju i stavljaju se naljepnice na gornju i donju matricu. Između dviju matrica stavlja se zagrijana masa: šelak s 2 % voska (25 % − 30 %), mineralna punila − škriljevac, kaolin, barit (60 % – 70 %), čađa (2 % – 5 %), kopal-lak (2 % – 3 %). Matrice su smještene u kalupe. U donjoj strani kalupa, suprotnoj od matrica, nalaze se kanali kroz koje struji vruća para. Para struji čim se preša otvori i dok traje postupak prešanja. Kad je ploča prešana, zatvara se grijanje i otvara protok hladne vode da se ploča ohladi, skruti i zatim izvadi iz preše. Nakon toga radnik obrezuje njezine rubove i stavlja je na stalak. Nakon prve ploče preša se druga itd. Zatim ploče odlaze na poliranje rubova, kontrolu, pakiranje i u skladište. Jedan radnik za osam sati rada može proizvesti oko 600 komada ploča.

1.4. Karakteristike gramofonskih ploča

Osnovni elektroakustički pojmovi kod gramofonske ploče su: visina tona ili frekvencija, valna duljina i bočna amplituda urezane brazde, te glasnoća, broj okretaja i trajanje reprodukcije. Broj okretaja u minuti je 78 (do 80). Prelaskom na električko snimanje i uvođenjem sinkronog elektromotora (220 V, 50 Hz) kod urezivanja je standardiziran broj okretaja na 78 u minuti. Promjer ploče iznosi 300 mm ili 250 mm. Reprodukcija ploče od 300 mm traje oko 4,5 minute. Kako bi se dobro prenijele visoke frekvencije, ne smije krajnja unutarnja brazda imati promjer manji od 100 mm. Širina brazde iznosi oko 0,14 mm, a dubina najmanje 0,10 mm. Ako sigurnosni međurazmak ima širinu od oko 0,02 mm, tad najveće amplitude brazda ne smiju prelaziti 0,06 mm kako brazde ne bi ulazile jedne u drugu. Kako je kod eletromagnetske zvučnice izmjenični napon razmjeran brzinskoj amplitudi, gramofonske ploče urezuju se s konstantnim brzinskim amplitudama. Prema tome, amplitude brazda su to veće što je tonska frekvencija niža. Kako bi se povisila dinamika i besprijekorno urezale visoke frekvencije, snimaju se frekvencije ispod 250 Hz s konstantnim amplitudama brazda. Zapostavljanje niskih frekvencija može se ispraviti korektorima. Dinamika gramofonskih ploča iznosi od 36 db do 38 db.

EBP je prvi put najavio gramofonske ploče vlastite proizvodnje u dnevnom tisku 5. rujna 1927. i javno ih predstavio iste godine na Zagrebačkom zboru u Zagrebu, u Martićevoj ulici u vlastitom paviljonu. Do kraja te godine EBP je proizveo 300 gramofonskih ploča raznovrsnog glazbenog i govornog programa. EBP je proizvodio sljedeće tipove gramofonskih ploča:

– 30 cm s naljepnicama *Edison Bell Penkala Records* i *Edison Bell Electron* do 1929.
– 25 cm s naljepnicama *Edison Bell Penkala Records* do 1929. i *Edison Bell Electron* do 1939.
– 20 cm s naljepnicama *Edison Bell Radio* od 1929. do 1930.
– 15 cm s naljepnicama *Edison Bell Baby* do 1927./1928.

Predviđena godišnja proizvodnja gramofonskih ploča iznosila je 1.000.000 komada na 12 preša. Dvije preše bile su predviđene za proizvodnju ploča engleskih tvrtki Columbia i His Master's Voice.

Zbog poslovnih poteškoća tvrtka je 1937. pala pod stečaj. Godine 1938. bile su snimljene i proizvedene zadnje ploče. Od 1927. do 1938. proizvedeno je 1228 brojeva ploča različitih dimenzija i vrsta programa. Godine 1939. zatvorena je prešaonica.

2. Radionica Elektroton

Krajem 30-ih godina djelovanje tvornice *Edison Bell Penkala* bilo je sve slabije na tržištu gramofonskih ploča, a potražnja sve veća. Prazninu je iskoristio Elektroton preselivši svoje poslovanje iz Ljubljane u Zagreb. U Sudski registar grada Zagreba tvrtka je upisana 19. siječnja 1938. godine.

Vlasnici tvornice Elektroton Dragutin i Zora Križanec kupili su jednokatnicu u ulici Sveti Duh 50b. Na prvom katu imali su stan i ured. U prizemlju je bila radionica i skladište. U radionici je bio metalni stol s tri ploče i tri plinska (gradski plin) plamenika. Na dvije ploče grijale su se gornje i donje presforme. Na trećoj ploči grijala se masa (materijal za izradu ploča). Postojao je kontrolni toplomjer. Kad bi se u masi postigla radna temperatura, izrađivao se kolačić od mase, u sredini se oblikovala rupa i stavljala etiketa na trn donje presforme. Zatim se stavio kolačić od mase, na njega druga etiketa i druga presforma. Sve bi to zajedno radnik uhvatio krpom i stavljao u hidrauličnu prešu. Uz prešu je bio spremnik s uljem i ručnom visokotlačnom crpkom. Trebalo je ručno natisnuti oko 120 atm, a zatim zatvoriti ventil. Voda za hlađenje stalno je kružila kroz prešu radi hlađenja presformi. Preša je bila spojena na gradski vodovod. Minutu-dvije preša je bila pod tlakom, a zatim bi se isključio visoki tlak. Nakon što bi se s ruba ploče odrezao višak mase, trebalo je izbrusiti rubove. Brusili su se brusnim papirom na jednostavnoj napravi. Na kraju proizvodnje je suvlasnica Zora Križanec pregledavala ploče.

Serije su bile male: 10 do 20 ili najviše 30 komada po komercijalnom broju. U radno vrijeme, od šest ujutro do šest popodne, proizvelo bi se 80 do 100 ploča. Uglavnom su se radile male serije i bilo je puno promjena tijekom radnog vremena. Šelak, materijal za izradu ploča, uvozio se iz Švicarske. Mirisao je na



Sl. 15.: Radionica Elektroton u ulici Sveti Duh 50b (Zagreb)

čokoladu. Ploče su se umetale u papirnate omotnice, zatim u kartonske kutije i naposljetku u drvene kutije obložene papirnatom slamom da se ne razbiju. Ploče su se svaki dan dopremale trokolicom na poštu u Ilicu 214. U početku su na proizvodnji ploča radila dva radnika. Tjedna plaća iznosila je oko 100 kn po radniku. Elektroton je proizvodio samo ploče promjera 25 cm.

Posao se širio pa je bilo potrebno povećati proizvodnju. Iz Italije je nabavljena poluautomatska preša. Za prešu je trebao parni kotao (ložio se na ugljen, voda se pumpala ručno u kotao) i sustav za visoki tlak. Jedan radnik prešao je ploče, drugi je ložio parni kotao. Proizvodne naklade povećale su se na 50 komada. Nakon što je od EBP-a kupljena jedna preša, prestala se upotrebljavati

ručna preša. U proizvodnji su bile dvije preše. Proizvodnja se temeljila na gotovim matricama kupljenim od inozemnih tvrtki.

U veljači 1944. Elektroton mijenja oblik tvrtke i postaje dioničko društvo. Potkraj 1944. počinje proizvoditi prve vlastite ploče. U maloj nakladi snima se zabavna i narodna glazba s domaćim izvođačima. Prve ploče bile su snimljene u Državnoj krugovalnoj postaji Zagreb u Vlaškoj ulici 116.

Uređaj za urezivanje bio je smješten u podrumu zgrade jer je voštana ploča u vrijeme snimanja – urezivanja − trebala imati stalnu radnu temperaturu prostorije. Na uređaj za urezivanje bili su spojeni mikrofoni postavljeni u studiju u prizemlju. Nakon urezivanja voštana se ploča prevozila na Sveti Duh u tvornicu Elektroton na daljnju obradu.

U svibnju 1945. nakon velikih društveno-gospodarskih promjena *Elektroton* je nacionaliziran. Mijenja ime u Državna tvornica gramofonskih ploča Elektroton. Početkom svibnja 1947. za direktora je postavljen Slavko Kopun, koji je zatekao tvornicu u nesređenom stanju. Za daljnji rad trebalo je naći nove prostorije. Uz malo sreće i zahvaljujući svojoj snalažljivosti uspio je preseliti strojeve i uređaje u prostorije bivše tvornice paste za cipele Slavija u Ilicu 213. Osim toga, preseljena je sva upotrebljiva oprema iz EBP-a, tad *Nade Dimić*, iz Branimirove 43.

Od bivših tvrtki EBP i Elektroton dobivene su preše za izradu ploča, galvanske kupke za izradu matrica, kalander za pripremu mase za prešanje ploča i parni kotao bez pripreme napojne vode. Trebalo je početi spajati preše sa sustavom grijanja, tj. parnim kotlom, i hlađenja. No, u doba planske privrede tvornica gramofonskih ploča nije bila prioritet novoj vlasti koja je gradila tešku industriju pa se nije mogao dobiti materijal za spajanje strojeva. Nije preostalo drugo nego skidati bešavne cijevi sa zidova u prešaonici nekadašnje tvornice EBP.

3. Tvornica Jugoton

3.1. Osnivanje tvornice Jugoton

U međuvremenu je odlukom Radio komiteta Vlade FNRJ od 10. srpnja 1947. osnovana tvornica gramofonskih ploča Jugoton te joj je dodijeljena sva imovina bivših poduzeća EBP i Elektroton. I tako je, uz zastarjele uređaje, problematičan montažni materijal i dobru volju, 5. studenog 1947. u Zagrebu obnovljena proizvodnja gramofonskih ploča s matricama tvrtke Elektroton. Valja spomenuti da su za taj početak zaslužni i češki Gramofonové závody iz Praga, s kojima je domaća vlast dopustila suradnju. Oni su poslali stručnjaka te prvi

pravi materijal za izradu ploča i matrice na kojima je u Češkoj snimljen program s našom glazbom i našim izvođačima.

O toj manje važnoj industriji u doba poslijeratne obnove i podizanja teške industrije piše časopis *Radio vjesnik* (br. 3. od 1. do 15. veljače 1948.):

> "JUGOTON zagrebačka tvornica gramofonskih ploča i aparata
>
> Stvarnost često demantira tvrdnje koje u prvi čas izgledaju opravdanima. Tako se pokazalo neosnovanim i uvjerenje, da će izum radija potpuno istisnuti gramofon iz dnevne upotrebe. Unatoč toga, što se radio proširio u svim narodnim slojevima potražnja za gramofonskim aparatima i pločama još uvijek raste. Gramofon ima razne prednosti, među ostalima i u tome, što ga se može svuda nositi, pa i na izlete, neovisno od električne struje ili akumulatora. Osim toga mnogi ljubitelji muzike cijene gramofon zbog toga, što im omogućuje da mogu u svako doba slušati djela koja si sami izaberu i nabave.
>
> Radio stanice su također zbog potreba svoga programa znatni konzumenti gramofonskih ploča. Zbog velikih potreba na tom području osnovana je u Zagrebu koncem prošle godine tvornica gramofonskih ploča i aparata Jugoton, jedina u državi i na Balkanu. Ova tvornica započela je produkcijom gramofonskih ploča 5. studenoga prošle godine. U roku od dva mjeseca izrađeno je 35000 gramofonskih ploča, dok će produkcija u 1948. godini moći zadovoljiti sve domaće potrebe i omogućiti izvoz ploča u inozemstvo. Tvornica Jugoton ima sve potrebne uređaje za izradu gramofonskih ploča. Marljivim radom i zalaganjem tehničkoga rukovodioca Mate Rajterića, tehničara Branka Kolarca i Ljudevita Juga osposobljena su četiri stroja za tiskanje ploča, dok će preostalih šest strojeva biti osposobljeno u najskorije vrijeme. Materijal za ploče nabavlja se zasad u inozemstvu, a tvornica se koristi i starim pločama koje kupuje uz cijenu od 20 din po kilogramu. Ove neupotrebljive ili polupane ploče sada se tope i od njih se pomoću matrica odmah izrađuju nove ploče. Kasnije će se stare ploče mljeti i ta će se sirovina regenerirati da može poslužiti za nove ploče. Stručnjaci ispituju mogućnost produkcije ploča iz naših domaćih sirovina, pa već postoje dobri izgledi u tom pravcu.
>
> Matrice za izradu ploča nabavljaju se zasad iz Čehoslovačke. Snimanja su također vršili kod nas prije kratkog vremena češki stručnjaci, no još ove godine vršit će snimanja sama tvornica s vlastitim aparatima."

Nakon što je 1947. u dva mjeseca proizvedeno 33.017 komada ploča, a 1948. već 116.630, javile su se teškoće. U zemlji je bilo malo gramofona, a prodaje ploča nema bez gramofona. Osnovan je odjel montaže gramofona iz preuzetih dijelova od EBP-a i tako je kompletirano 3.000 komada mehaničkih aparata u kovčegu. To je donijelo čistu zaradu poduzeću, jer su dijelovi dobiveni praktički besplatno. No to je bila kap u moru prema potrebama tržišta. I dalje je bilo premalo gramofona, a kvaliteta ploča bila je slaba, što je utjecalo na osvajanje tržišta.

3.2. Proizvodnja gramofonskih ploča

No, trebalo je pronalaziti nove proizvode koji će imati bolju prodaju na tržištu i osigurati egzistenciju poduzeću, a ujedno akumulirati sredstva za rekonstrukciju pogona osnovne djelatnosti. Zato je osnovan i pogon za proizvodnju elektropribora i različitih artikala za široku potrošnju od plastičnih masa. Daljnjim razvojem proizvodnje ploča više nije postojala potreba za pomoć ostalih



Sl. 16.: Jugoton, Ilica 213 (Zagreb)

djelatnosti, a i osjećalo se da taj pogon elektrogalanterije sputava osnovnu djelatnost. Zbog toga je potkraj 1958. pogon rasformiran i predan poduzeću MEBA zajedno s radnicima i strojevima.



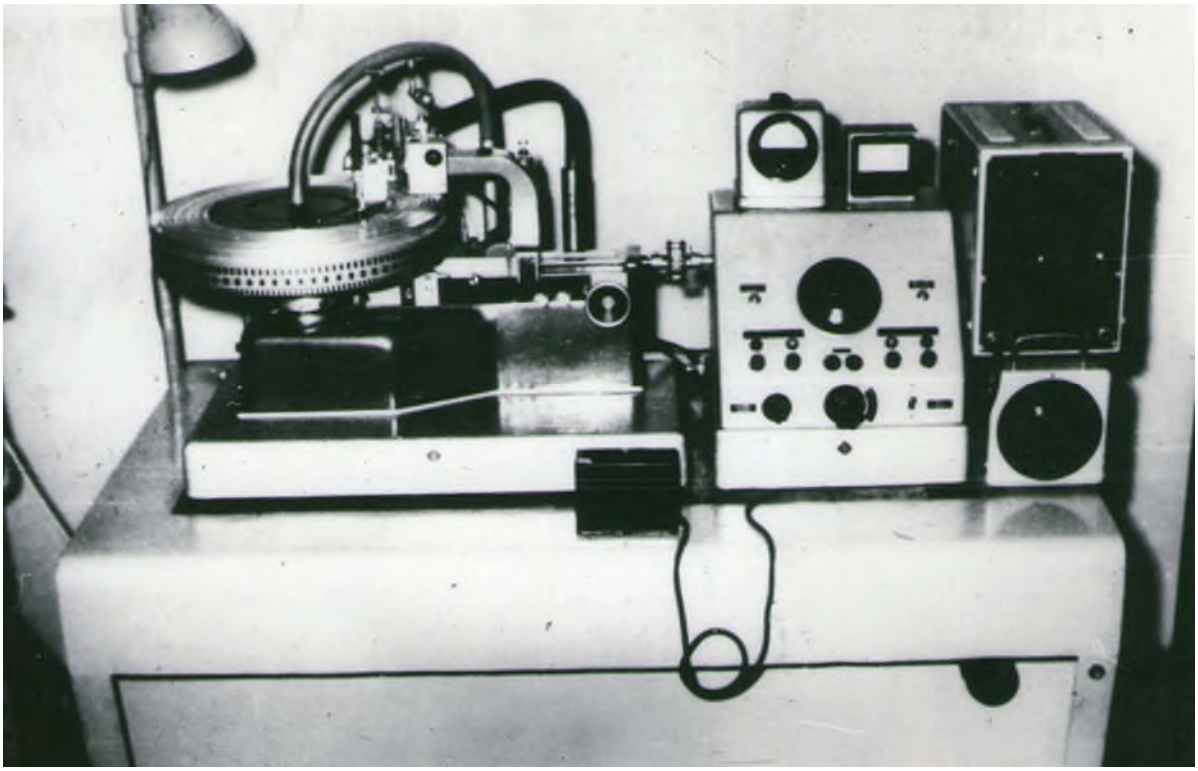
Sl. 17.: Urezivanje u lak-ploču (mađarski uređaj *Gamma*, 1952.)

Godinu 1951. obilježava tehnološki napredak u prvom dijelu proizvodnje. Te je godine snimljena opereta *Mala Floramy* Ive Tijardovića na osam 25-cm ploča. To je bilo jedno od prvih snimanja, odnosno bilježenja zvuka na magnetofonsku vrpcu. Snimanje je obavljeno u dvorani bivšeg kina *Dom*, u ono vrijeme pretvorenog u tonski studio za potrebe crtanog filma u Vlaškoj ulici. Tehniku snimanja, mikrofone, tonski pult, zvučnike i magnetofon ustupio je Radio Zagreb. Snimatelj je bio Miljenko Dörr, zaposlenik Radio Zagreba koji je neko vrijeme radio u Jugotonu. Iste godine nabavljen je novi uređaj za urezivanje u voštanu ploču s mogućnosti rada za ploče na 33 okr/min i 78 okr/min *Gamma* iz Mađarske. S tim uređajem počelo je urezivanje na lak-ploče umjesto složenog rada s voštanim pločama. Lak-ploča bila je jednostavnija za rukovanje i nije zahtijevala posebne uvjete sobne temperature te se nije trebala prenositi iz zgrade Radio Zagreba u Vlaškoj ulici u prostorije tvornice Jugoton u Ilicu 213. Novi uređaj za urezivanje u lak-ploču bio je instaliran u prostor tvornice gramofonskih ploča Jugoton u Ilici 213. Godine 1952. nabavom magnetofona *Philips Felba* za snimanje završila je faza izravnog snimanja na voštanu ploču. Razlika u kvaliteti bila je očita. Izobrazba uz pomoć inozemnih stručnjaka za snimanje pridonijela je naglom poboljšanju kvalitete, proširenju asortimana i povećanju plasmana na domaćem tržištu ploča.

U Jugotonu bili su sljedeći inozemni stručnjaci. **Josef Štrebl**, stručnjak za proizvodnju mase za gramofonske ploče iz Gramofonové závody iz Praga. Došao je prije početka rada proizvodnje u studenom 1947., ali morao se vratiti 1948. nakon prekida državnih odnosa između Jugoslavije i Čehoslovačke zbog Informbiroa. Nije primao plaću, nego nagradu za rad. **Heinz Hasselbrusch**, inženjer galvanizacije, angažiran kao stručnjak iz Njemačke. Preuzet je kao ratni zarobljenik. Radio je od 5. 8. 1947. do 1. 7. 1950. Nakon tog datuma vratio se u Njemačku. **Kurt Sommer**, strojarski tehničar, angažiran kao stručnjak iz Njemačke. Preuzet je kao ratni zarobljenik. Radio je od 7. 6. 1948. do 1. 7. 1953. Nakon toga datuma vratio se u Njemačku. **Kurt Grieder**, tonmajstor iz Švicarske. Radio je od 15. 9. 1956. do 31. 12. 1958. na snimanju programa za gramofonske ploče i urezivanju u lak-ploču na uređaju tvrtke *Neumann*. Posebno je obučavao tonske snimatelje o novim načinima snimanja mikrofonima i magnetofonom.

Godine 1952. proizvedeno je 217.000 ploča. Tijekom 1953. i 1954. pogon je rekonstruiran. Izgrađena je nova kotlovnica i instaliran novi parni kotao kapaciteta 35 m^2 ogrjevne površine i radnog tlaka 10 atm. Rekonstrukcija je omogućila proširenje kapaciteta prešaonice ploča za još tri preše, intenzivniju proizvodnju u izradi i preradi mase, a istodobno su stvorene i pretpostavke za proizvodnju plastičnih ploča. U toj godini nabavljen je iz Češke i prvi par presformi s labirintnim sustavom kanala za prolaz pare i vode. Presforme koje su tad bile u uporabi nisu imale labirintni sustav kanala, nego samo nekoliko izduljenih i poprečnih rupa zatvorenih čepovima, a koje je poduzeće naslijedilo s postrojenjem od EBP-a i Elektrotona. Tijekom 1955. rekonstruirane su i postojeće preše s ciljem da se osposobe za tiskanje dugosvirajućih ploča. Cilindri su pretokareni, izrađeni su novi klipovi i nova stanica visokog tlaka, kao i razvodnici vode i pare. Tako se stvorila mogućnost za postizanje tlaka od 80 do 100 tona, koji je bio potreban za tiskanje *longplay* ploča promjera 25 cm.

Nakon završene rekonstrukcije preša, 1956. je počela proizvodnja dugosvirajućih ploča u suradnji sa švicarskom tvrtkom Turicaphon, koja je na osnovi Jugotonovih snimki na magnetofonskim vrpcama izrađivala potrebne matrice za tiskanje ploča. Tako su nastale prve dugosvirajuće ploče u zemlji. Pojava tih ploča na tržištu stvorila je nove, gotovo neslućene mogućnosti plasmana. Potkraj 1956. dobiven je investicijski zajam za rekonstrukciju u visini od oko 49 milijuna tadašnjih dinara. Zajam je omogućio nabavu potrebne opreme: uređaja za urezivanje njemačke tvrtke Neumann iz Berlina i uređaja za izradu matrica. Izgrađena je zgrada alatnice i opremljena modernim alatnim strojevima. Glava za urezivanje bila je elektrodinamička, tj. iglu za urezivanje pokretala je titrajna zavojnica. Tijekom urezivanja igla se grijala tako da bi brazda dobila bolji geometrijski oblik, posebno kod visokih frekvencija. Grijana igla stvarala je glatkoću bokova brazde pa time i niži šum u reprodukciji ploče. Uređaj je imao tzv.



Sl. 18.: Uređaj za urezivanje u lak-ploču (*Neumann*, Berlin, 1957.)

kompenzaciju radijusa brazde. Ako bi signal imao veliku amplitudu, moglo se dogoditi da pri urezivanju brazda uđe u susjednu brazdu. Sklop automatske kompenzacije to je onemogućavao.

Rekonstrukcija je omogućila da se poduzeće gotovo potpuno osloni na vlastite snage u proizvodnji ploča i u održavanju pogona i proširenju vlastitih



Sl. 19.: Galvanoplastika

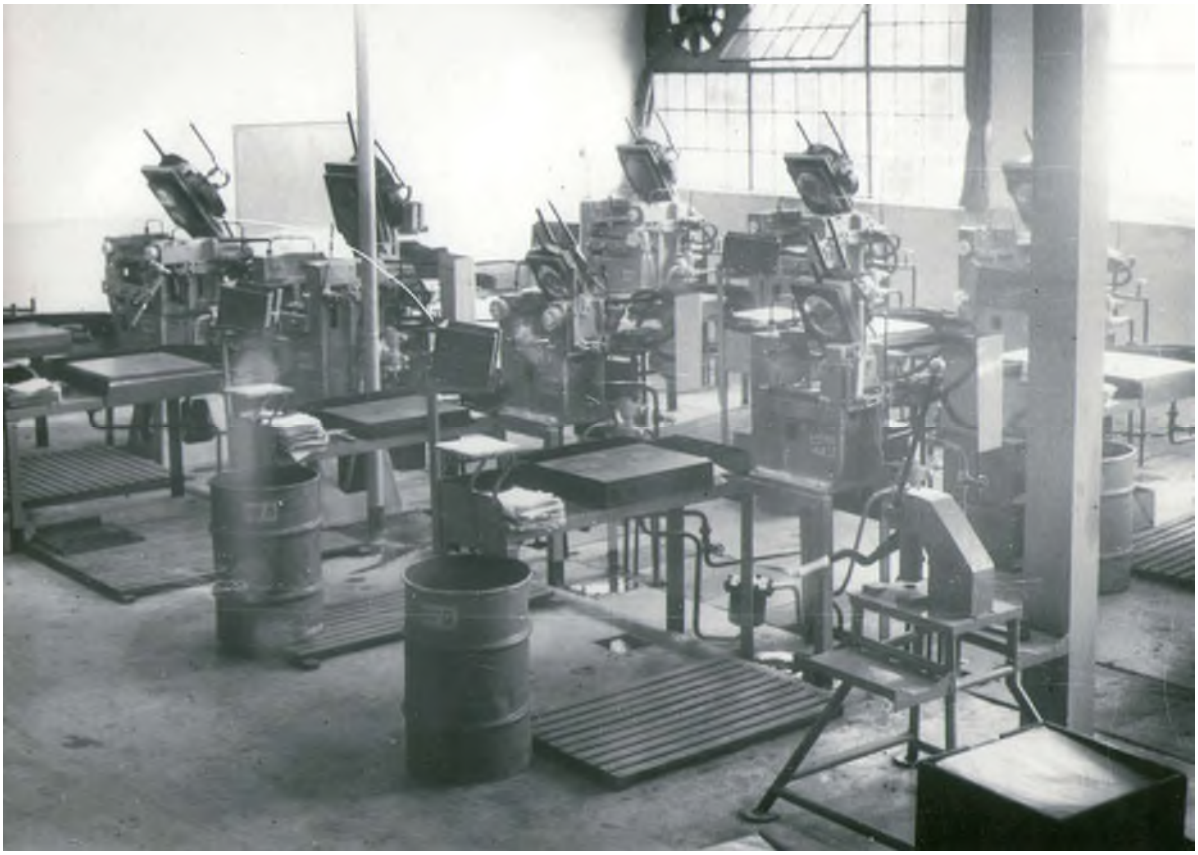
kapaciteta. Iako se u to vrijeme kvaliteta ploča znatno poboljšala, prodaja je bila ograničena na mali broj potrošača jer još nije bilo dovoljno gramofona na tržištu. Kako su gramofoni bili jedan od osnovnih uvjeta za plasman ploča, vlast je odobrila njihov uvoz iz Češke, Poljske i SSSR-a, a i povećala se proizvodnja gramofona u RIZ-u pa je naglo porasla potražnja za pločama. Osim domaćeg programa, Jugoton je u svojem licencijskom programu nudio kupcima programe svjetski poznatih tvrtki: Decca, RCA, Telefunken itd. Zbog sve veće potražnje za gramofonskim pločama, osposobljene su 1957. i tri preostale preše, tako da je u pogonu bilo svih deset preša, osam velikih i dvije male. Na njima su se potkraj godine počele proizvoditi prve ploče promjera 17,5 cm, koje su se reproducirale na 45 okr/min.



Sl. 20.: Detalj iz pogona galvanoplastike

Jugoton je u prvih deset godina proizveo ukupno 2.252.000 komada ploča. Godine 1957. proizvodnja ploča dosegnula je 377.608 komada. Usvajanjem proizvodnje ploča 45/17 naglo se povećao plasman ploča na tržištu tako da se već 1958. osjećala skučenost kapaciteta u prešaonici ploča. Povećanje produktivnosti nije moglo ukloniti razliku između potražnje i mogućnosti proizvodnje. Proizvodnja ploča u toj godini dosegnula je za ondašnje prilike zavidan broj od 512.000 ploča.

Tijekom 1959. sve veća potražnja za pločama na domaćem i inozemnom tržištu nametala je nužne zahvate u pogledu povećanja kapaciteta postojećih preša. U to vrijeme potpuno je usvojena proizvodnja domaćih presforma u vlastitoj alatnici, preuređeni su grijaći stolovi s mogućnosti dodatnog predgrijavanja mase s pomoću infracrvenih zraka, nabavljena je i jedna automatska preša za tiskanje ploča od talijanske tvrtke Triulzi te visokotlačna hidraulična crpka 45 L/min s akumulatorom tlaka. Ta poboljšanja i ulaganja u znatnoj su mjeri povećala mogućnosti proizvodnje ploča, ali ipak nisu mogla podmiriti sve potrebe tržišta. Zbog toga je početkom četvrtog tromjesečja te godine uvedena i druga smjena u prešaonici ploča. Rezultat tih zahvata bila je proizvodnja od 683.825 ploča, uglavnom dugosvirajućih, jer je potražnja za standardnim lomljivim pločama neprestano opadala.

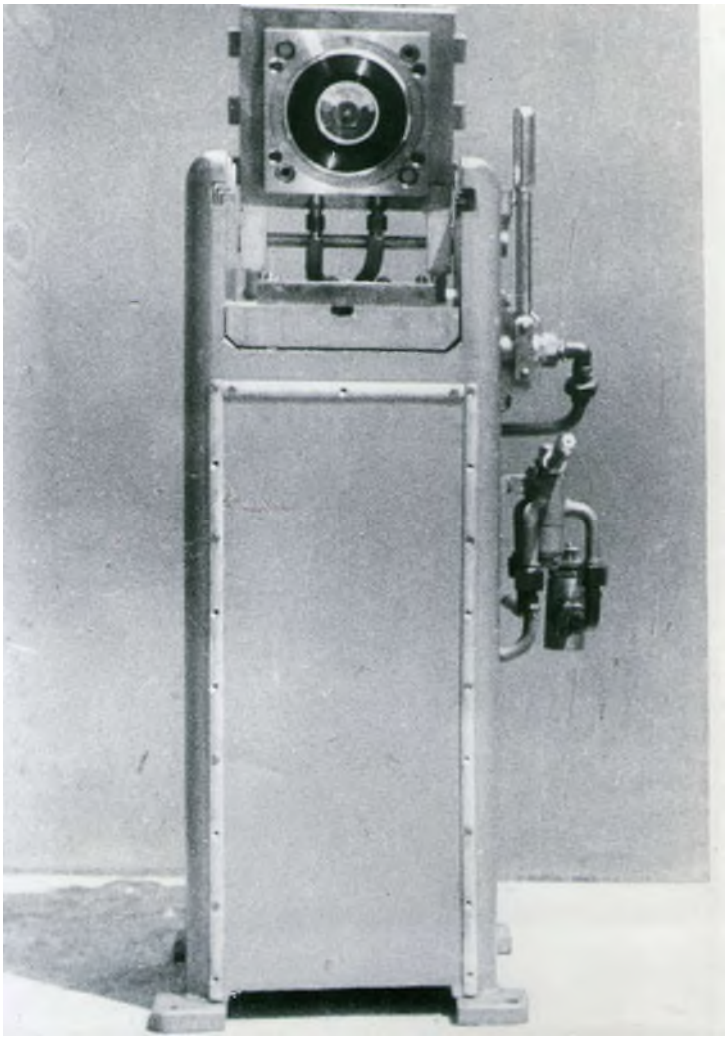


Sl. 21.: Prešaonica ploča



Sl. 22.: Detalj iz prešaonice ploča

Tijekom 1960., čak i u dvije smjene, s postojećim kapacitetom nije više bilo moguće podmiriti potrebe tržišta. Trebalo je hitno povećati kapacitet bez mogućnosti većih ulaganja, a posebno bez mogućnosti nabave preša iz inozemstva jer za to nije bilo deviza na raspolaganju. Stoga su preše konstruirane i izrađene u vlastitoj radionici. Te su godine izrađene četiri nove preše posebno za izradu 'malih' ploča od 17 cm pod nazivom JU 40. Time je kapacitet prešaonice povećan na ukupno petnaest preša, koje su radom u dvije smjene proizvele 1.380.732 komada ploča. No tržište je i dalje tražilo više. Ostale su još minimalne mogućnosti povećanja kapaciteta koji ni uz daljnje povećanje produktivnosti nisu mogli podmiriti ni tadašnje, a kamoli buduće potrebe.

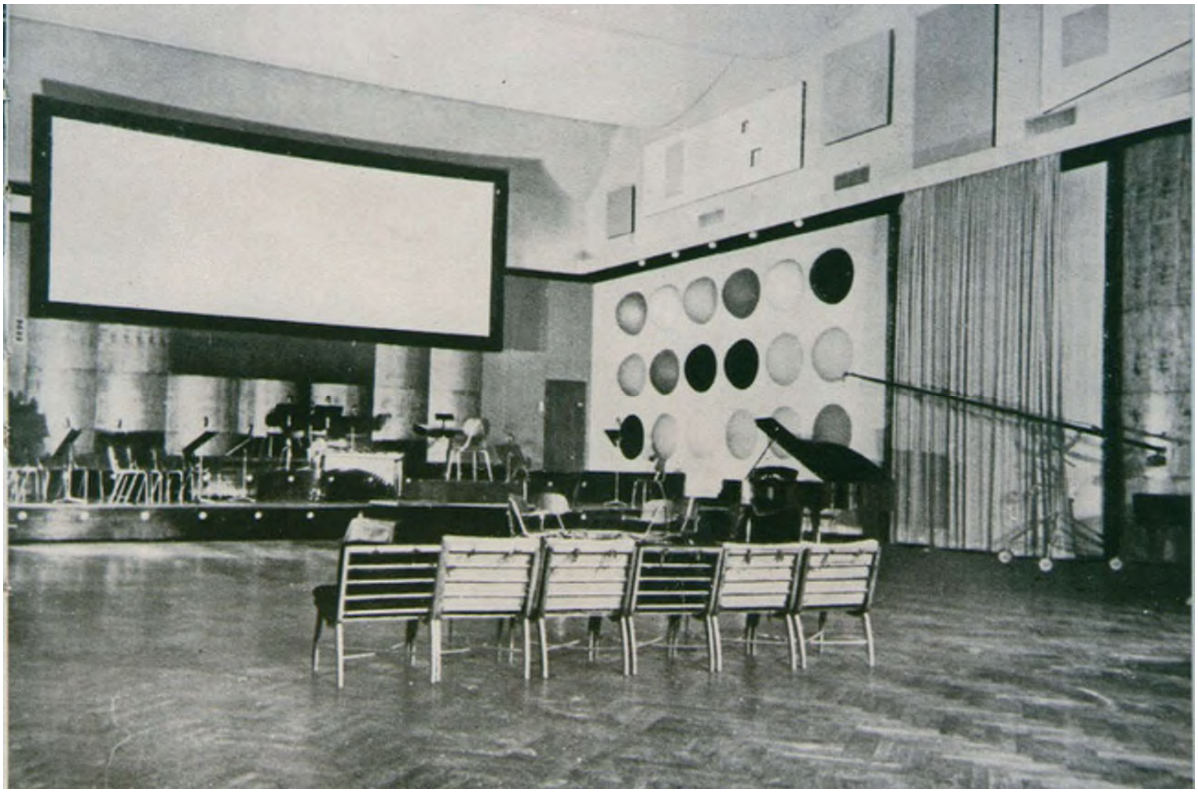


Sl. 23.: Hidraulična preša JU 40 za 17 cm ploče, vlastita izrada

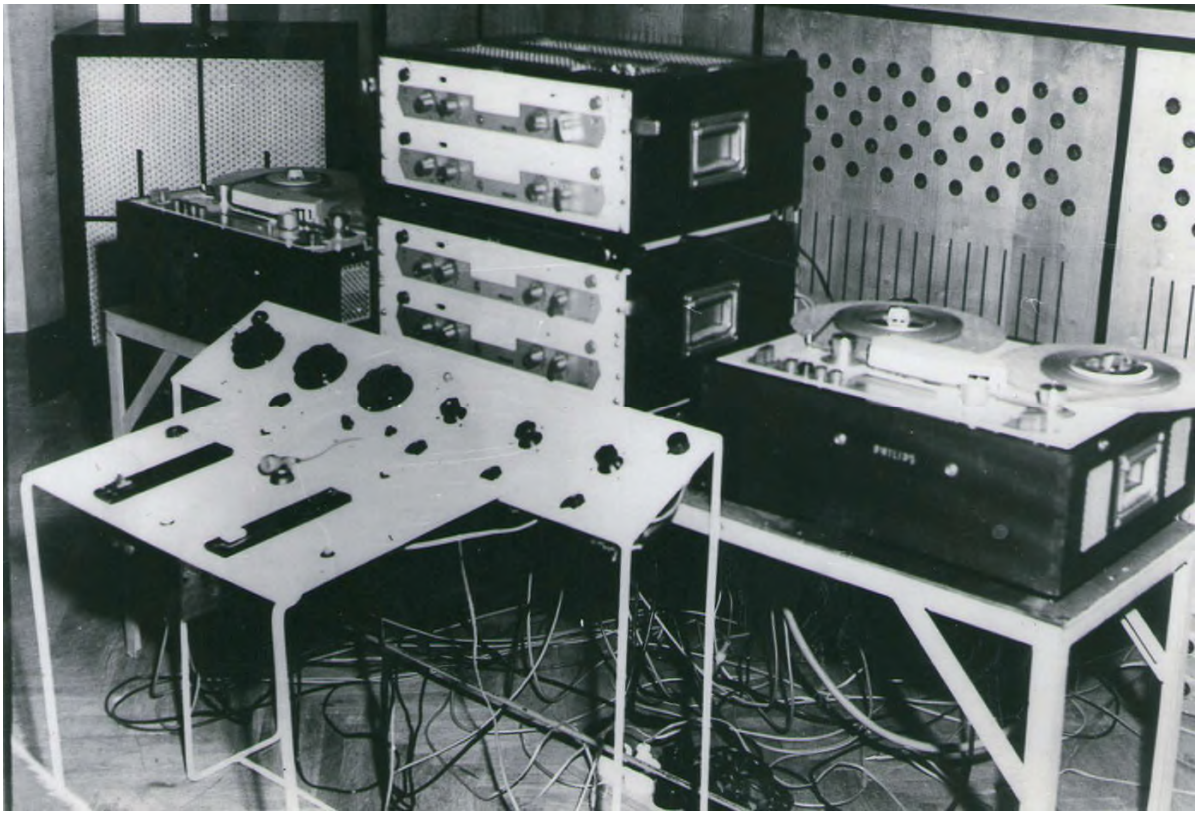
Počelo se razmišljati o izgradnji nove tvornice. Obavljale su se konzultacije i pripremljeni su elaborati. Mišljenja su bila podijeljena oko toga treba li ići u izgradnju ili ostati na sadašnjoj lokaciji, kamo locirati, odakle sredstva za izgradnju itd. Odobrena je lokacija u Zagrebu, u Dubravi, pa se pristupilo izradi projekata.

Tijekom 1961. iskorištene su i zadnje mogućnosti proširenja kapaciteta, a u već ionako pretrpanu prešaonicu postavljene su još dvije preše JU 40. Postignuta je godišnja proizvodnja od 2.335.669 komada ploča. U to vrijeme bili su izrađeni i odobreni projekti za novu tvornicu, čija je izgradnja počela početkom te godine. Iste godine otisnuta je prva ploča sa stereosnimkom LPY 18 *Tam kjer murke cveto*, snimljena za Jugoton u studiju RTV Ljubljane. Tonmajstor je bio Sergej Dolenc. Matrice su izrađene u švicarskoj tvrtki Turicaphon. Jugoton nije mogao urezivati ploče sa stereosnimkom.

Program je obuhvaćao glazbu iz svih krajeva Jugoslavije. Snimke su dolazile na magnetofonskim vrpcama snimljenim u studijima glavnih radijskih



Sl. 24.: Velika tonhala Jadran filma



Sl. 25.: Oprema za snimanje (1962.)

postaja. U Zagrebu se Jugoton za snimanje svojeg izdavačkog programa koristio studijima Dubrava filma, odnosno Jadran filma i Radio Zagreba. Krajem 50-ih i početkom 60-ih tehnika snimanja za gramofonske ploče bila je jednostavna u odnosu na opremu koju je Jugoton dobio nakon otvaranja nove tvornice u Dubravi. To su bila dva magnetofona, dva-tri mikrofona, zvučnici i slušalice te jednostavno tonsko miješalo. Takvom jednostavnom tehnikom snimljena je ploča *Nikica Korbar i njegova gitara* (EPY 3043). Nikica Korbarje uz tonmajstora Nikolu Jovanovića snimio je na magnetofon osnovni zvuk jedne sklade. Zatim je dvaput ili triput, slušajući na slušalice, na tu zvučnu osnovicu nadosnimavao zvuk gitare različitim drugim tonovima tako da je dobio skladno višezvučje.

Iznenadan, ali srećom kratkotrajan poremećaj u razvoju poduzeće je pretrpjelo 1962. godine. Nagla stagnacija tržišta početkom drugog tromjesečja uz istodobnu pojavu konkurencije, Produkcije gramofonskih ploča Radiotelevizije Beograd i Diskosa iz Aleksandrovca, imale su za posljedicu smanjenje proizvodnje ploča pa čak i rasformiranje jedne smjene te otpuštanje dijela radnika, a sve to u punom jeku izgradnje nove tvornice, kad je novac iz fondova bio itekako potreban.



Sl. 26.: Mala tonhala Jadran filma

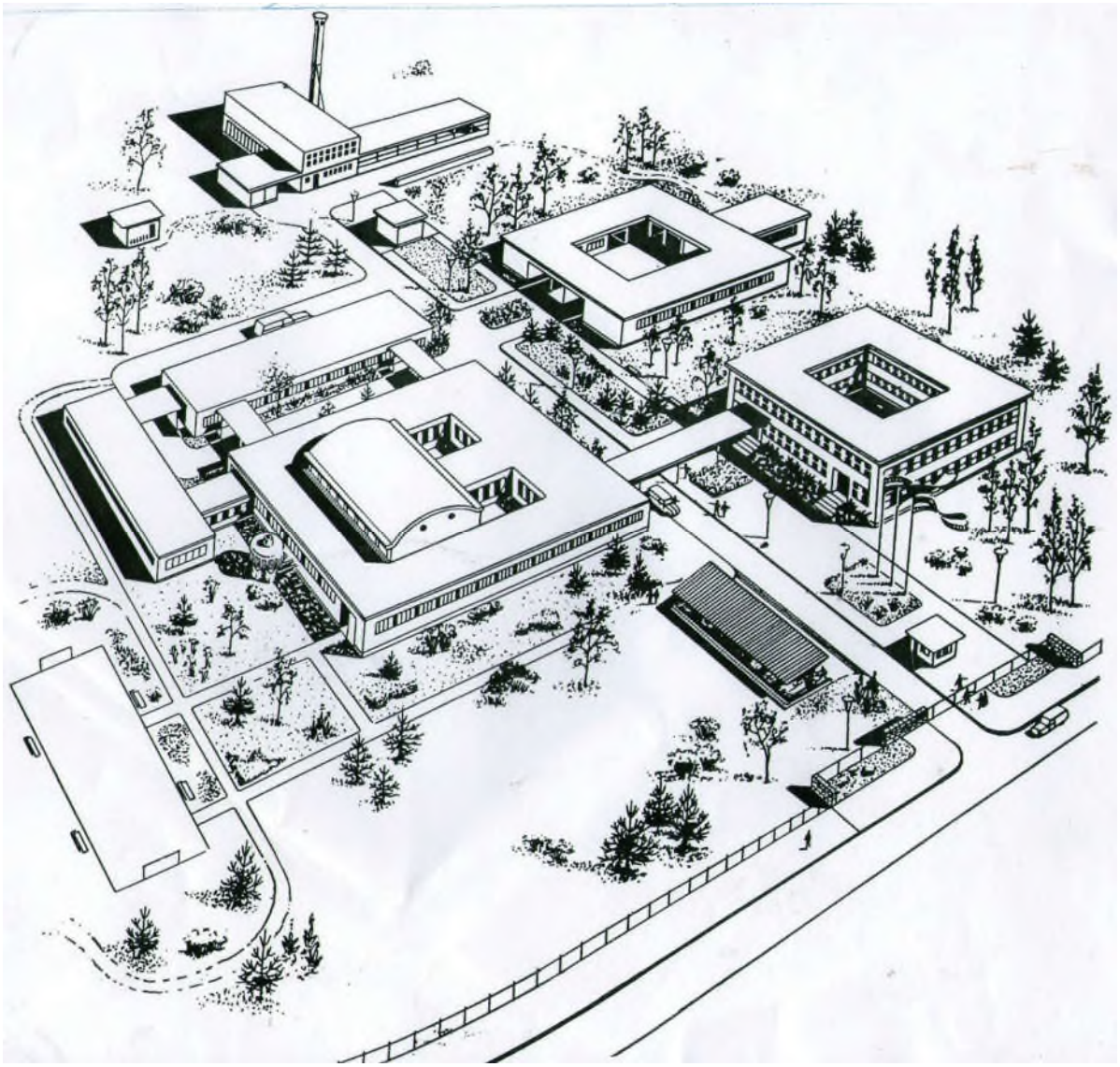
U tom, jednom od najtežih trenutaka od postanka, Jugoton je prebrodio sve teškoće i nastavio izgradnju tvornice. U toj godini odobrene su i devize za nabavu uvozne opreme za novu tvornicu u iznosu od otprilike 100.000 dolara. U toj kriznoj godini, uz svijetlu točku u obliku odobrenog deviznog kredita, ostvaren je najveći izdavački pothvat u povijesti hrvatske diskografije i to zahvaljujući državnoj dotaciji od 10.000.000 dinara. Snimljene su kompletne opere Ivana pl. Zajca *Nikola Šubić Zrinski* i Jakova Gotovca *Ero sa onoga svijeta* te treći put opereta Ive Tijardovića *Mala Floramy* sa solistima, zborom i orkestrom Opere HNK u Zagrebu. Osim toga, snimljeni su operni recitali Josipa Gostiča, Tomislava Neralića i Vladimira Ruždjaka te operni zbor HNK Zagreb i ulomci iz operete Ive Tijardovića *Splitski akvarel*. Taj veliki projekt ostvaren je u novom velikom studiju Dubrava filma, poslije Jadran filma u zagrebačkoj Dubravi, koji je bio u blizini nove tvornice Jugoton. U tu svrhu nabavljeni su magnetofoni nizozemske tvrtke Philips za stereosnimanja i stereomikrofon AKG 24. Miješalo je bilo vlastite izrade, a zvučnike je ustupio Dubrava film. Velik doprinos ostvarenju tih velikih projekata dali su urednik Pero Gotovac te tonmajstori Vlado Štefanac i Nikola Jovanović. Stereofonske i monomatrice izrađene su u švicarskoj tvornici Turicaphon.

Tablica 1.: Usporedba ploča 30 cm izrađenih od šelaka i polivinil-klorida

Usporedba za ploče 30 cm	Šelak	Polivinil-klorid
Broj okretaja u minuti	78	33
Širina brazde	100 μ – 140 μ	50 μ – 70 μ
Reprodukcija u minutama po strani ploče	4,5	20 – 30
Dinamičko područje	24 dB	36 dB i više
Omjer program / šum	30 dB	52 dB – 55 dB
Nelinearno izobličenje	vrlo izraženo u unutarnjem promjeru brazde	neznatno
Frekvencijski raspon	50 Hz – 10.000 Hz	40 Hz – 15.000 Hz
Lomljivost	ne smije pasti na tvrdu podlogu	nelomljiva
Vijek trajanja prije pojačanja šuma	do 30 puta	nekoliko stotina puta, ako se čuva od nečistoće
Trajanje reprodukcije	za sat programa potrebno je 7 do 8 ploča	za sat programa potrebna je jedna ploča

4. Jugoton, Hrvatska naklada zvuka i slike – Croatia Records u Dubravi

Nakon što su vlasti odobrile sve projekte, 19. studenog 1960. položen je kamen temeljac za novu tvornicu Jugoton na gradilištu južno od Dubrava filma i s prilazom na produžetku Ciglenečke ulice. Projektant Igor Skopin, dipl. arh., na temelju dogovora s vodstvom Jugotona predvidio je da sve zgrade potrebne za rad poduzeća budu na jednoj lokaciji: studio za snimanje, proizvodnja ploča s pripadajućom energetikom te zgrada uprave i administracije. Iako je na gradilištu bilo mjesta i za zgradu tonskog studija, odlučeno je da se novi uređaji za snimanje smjeste, u dogovoru s Dubrava filmom, u veliki tonski studio tog poduzeća.



Sl. 27.: Jugoton, Dubrava 1963.

Dana 11. rujna 1963. otvorena je nova suvremena tvornica gramofonskih ploča Jugoton u zagrebačkoj Dubravi, u kojoj počinje nova era hrvatske diskografije na pločama od polivinil-klorida. Na dan otvorenja prikazana je mogućnost novog postrojenja za izradu ploča. Na magnetofonsku vrpcu snimljeni su pozdravni govori direktora Slavka Kopuna i gradonačelnika Pere Pirkera. Ti su govori urezani na dvije male lak-ploče za izradu 17/45 ploče. Od urezanih lak-ploča u pogonu galvanoplastike u kratkom roku izrađene su dvije matrice 'otac' od nikla te pripremljene za proizvodnju. Matrice su montirane u preše i posjetitelji, koji su obilazili novu tvornicu gramofonskih ploča, na kraju posjeta dobili su na dar prvu ploču. Ploču je dobio i svaki zaposlenik Jugotona.

Jugoton je u vrijeme početka rada u Dubravi proizvodio sljedeće tipove ploča:

− 17 cm / 33 okr/min, do 1973.
− 17 cm / 45 okr/min, do zatvaranja prešaonice
− 25 cm / 33 okr/min, do 1975.
− 30 cm / 33 okr/min, do zatvaranja prešaonice.

Za sve osnovne dijelove proizvodnje: snimanje, urezivanje, galvanoplastiku i prešanje, nabavljeni su novi suvremeni uređaji.

4.1. Tehnologija snimanja

Veliki tonski studio Dubrava filma imao je tri prostorije. U studiju u kojem su istodobno bili smješteni solisti, zbor i orkestar mogle su se snimati opere. U njegovu istočnom dijelu bile su dvije prostorije jednake zapremnine. U jednoj su bili smješteni uređaji za snimanje, a u drugoj je bio studio za sinkronizaciju.

U zabavnoj glazbi često su zbog praktičnih i ekonomskih razloga pjevači nadosnimavali svoj glas na snimku orkestra. Od tvrtke Wiener Schwachstromwerke iz Beča nabavljen je stereostol za snimanje sa zvučnicima engleske tvrtke Goodmans. Takav tip uređaja u Jugoslaviji su imali još Radio Ljubljana i Radio Novi Sad. Uz tonski stol nabavljena su dva stereomikrofona AKG 24 i uređaj za umjetni odjek EMT 140st. Dva magnetofona *Studer* J-37 posuđena su od Radio Zagreba.

Početkom 1964. godine počela su snimanja. Kod montaže nove tehnike pomogli su iskusni stručnjaci zaposlenici Radio Zagreba diplomirani inženjer Velimir Cvitaš i tehničar Adam Brand. Ali iste godine Dubrava film, tad Jadran film, zatražio je od Jugotona da preseli svoje uređaje u manji studio, ali u posebnoj zgradi unutar područja Jadran filma, jer su Televiziji Zagreb iznajmili veliki studio. Taj manji studio Jugoton je koristio od 1964. do 1992. godine za snimanje pjevačkog zbora ili orkestra. Snimke su se zapisivale na stereomagnetofone *Philips* PRO 71. Godine 1969. prvi se put u Jugoslaviji snimalo na četverotračni magnetofon *Philips* PRO 72. Plesni orkestar Radio Zagreba (broj



Sl. 28.: Uređaji za snimanje od 1964.

ploče LPS-Y 60931) bio je prvi glazbeni sastav snimljen tim uređajem i novim postupkom. Snimatelj je bio Nikola Jovanović, koji je kasnije s četiri traga napravio magnetofonsku stereopresnimku za proizvodnju.

Godine 1971. prvi su put u Jugoslaviji pridodani uređaji Dolby A za smanjenje šuma magnetofonske vrpce pri snimanju i presnimavanju. Tehnika snimanja zvuka stalno se mijenjala, dodaju se novi uređaji da snimke budu ne samo kvalitetnije nego i atraktivne, posebice u zabavnoj glazbi. Bilo je potrebno slijediti svjetsku proizvodnju i kvalitetu.

Godine 1975. nabavljeni su tonski stol za višekanalno snimanje s 24 ulazna mikrofonska i linijska kanala te osam izlaznih kanala berlinske tvrtke Neumann, novi stereomagnetofoni švicarske tvrtke *Studer* A80 i 24-tračni magnetofoni *Studer* A-80 za vrpcu širine 50 mm s odgovarajućim uređajima Dolby A. S novim zvučnicima engleske tvrtke Tannoy, mikrofonima i uređajima za oblikovanje zvuka bio je to u to vrijeme najsuvremenije opremljen tonski studio u Jugoslaviji. Koristili su se kondenzatorski i magnetski mikrofoni bečke tvrtke AKG, njemačkih tvrtki Neumann (kondenzatorski) i Sennheiser (magnetski).


U režijskoj prostoriji snimatelj regulira na režijskom stolu zvuk pretvoren u električke signale koji se zapisuju na višetračnom (16 ili 24 traga) magnetofonu, a zatim se za proizvodnju gramofonskim ploča i muzičkih kaseta izraduju stereo snimke.

Sl. 29.: Uređaji za snimanje od 1975.

Od 30. rujna do 15. listopada 1985. u suradnji s engleskom tvrtkom *Sony Broadcast* digitalnom tehnikom snimani su Zagrebački solisti, Zagrebački kvartet, Zagrebački puhački trio i violinist Goran Končar u župnoj dvorani crkve Sv. Križa u zagrebačkom naselju Siget. Dvorana je imala dobra akustička svojstva, tako da je bila pogodna za snimanje samo s parom stereomikrofona *Neumann* U-87 ili *Sony* MC-48. Usporedno se snimalo na analogni magnetofon *Sony* 5002 i digitalne uređaje VTR *Sony* BVU 800 za kasetu sustava *U-matic* s procesorom *Sony* PCM 1610. Snimke su se digitalno montirale s pomoću uređaja *Sony* DAE 1100. To je bilo prvo audiodigitalno snimanje u Jugoslaviji. Iste godine izdane su četiri digitalno-analogne LP ploče spomenutih glazbenih sastava.

Tehnika snimanja zvuka vrlo je dinamična pa je potrebno stalno obnavljati uređaje. Godine 1987. i 1988. obnovljena je oprema za snimanje. Nabavljen je

suvremeni tonski stol engleske tvrtke Soundcraft, zvučnici američke tvrtke UREI i niz novih uređaja za obradu zvuka. Prelazi se na snimanje završne stereodvotračne snimke digitalnim uređajima Sony 2500 koji rade na načelu R-DAT-a. Višetračno snimanje u studiju i dalje se obavlja na analognim magnetofonima *Studer* A-80-2 i uređajima *Dolby*. Početkom devedesetih digitalni postupak postaje uobičajen za snimanje zvuka u studiju. Godine 1992. analogni način sastavljanja snimke s pomoću škara i ljepljive vrpce postaje prošlost. Za sastavljanje snimke nabavljen je digitalni sustav koji se sastoji od sustava američke tvrtke Digi Design, računala *Atari Mega* s tvrdom pločom kapaciteta jednog gigabajta ili trajanja dvotračne stereosnimke od 100 minuta. To je bila prva digitalna audiomontaža u Hrvatskoj. Uređaji za snimanje opet se obnavljaju i postavljaju u zgradu za proizvodnju kaseta.

Početkom studenog 1996. počeo je raditi najmoderniji tonski studio u Hrvatskoj. Postavljeni su zvučnici *Genelec* 1038, tonski stol *Soundcraft* 2002, *Surround* digitalni višetračni sustav (24) za snimanje *Alessis Adel*, višetračni sustav za snimanje na tvrdoj ploči *Digi Design* III. Uređajima se upravlja preko računala *Macintosh 9000*. Ovdje treba spomenuti i niz uređaja za obradu zvuka. Za digitalnu restauraciju snimki koristio se sustav *Sonic Solution*.

4.2. Urezivanje

Elektroton je koristio za urezivanje u vosak uređaj koji je bio postavljen u prostorijama Radio Zagreba. Prvi uređaj u sklopu tvornice Jugoton u Ilici 213 bio je mađarski uređaj *Gamma* za ploče s 33 okr / min i 78 okr/min, kojim se počelo urezivati u lak-ploču. Lak-ploča je okrugla aluminijska ploča debljine 2 mm prevučena slojem nitroceluloznog laka s obje strane. Godine 1957. kupljen je savršeniji uređaj njemačke tvrtke Neumann, ali samo za monoploče. Na njemu su se urezivale ploče 17 cm za 45 okr/min.

U novoj tvornici u Dubravi postavljen je 1963. suvremeni stereouređaj za urezivanje u lak-ploču danske tvrtke Fonofilm Ortofon SV8S. Uređaj je imao sinkroni motor za urezivanje lak-ploče i sustav automatske kontrole amplitude signala da se ne dogodi urezivanje brazde u brazdu u lak-ploči.

Godine 1981. u novoizgrađenom pogonu za proizvodnje kaseta postavljen je u posebnoj prostoriji akustički obrađenih zidova najsuvremeniji uređaj za urezivanje u lak-ploču njemačke tvrtke Neumann VMS 80. Imao je motor na istosmjernu struju i kvarcom reguliranu brzinu. Računalo je kontroliralo amplitudu brazde i fazne odnose stereosignala unutar brazde. Na taj je način kod urezivanja otklonjen problem urezivanja brazde u brazdu i površina ploče bila je iskorištena, tj. mogla se urezati dulja minutaža programa glazbe ili govora. Bio u funkciji do kraja veljače 1995. godine.



Sl. 30.: Digitalna montaža snimki (1992.)



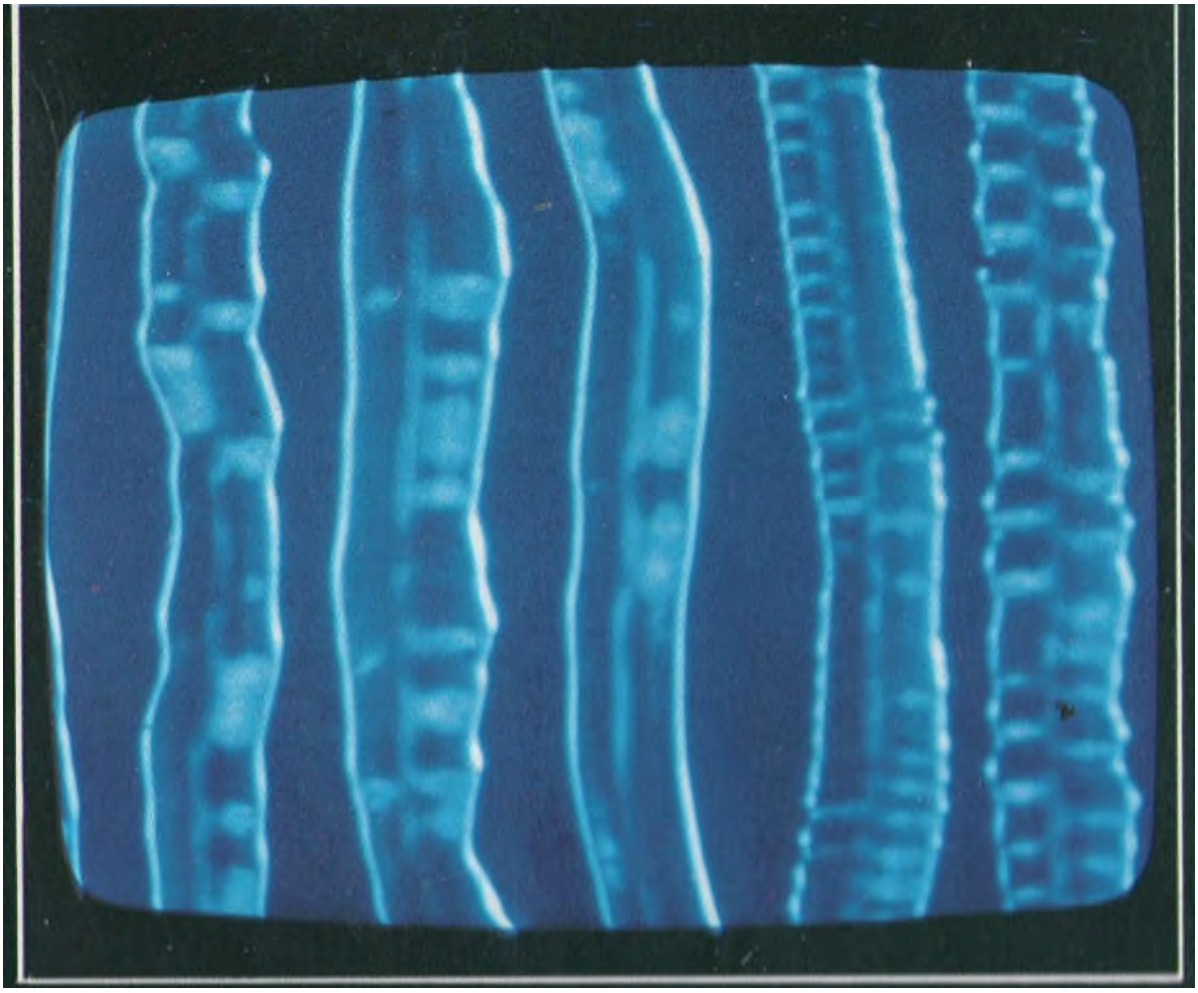
Sl. 31.: Studio za snimanje (1996.)



Sl. 32.: Uređaj za snimanje u lak-ploču *Ortofon* (1963.)



Sl. 33.: Uređaj za urezivanje u lak-ploču *Neumann VMS 80,* 1960.

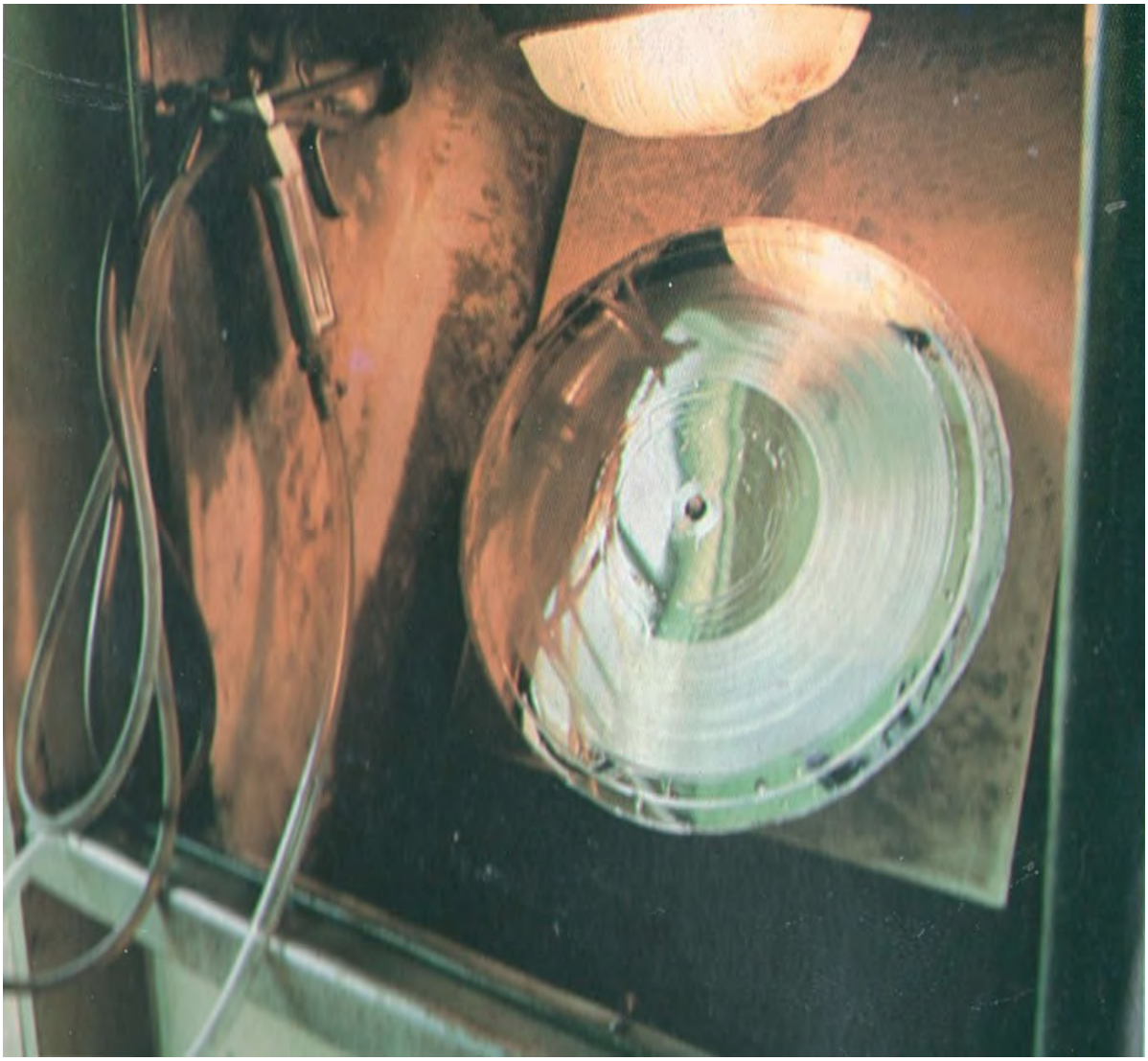


Sl. 34.: Urezane brazde u lak-ploču

4.3. Galvanoplastika

Godine 1963. u novim prostorijama u Dubravi montirani su uređaji švedske tvrtke Europa film za izradu matrica. Izrađivale su se matrice od nikla. Postupak dobivanja matrice za LP ploču od nikla trajao je dva sata, dok je za izradu bakrene matrice bilo potrebno 20 sati. Matrice za prešanje, 'otac' ili 'sin' prevlače se u galvanoplastičkom postupku mikronskim slojem kroma da budu otpornije kod prešanja. Postrojenje je imalo kapacitet izrade matrica za desetmilijunsku proizvodnju ploča.

Za galvanoplastički postupak trebalo je lak-ploču, koja je izolator, učiniti elektrovodljivom. Postupkom srebrenja srebrnim nitratom lak-ploča je postala elektrovodljiva. Lak-ploča stavljala se na poklopac kupke, na mjesto gdje se nalazila rotirajuća katoda. Na dno kupke bile su postavljene anode od čistog nikla. Kupka je sadržavala elektrolit od niklova sulfata. Nakon što se poklopac spustio u kupku, počeo bi postupak galvanoplastificiranja uz jaku istosmjernu



Sl. 35.: Srebrenje lak-ploče

struju niskog napona. Nikal se taložio na posrebrenu lak-ploču. Filtrirani elektrolit stalno struji kroz kupku dolazeći iz spremnika s elektrolitom i vraćajući se iz kupke u isti spremnik. Na kraju postupka matrica se mehanički odvaja od lak-ploče. Tako dobivena matrica zove se 'otac'. Ona može biti radna matrica, tj. služi za proizvodnju ploča ili se iz nje galvanoplastičkim postupkom dobiva matrica 'majka'. Matrica 'majka' služi za proizvodnju matrica 'sin' ili matrica s pomoću kojih se prešaju ploče.

Zatim se obrubljuje kraj matrice. Matrica se centrira, tj. izbuši se rupa u sredini da se može staviti u prešu. Nakon toga matrica se polira sa strane suprotne od brazdi. Kontrolira se debljina matrice i to na vanjskom rubu i na sredini. Važno je da obje matrice potrebne za izradu ploče budu podjednake debljine radi ujednačenog prijenosa grijanja matrice na materijal za izradu ploče. Nakon poliranja i kontrole matrica se stavlja u posebnu prešu radi dobivanja oblika matrice koji odgovara presformi ili kalupu u preši. Nakon prešanja



Sl. 36.: Galvanoplastičke kupke (1963.)

matrica se, ako nije oštećena tijekom izrade ploče, pohranjuje u matricoteku. Sličnim postupkom dobivaju se matrice ‘majka’ i ‘sin’.

4.4. Prešanje

U novoj tvornici prešaonica ploča je 1963. prvi put dobila poluautomatske preše, i to belgijske tvrtke Fabel, na kojima su se proizvodile ploče promjera 25 cm i 30 cm. Male ploče promjera 17 cm i dalje su se proizvodile na prešama vlastite izrade JU 40. Materijal za izradu ploča, polivinil-klorid, predgrijavao se u grijaćim ormarićima. U prešaonici je bilo postavljeno šest poluautomatskih preša *Fabel* i 14 ručnih JU 40. Ujesen te godine izrađena je prva ploča 17/45 u



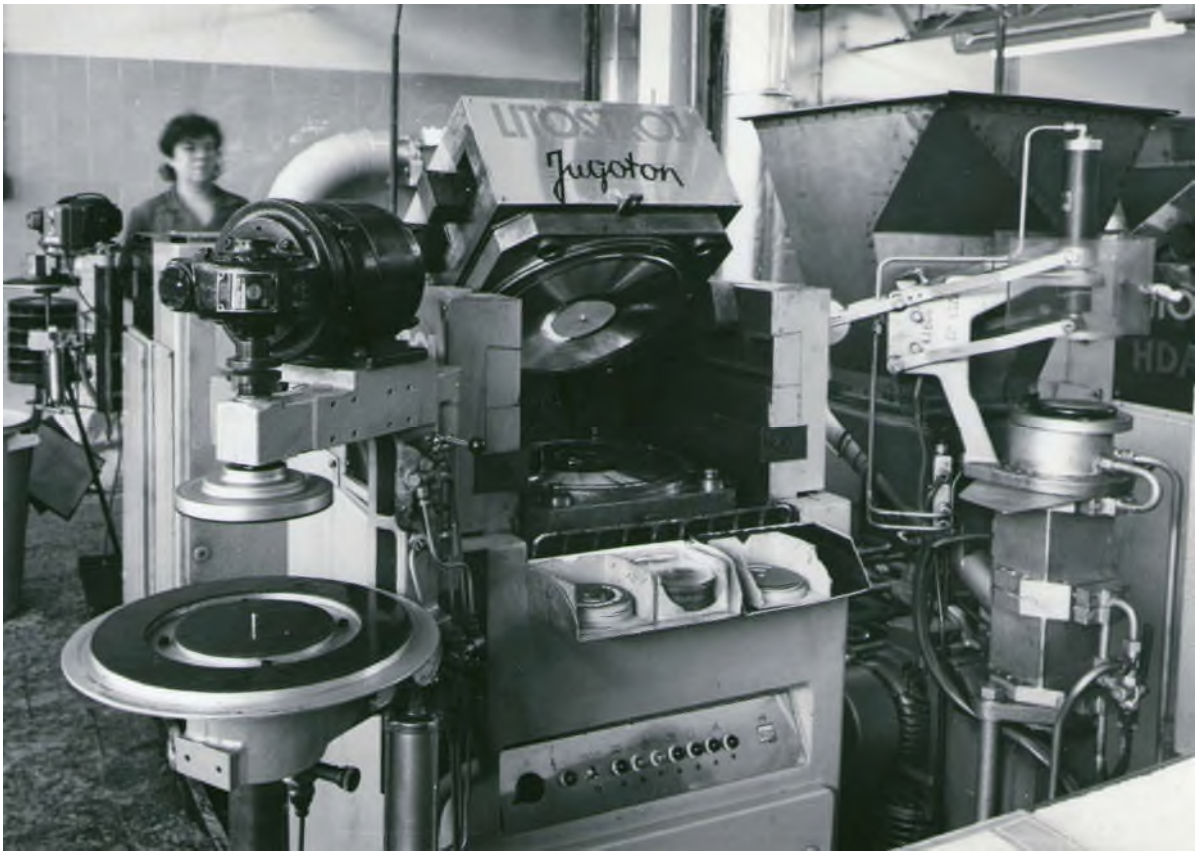
Sl. 37.: Vizualna kontrola matrice

količini od 100.000 komada Bila je to snimka narodne glazbe pod naslovom *Maramica svilenica* (EPY 3290). Godine 1966. potpisan je s londonskom tvrtkom EMI (Electrical Musical Industries) ugovor o proizvodnji njihovih ploča za istočnoeuropske zemlje. Stručnjaci EMI-ja došli su pogledati Jugotonovu proizvodnju ploča, a i tehničko osoblje Jugotona otputovalo je u London da se upozna s proizvodnjom ploča u EMI-u. Nakon tih posjeta zaključeno je da se prešaonica ploča mora potpuno rekonstruirati kako bi se kvaliteta Jugotonovih ploča približila kvaliteti proizvoda EMI-a.

Rekonstrukcija je počela u ljeto 1967. Od slovenske tvrtke Litostroj naručeno je šesnaest poluautomatskih hidrauličkih preša sličnih svojstva kao i preše marke Fabel za izradu svih vrsta gramofonskih ploča. Iz proizvodnje su



Sl. 38.: Prešaonica ploča (1963. − 1967.)



Sl. 39.: Prešaonica ploča − hidraulična poluatomatska preša *Litostroj* s ekstruderom (1967. – 1979.)

izbačeni grijaći ormarići. Umjesto njih, za pripremu materijala za izradu ploča uvedeni su parni ekstruderi. Ekstruder za prešanje LP ploča imao je dva, a za male ploče jedan puž. Ekstrudere je proizvodila njemačka tvrtka Werner Pflederer iz Stuttgarta. Za kontrolu kvalitete i odabir parametara prešanja ploča nabavljen je instrument plastometar, koji može točno odrediti parametre prema kojima se reguliraju trajanje prešanja, temperatura grijanja i hlađenja u preši tijekom prešanja za određeni tip materijala u proizvodnji ploča. PVC materijal za izradu ploča dobivao se u obliku praha ili zrna, a nabavljan je iz tvornica plastike u Zadru i Skoplju.

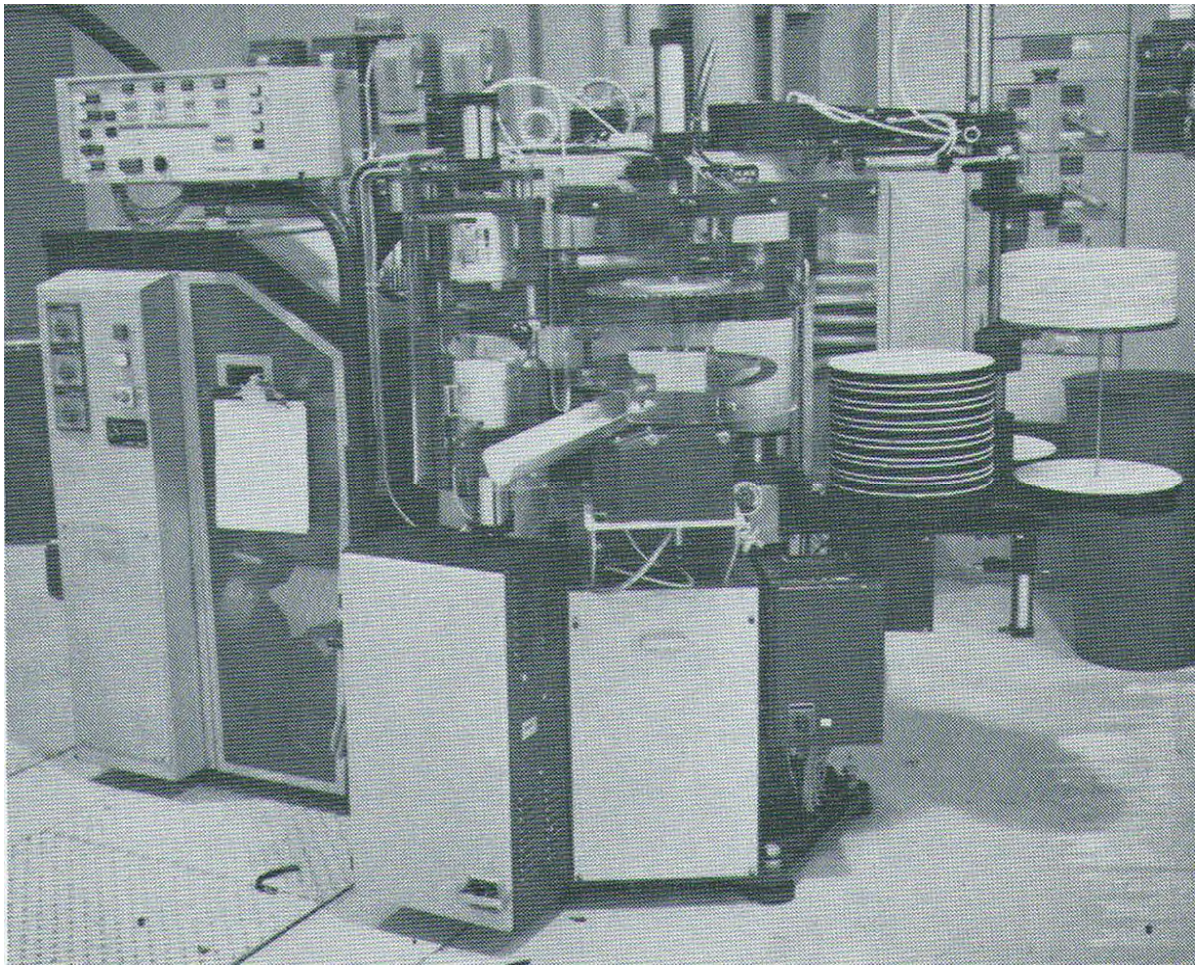
Tijekom 1979. i 1980. zadnji je put rekonstruirana prešaonica ploča. Postavljeno je osam potpuno automatskih preša švedske tvrtke Tooolex Alpha samo za proizvodnju LP ploča. Uz preostalih dvanaest poluautomatskih preša 1983. godine postignut je rekord u proizvodnji ploča. Izrađeno je 5.241.000 komada LP ploča i samo 594.000 komada ploča od 17 cm. LP ploče od 25 cm već deset godina nisu bile u proizvodnom programu. U to vrijeme kaseta postaje glavni proizvod, a pojavljuje se i novi audiomedij, CD.

4.5. Postupak kontrole

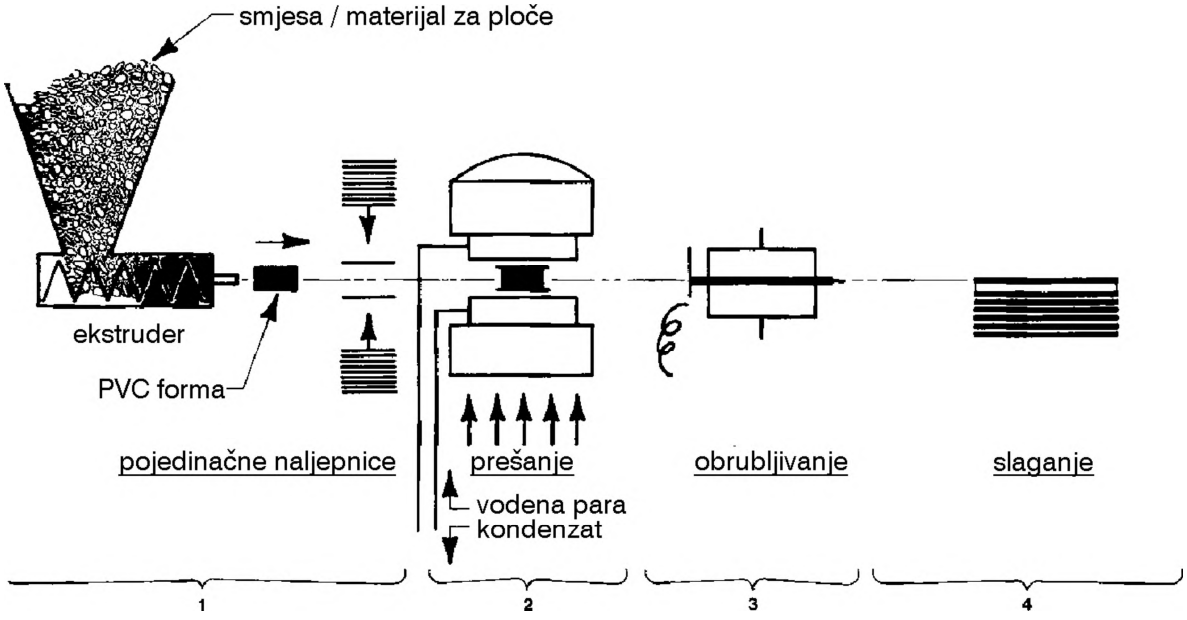
Proizvodni niz kontroliran je na nekoliko točaka. Prije postupka urezivanja preslušavala se magnetofonska snimka kako bi se provjerilo je li upotrebljiva za proizvodnju. Optičkom metodom pregledavala se lak-ploča.

Nakon galvanoplastičkog postupka pregledavale su se matrice optičkom metodom, a matrica ‘majka’ preslušala bi se na gramofonu s pojačalom i zvučnikom. Neke pogreške unutar brazde matrice ‘majka’ otklanjale su se graviranjem posebnim alatom pod mikroskopom. Nakon toga ponovno se preslušavala matrica. Kod matrica ‘sin’ ispitivala se debljina matrica s pomoću uređaja sa stroncijevim zrakama. Važno je bilo da obje matrice ‘sin’ koje se stavljaju u prešu za proizvodnju ploča budu ujednačene debljine radi ujednačenog prijenosa topline s matrice na materijal za izradu ploče tijekom prešanja, tj. izrade ploče. Pri prešanju ploča kontrolirao se postupak proizvodnje metodom uzoraka, najprije vizualnim pregledom, a zatim preslušavanjem ploča.

Na kraju proizvodnje sve ploče su se vizualno pregledale prije stavljanja u omotnice. Za kontrolu matrica i posebno presnimavanje programa s gramofonskih ploča koristili su se gramofoni švicarske tvrtke Thorens tip TD 124, a u proizvodnji za audiokontrolu ploča gramofoni švicarske tvrtke Lenco tip B-55.



Sl. 40.: Automatska preša *Toolex Apha*



Sl. 41.: Četiri stupnja prešanja gramofonske ploče automatskom prešom *Toolex Alpha*

5. Ukidanje proizvodnje gramofonskih ploča

Zbog sve manjeg tržišnog interesa za gramofonske ploče krajem 1994. odlučeno je da se gasi njihova proizvodnja. Zadnjeg dana veljače 1995. prestala je raditi proizvodnja gramofonskih ploča. Dvije LP ploče, *Zlatno doba zagrebačke opere* s presnimkama s ploča *Edison Bell Penkale* bile su zadnje dvije ploče proizvedene u prešaonici tvrtke Croatia Records, ali nikad se nisu pojavile u prodaji. Dvadeset četiri godine poslije taj je program Croatia Records objavio na dva CD-a.

Zaključak

Pojavom mikrofona i elektronki u gramofonskoj industriji sredinom 20-ih godina prošlog stoljeća dogodio se bitan napredak u kvaliteti snimanja gramofonske ploče. U reprodukciji čuo se bas, odnosno čuli su se niski tonovi. Godine 1925. takve je ploče prvi put proizvela američka Columbia. Samo dvije godine poslije u Zagrebu su u novoosnovanoj tvornici gramofonskih ploča *Edison Bell Penkala* proizvedene slične ploče. Tvornica je imala suvremeni potpuni tehnološki niz proizvodnje gramofonskih ploča. Nažalost, zbog lošeg poslovanja EBP je 1939. prestao proizvoditi ploče, ali zaslužan je što je za sadašnjost i budućnost sačuvan važan dio hrvatske kulturne baštine. Zahvaljujući Elektrotonu, koji se iz Ljubljane preselio u Zagreb, nije prekinut niz u proizvodnji ploča, ali za razliku od EBP-a Elektroton nije pridonio programu domaće produkcije i reprodukcije. Poslovao je do 1947., kad je promijenio ime u Jugoton, poduzeće koje je s pomoću stare tehnike EBP-a polako svladavajući teškoće uspjelo postizati zavidne poslovne rezultate. Poseban uspon u kvaliteti omogućili su preseljenje u nove pogone i nova tehnologija. Zahvaljujući redovitim kontaktima s inozemnim stručnjacima iz područja audiotehnike, posebno gramofonskih ploča, Jugoton i poslije Croatia Records držali su korak s dometima svjetske fonografske proizvodnje i zauzimali prestižno mjesto na tržištu gramofonskih ploča. Danas, kad je od prestanka proizvodnje prošlo gotovo četvrt stoljeća, tehnika kojom su postignuti veliki rezultati postala je muzejska vrijednost, a ploče s glazbenim i govornim programima neprocjenjivo blago nacionalne kulturne baštine.

Literatura

[1] Bischoff, H. P.: Entwicklungstand der Schallaufnahmetechnik, *Der Rundfunkhändler*, Berlin 10. II.1943., Heft 3.

[2] Daudt, W.: *Radiotehnika III dio*, Radiostanica Zagreb, 1950.

[3] Guy, P. J.: *Discrecording and reproduction*, Focal Press Ltd., 1964.

[4] − Kako nastaju gramofonske ploče. (Radio i gramofon), *Jutarnji list*, 11. i 18. V. 1930.

[5] Lipovšćak, V.: *Fonografija u Hrvatskoj 1927. − 1997*., Tehnički muzej, Zagreb 1997.

[6] − *25 godina Jugotona*, monografija,1972.

[7] Neumann VMS 80 / G. Neumann, Berlin, 1978.

[8] − *Program rekonstrukcije tvornice gramofonskih ploča Jugoton*, elaborat, br. 1., 1954.

[9] Ruda, Joseph C.: Record Manufacturing: Making the Sound for Everyone, *Journal of AES*, October/November 1977., vol. 25., no.11/12.

History of Production Gramophone Records in Croatia

Veljko Lipovšćak

Abstract: The article shows the continuous development of the production of gramophone records in Croatia from 1926 to 1995. The first gramophone records in the former Yugoslavia were produced in 1927 at the factory *Edison Bell Penkala*, founded in 1926 in Zagreb. After its bankruptcy in 1938, the production was taken over by Elektroton, which changed its name to Jugoton in 1947, and to Hrvatska naklada slike i zvuka, Croatia Records in 1990. On the basis of his own research and available documentation, the author describes in detail all the production processes and technology development in the 70-year-long history of the production of gramophone records in Croatia.

Keywords: cutter lathe, *Edison Bell Penkala*, Elektroton, extruder, gramophone record, heating table/box, hydraulic press/handy/semiautomatic/automatic, Jugoton (Ilica 213), Jugoton − Croatia Records (Dubrava), matrix, metal plating, microphone, mixing desk, polyvinyl chloride, recording studio, shellack, silvering, tape recorder, wax blank / lacquer disc

Josip Zdenković

Prikaz nekoliko revitalizacija elektromotornih pogona dizalica od 2006. do 2017. godine

Sažetak: Opisano je devet elektromotornih pogona dizalica. U osam slučajeva riječ je bila o revitalizaciji pogona dizalica, a u jednom o novogradnji dizalice. Sedam je dizalica u hidroelektranama, a dvije su u primjeni u regalnim skladištima. Rad je pregledan, obuhvaća razdoblje od 11 godina i zadržava se samo na bitnim specifičnostima pojedinog projekta. Svi elektromotorni pogoni realizirani su s asinkronim motorima. Elektromotori pogona dizanja u većini slučajeva napajaju se iz frekvencijskih servopretvarača i opremljeni su inkrementalnim davačem i elektromagnetskim kočnicama. Elektromotori pogona horizontalne vožnje opremljeni su elektromagnetskim kočnicama i napajani su iz običnih frekvencijskih pretvarača.

Ključne riječi: asinkroni strojevi, elektromotorni pogoni dizalica, frekvencijski pretvarači, puštanje u pogon, vektorska regulacija

Uvod

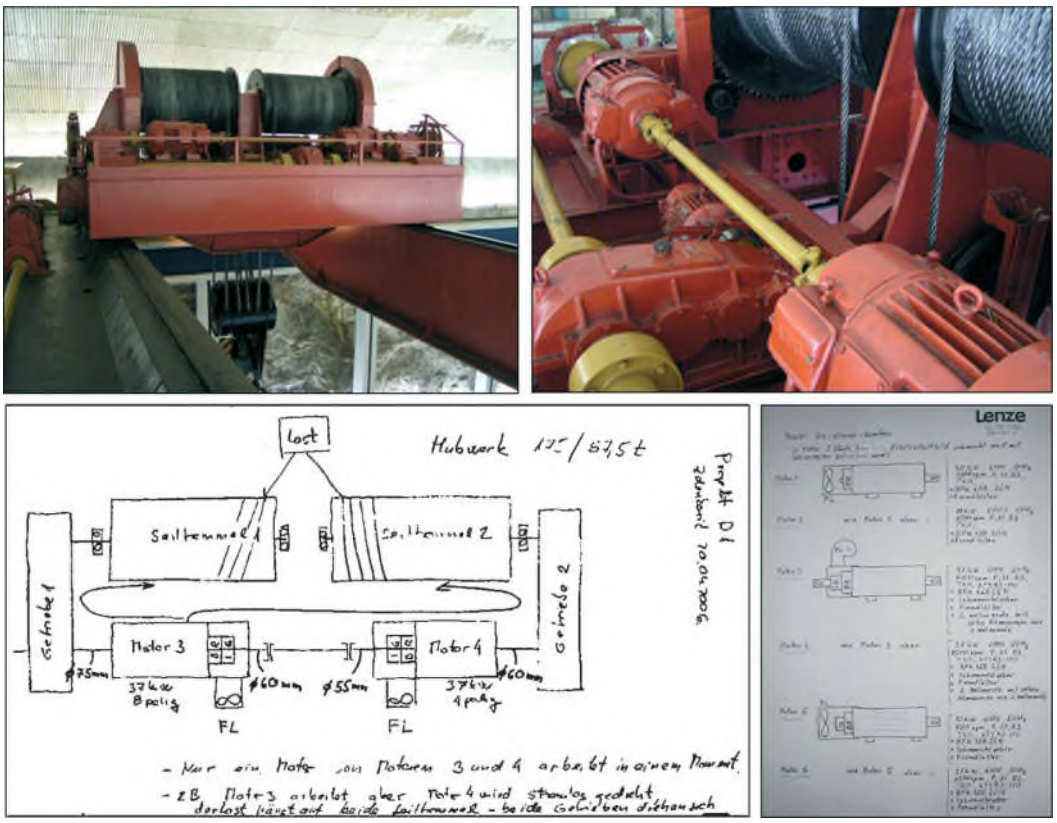
Zaborav je dobar. Dobar je zato jer olakšava nastojanje da 11 godina stručnog rada zapišem na nekoliko stranica A4 formata. Kroz tih 11 godina sudjelovao sam u devet projekata elektromotornih pogona dizalica, uglavnom revitalizacija postojećih pogona, a u samo jednom slučaju riječ je bila o novogradnji. Svaka je dizalica konkretan fizički objekt. Do mene je u svim opisanim slučajevima dolazio upit za prodaju pogona.

Prodavač. Vrlo često u daljnjem tekstu pišem da sam prodao pogon. Danas znam da je prodaja čestit i vrlo odgovoran posao. Prodavač je onaj kojeg se na kraju pita kad nešto ne radi i on mora riješiti da sve radi i svi budu zadovoljni. Za stvaranje ponuda komunicirao sam s potencijalnim kupcem i po potrebi odlazio na objekt. Snimanje, skiciranje i računska provjera pogona na samom objektu i poslije u uredu bio je neizostavan dio posla. Svaka narudžba bila je uvijek veselje, ali s njom je u slučaju dizalica tek počinjalo. Sad je trebalo izvršiti sve u realnom vremenu. Tu prestaje zona papira. Tu jesi ili nisi.

Kod prvih pogona 'kupci' su jednostavno morali vjerovati da ja to znam, odnosno da imam koga pitati ako što zaškripi i da ih neću ostaviti na cjedilu. Ja sam znao da su motori i pretvarači tehnološki napredni, ali, je li dovoljno to što razumijem način djelovanja vektorske regulacije da prodam pogone i konačno pustim u pogon dizalicu?

1. Dizalica u HE Dubrovnik, 2006.

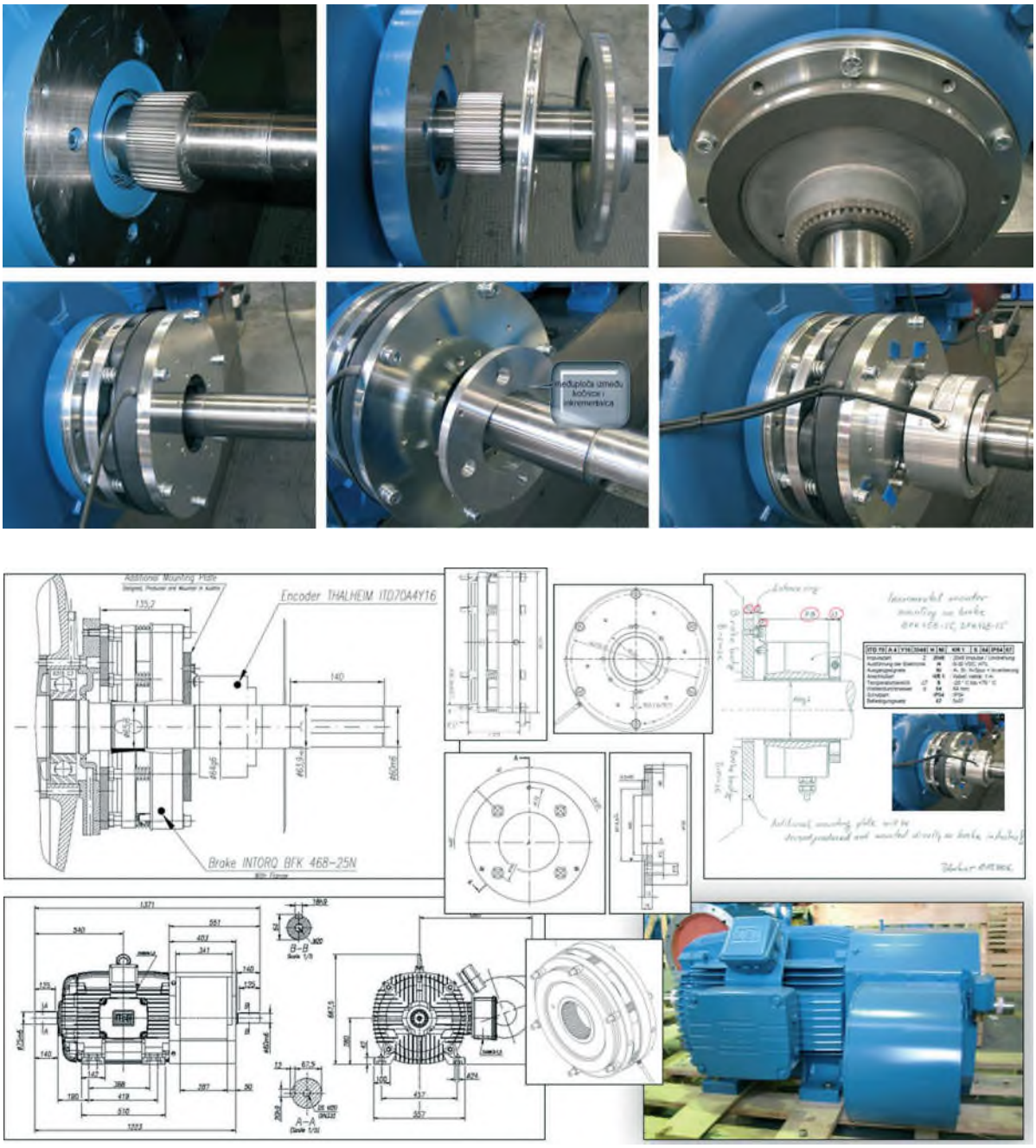
Projekt je vodila tvrtka ELMAP d.o.o. iz Splita, a ja sam se natjecanjem i ljubaznošću direktora Ljube Božikovića uspio izboriti za prodaju motora. Uz motore nudio sam i servopretvarače serije LENZE EVS 9300 ES, ali – nije



Sl. 1.: Detalji pogona dizanja dizalice u HE Dubrovnik

prošlo. Objekt nisam posjetio, no dobio sam slike, dispozicijske crteže i natpisne pločice i po tome je karakterističan u ovom članku jer sam na svim ostalima bio osobno do uključujući primopredajnog testa. Kako je bila riječ o zamjeni elektromotora koje je već netko nekad proračunao po snazi, odnosno brzini vrtnje i momentu, nije bio potreban neki poseban novi proračun. Bilo je bitno zadržati dimenzije i način rada dizalice.

Slika 1. prikazuje dva bubnja pogonjena svaki preko odgovarajućeg reduktora. U starom rješenju pogona dizanja dva su pogonska motora povezana zajedničkom osovinom nasuprot pogonske strane pa je to rješenje zadržano i s



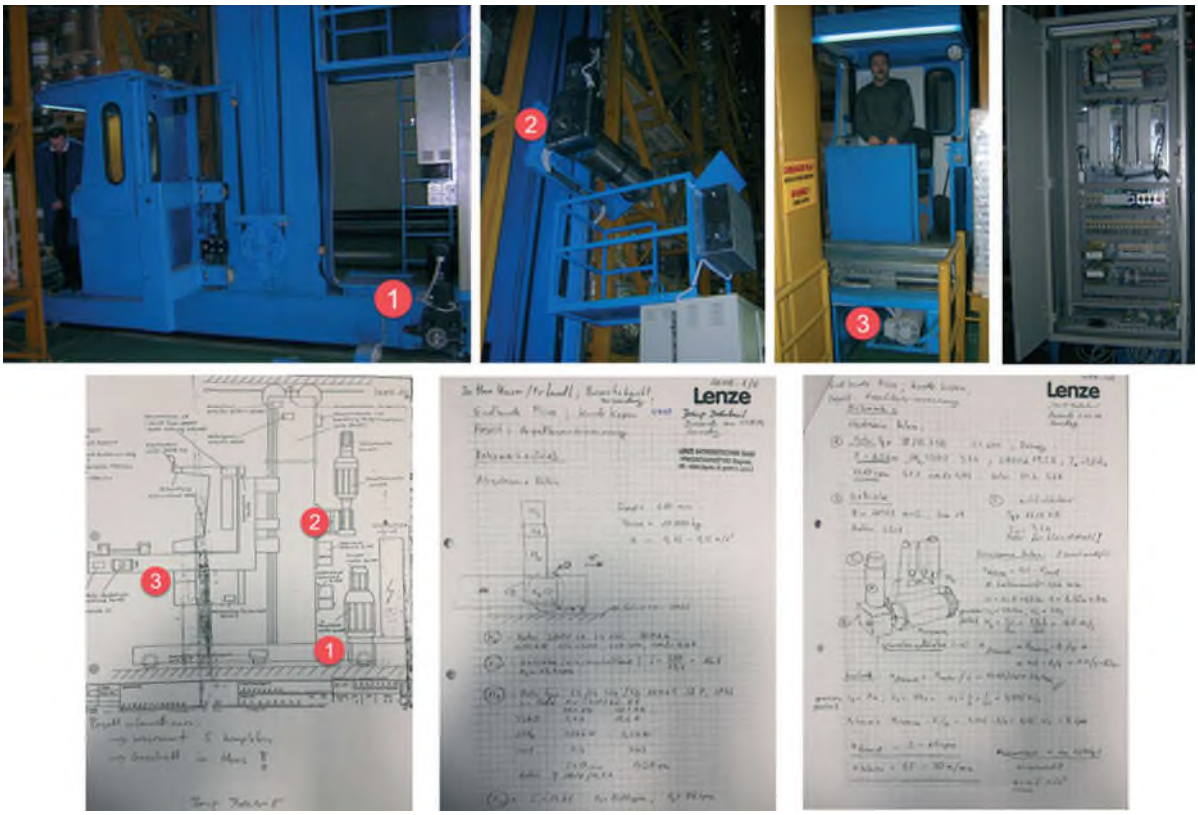
Sl. 2.: Detalji prihvata kočnice i inkrementalnog davača na motoru dizanja HE Dubrovnik

novim motorima. Zbog toga je bilo nemoguće izvesti aksijalnu prisilnu ventilaciju pa je prisilna ventilacija izvedena radijalno. Osim stranih ventilatora, motori su opremljeni i inkrementalnim davačima kako bi se mogla koristiti vektorska regulacija, odnosno razdvojeno upravljanje momentom i magnetskim tokom u stroju. U motorima dizalica traži se i elektromagnetska kočnica na pogonskoj strani.

Detalje motora dogovarao sam izravno s tvornicom WEG iz Brazila, koja je motore pripremila do razine da su se kočnice i inkrementalni davač montirali u tvornici LENZE u Austriji. Takvi se motori ne susreću često jer su kočnice reda vrijednosti 1000 Nm i ne može ih se pronaći u katalogu, pogotovo ne s dodatkom inkrementalnog davača, radijalne ventilacije i drugog kraja osovine. I kad se tako potrudite, a isklizne vam prodaja pripadajućih pretvarača onda ne gubite nadu, nego sutradan zagrizete još jače!

2. Regalna dizalica u tvornici Pliva, 2006.

Projekt zamjene pogona zbog dotrajalosti i nemogućnosti nabave rezervnih dijelova vodila je tvrtka Krpan dizala d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću direktora Darka Krpana dobio pogone za obnovu pet regalnih dizalica, slika 3.



Sl. 3.: Regalna dizalica u tvornici Pliva

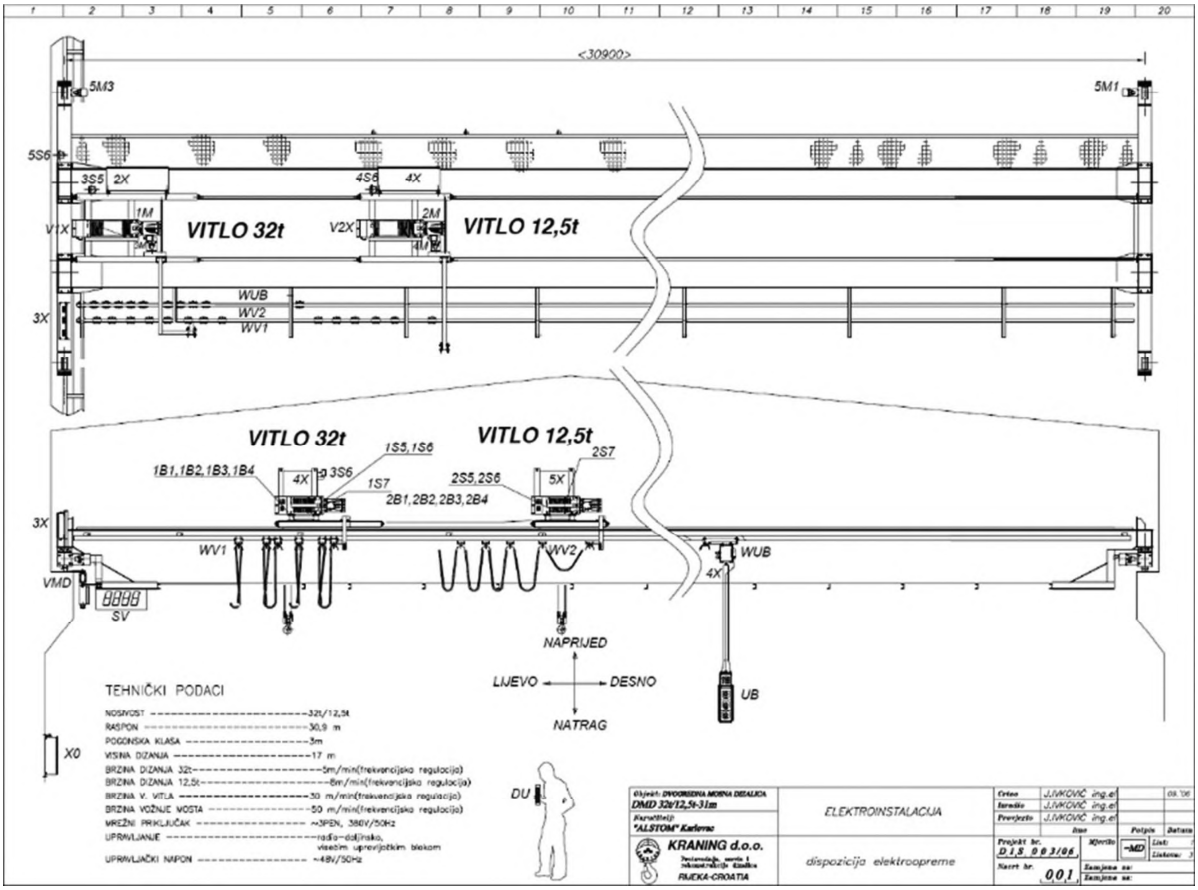
Slika 3. prikazuje vozilo s prihvatnikom paleta mase do 600 kg koje se vozi po jednoj šini u horizontalnom smjeru pogonom (1) predviđeno do 120 m/min. Kabina s prihvatnikom paleta kreće se u okomitom smjeru pogonom (2) predviđeno do 30 m/min. Paleta se uzima ili postavlja na paletno mjesto u regalnom skladištu pogonom (3). Horizontalna i vertikalna vožnja riješeni su frekvencijskim servopretvaračem LENZE EVS 9300 ES, dok je prihvatnik paleta riješen običnim frekvencijskim pretvaračem serije LENZE EVF 8200 vector. U tom pogonu obavio sam snimanje postojećeg stanja, proračunati su i određeni novi servomotor reduktori kao i frekvencijski pretvarači. U generatorskom kočenju pri spuštanju tereta energija se pretvarala u toplinsku na otporniku. Mehaničku montažu vodio je vrlo precizno Darko Krpan, a svu električnu montažu Božo Kostanjčar. Ja sam proveo puštanje u pogon. Ukupno pet vozila puštao sam jedno po jedno, temeljito provjeravajući funkcije svakog pogona. Koristio sam mogućnost digitalnog snimanja i dokumentiranja odziva nekoliko veličina pogona u realnom vremenu. Pogoni rade i danas i svakodnevno su u uporabi, ponekad i u višesmjenskom radu. Od prvog snimanja pogona do realizacije posla protekle su dvije godine.

3. Dizalica u tvornici Alstom, Karlovac, 2006.

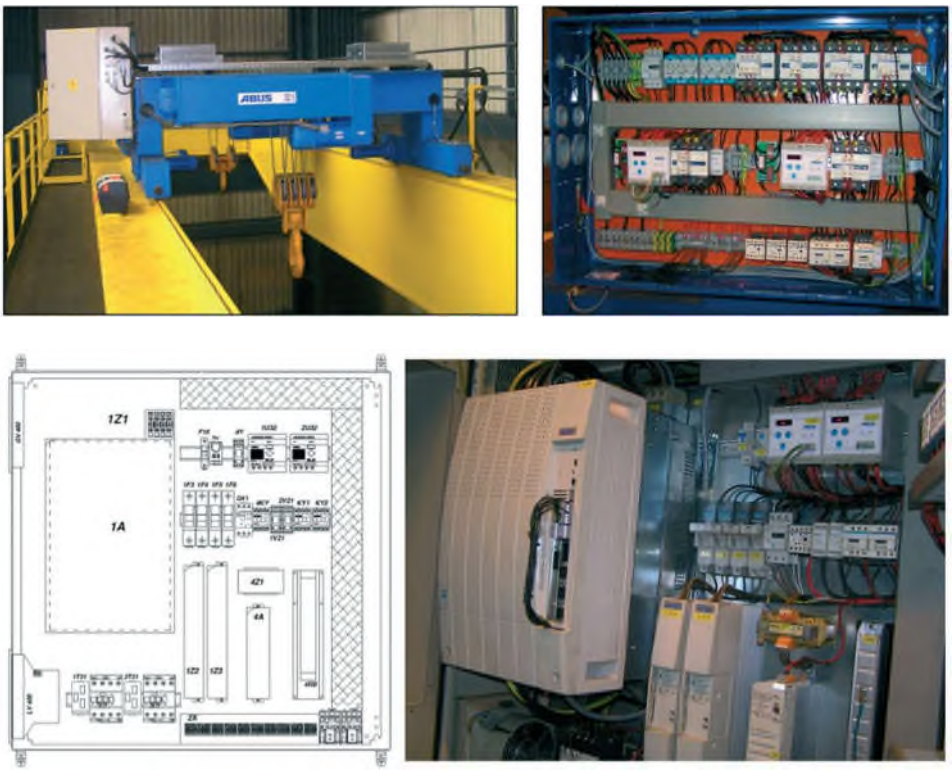
Projekt je vodila tvrtka Kraning d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Jusufa Ivkovića dobio rješavanje napajanja dvaju vitla, 32 t i 12,5 t., slika 4. Riječ je bila o novogradnji, gdje je most napravljen u Kraningu, a mačka nabavljena od ABUS-a. Na slici 5. (gore desno) vidi se originalni razvodni ormar za napajanje jednog vitla. Kraning je došao na ideju da takav jednostavni ormar zamijeni ormarom s frekvencijskim pretvaračem, slika 5. (dolje desno) i na taj način zapravo dizalici poveća finoću i preciznost rukovanja.

Specifičnost je te dizalice da su pogoni bez povratne veze o brzini vrtnje motora pa je to tražilo stupanj jače pretvarače. Primijenjena je serija LENZE EVF 9300 EV. Dodatni zahtjev bio je paralelni rad obaju vitla pa smo tu imali i dva parametarska seta, jedan za odvojeni te drugi za paralelni rad.

Uz frekvencijski pretvarač su i originalni nadzornici preopterećenja koji moraju zabraniti podizanje tereta većeg od dopuštenog, bez obzira na mogućnosti pogona dizanja. Dizalicom se upravlja s poda hale radioupravljanjem. Ovdje sam potvrdio da na terenu ili puše ili je vruće ili je prljavo ili nemaš kamo sjesti i da su uvjeti daleko od uredskih. Dakle, neko veliko teorijsko promišljanje i otkrivanje na terenu ne dolazi u obzir. To se “prebire” na putu kući. No, na teren moraš doći spreman!



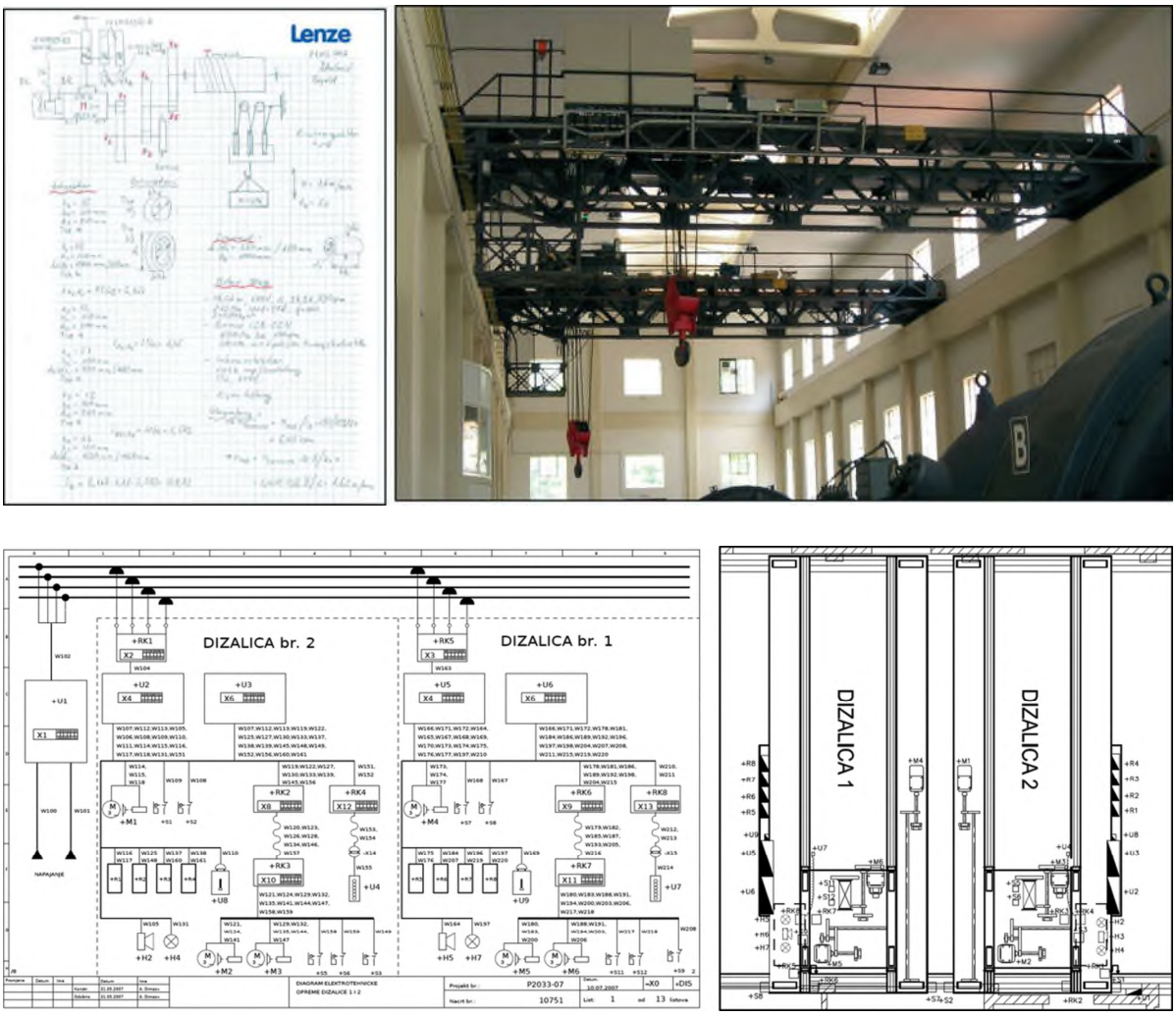
Sl. 4.: Dizalica u tvornici Alstom, Karlovac



Sl. 5.: Razvodni ormar vitla dizalice Alstom, Karlovac

4. Dizalice u HE Kraljevac, 2007.

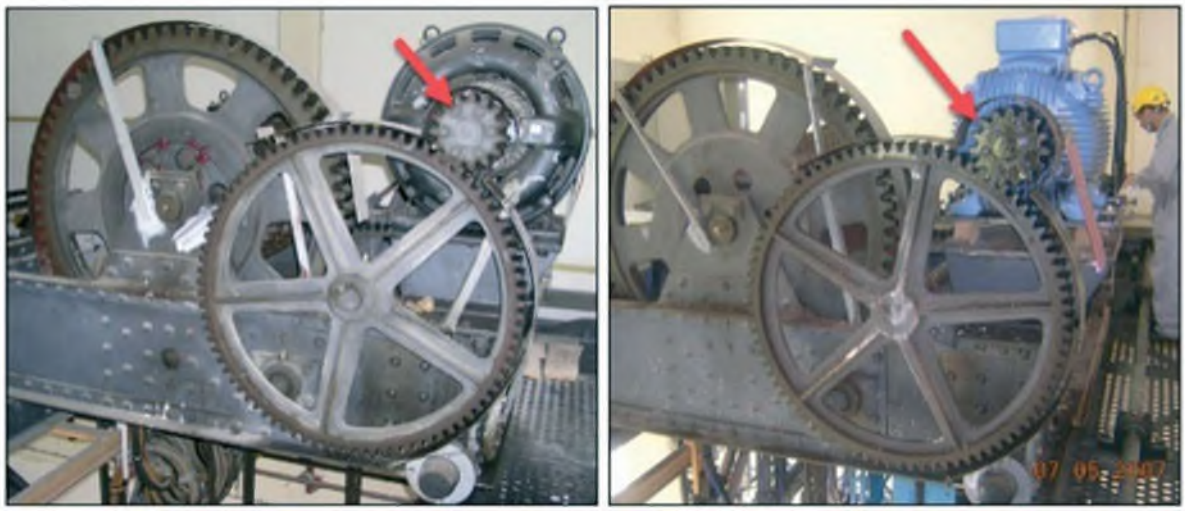
Projekt je vodila tvrtka Brodosplit dizalice d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Pere Radić-Lime i Aleksandra Dimzova prodao pogone za dvije dizalice u HE Kraljevac, slika 6.



Sl. 6.: Dizalice i dispozicija opreme u HE Kraljevac

Tu mi se osmjehnula sreća: prodao sam dva seta jednake opreme. Tko u Hrvatskoj prodaje elektromotorne pogone dobro shvaća da je to zapravo bio pravi "serijski posao".

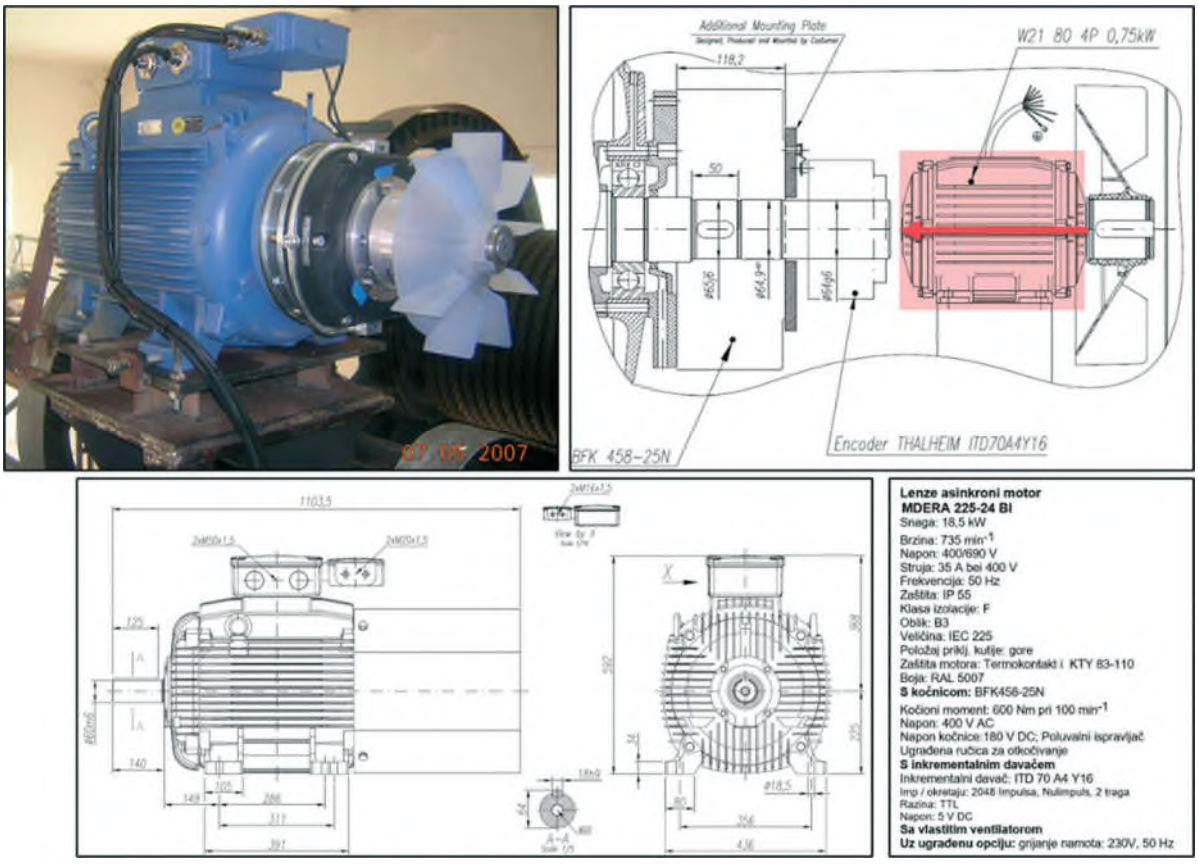
Na slici 7. strelicama je pokazano na prvi zupčanik, koji je izrađen od kože, što nisam nikad ni prije ni poslije susreo. Taj reduktor pogona dizanja prilično je velik, ali zato nema ulja koje treba mijenjati i dobro se vidi stanje zupčanika! U tom smo pogonu u zadnji čas ipak odustali od prisilne ventilacije. Ona nema smisla jer ako je pogon u visokoj brzini, hladi se dostatno vlastitom



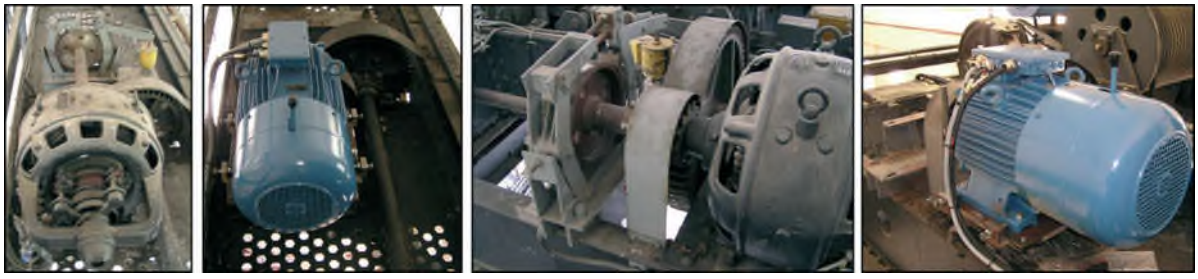
Sl. 7.: Stari i novi pogon dizanja u HE Kraljevac

ventilacijom. Ako je u niskoj brzini, onda je i snaga proporcionalno manja i uz nazivni teret i dugotrajan rad nema zapravo realne opasnosti od pregrijavanja motora.

Slika 8. prikazuje elektromagnetsku kočnicu, robusni inkrementalni davač i vlastitu ventilaciju. Uz taj motor uporabljen je servopretvarač LENZE EVS



Sl. 8.: Pogon dizanja u HE Kraljevac



Sl. 9.: Stari i novi pogon vožnje u HE Kraljevac

9300 ES. Kako motor nije bio LENZE-ov, morali smo podešavati parametre jer u toj generaciji uređaja još nije bilo dostupno njihovo samopodešavanje! Pogoni vožnje mosta odnosno mačke, slika 9., napajani su iz običnih frekvencijskih pretvarača serije EVF 8200 vector.



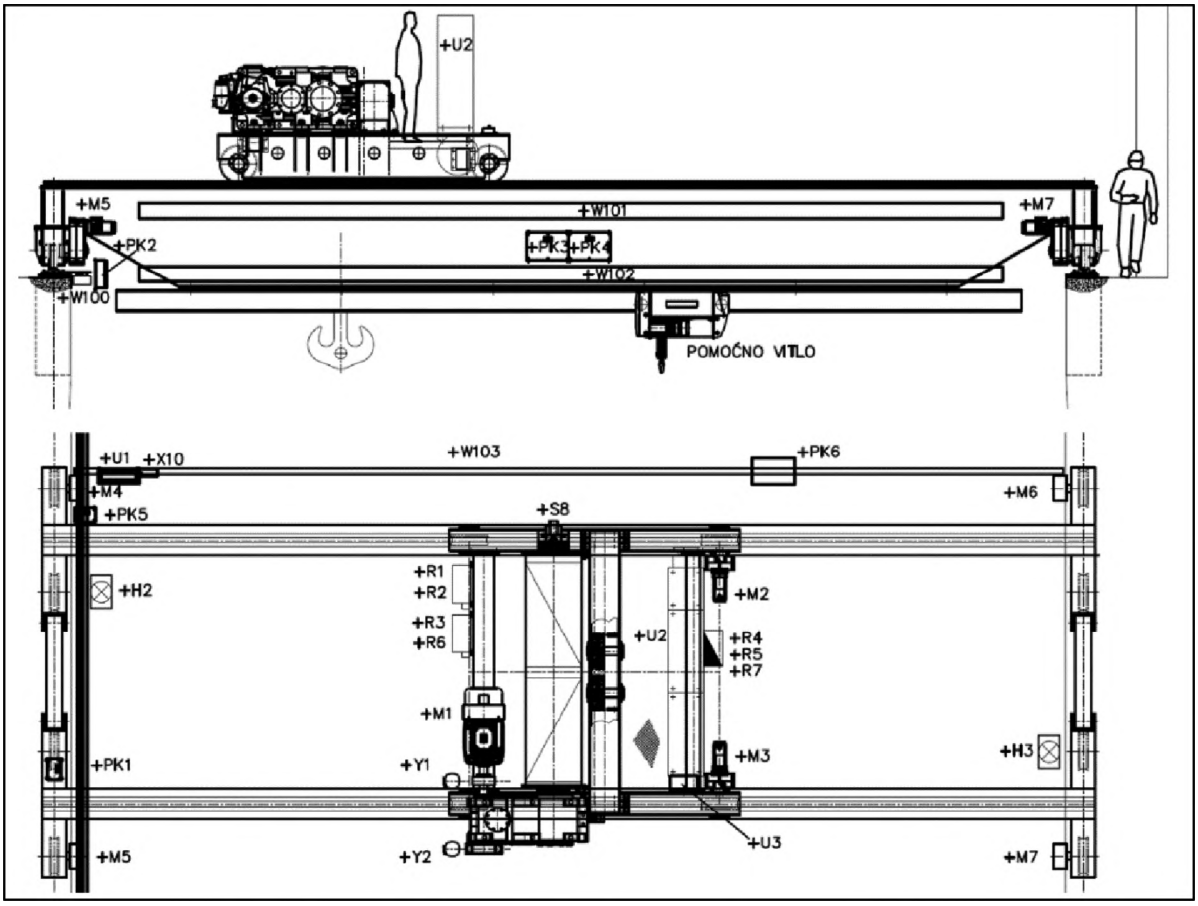
Sl. 10.: Ispitivanje dizalice u HE Kraljevac

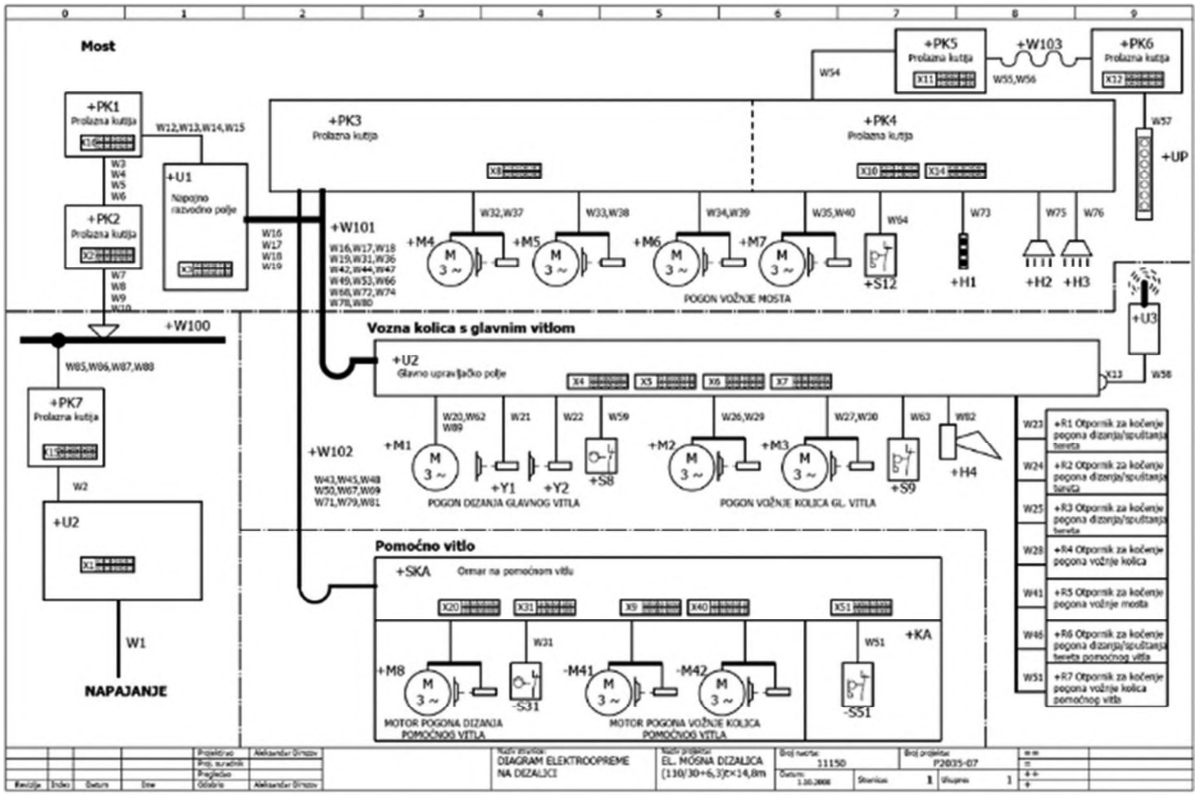
Slika 10. prikazuje sva tri obnovljena pogona dizalice i proces ispitivanja. Ondašnji digitalni zapis veličina nije "bogat" kao današnji, ali napredak je u odnosu na fotografiranje ekrana. Uočite da je ispod servopretvarača montiran i pasivni mrežni filtar za smanjenje povratnog djelovanja pretvarača prema mreži. Kod dizalica u elektranama pri puštanju u pogon prisutna je zaglušujuća buka vode ako rade generatori tako da se sve mora odvijati bez glasa, odnosno na kraju dana meni bi uvijek "puknuo dobar glas".

5. Dizalica u HE Lešće, 2008.

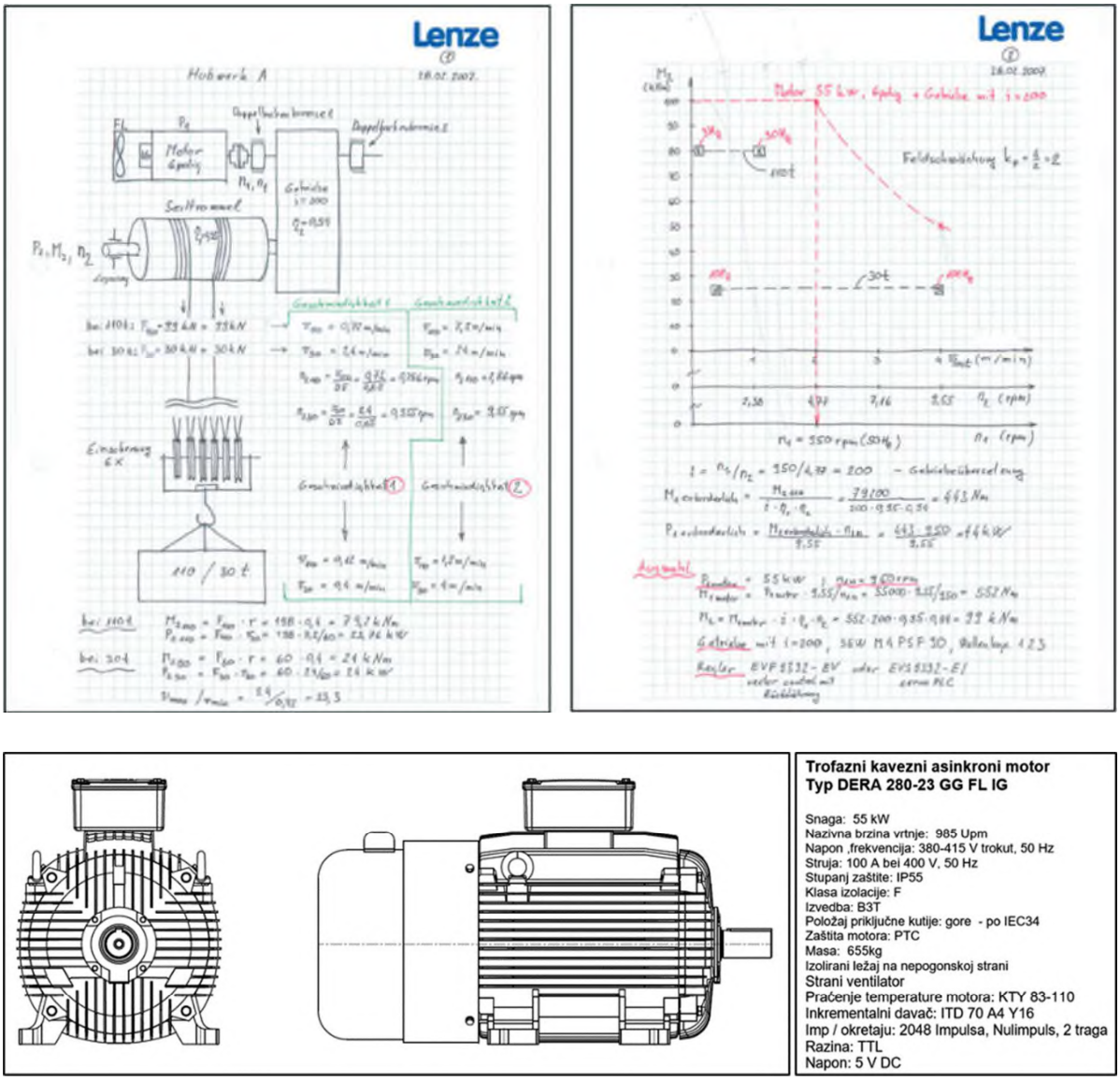
Projekt je vodila tvrtka Brodosplit dizalice d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Pere Radić-Lime i Aleksandra Dimzova prodao pogon dizanja.

Značajka je tog pogona dizanja da je pri dimenzioniranju motora odabran i rad u području slabljenja polja u stroju, tj. rad s frekvencijama do dvostruke nazivne. Tako se pri brzini tereta od 1 m/min može dizati i spuštati masa od 110 t, dok se pri brzini od 4 m/min može dizati i spuštati masa od 30 t. Motor ima prisilnu ventilaciju i opremljen je inkrementalnim davačem. Motor nema kočnicu, ali je zato ulazna osovina u reduktor opremljena na objema stranama





Sl. 11.: Dispozicija opreme na dizalici u HE Lešće



Sl. 12.: Dimenzioniranje pogona dizanja u HE Lešće

bubnjastom kočnicom s tarnim pločama. Tu smo primijenili tad najnoviju generaciju servopretvarača LENZE s ugrađenim PLC-om EVS 9300 EI. To je bilo potrebno zato što smo u samom pretvaraču napravili određenu računsku obradu signala za ograničenje tereta dizanja.



Sl. 13.: Detalji dizalice HE Lešće

Na tom projektu nisam uspio prodati pogone vožnje, no zato sam prodao SEW reduktor, slika 13. Prilikom puštanja u pogon radilo se na gradilištu punom parom i upravo sam se s Aleksandrom penjao hidrauličnom dizalicom, a u jednom trenutku netko je pokrenuo most dizalice i ona je krenula ravno na nas… Nekako smo signalizirali opasnost i dizalica se zaustavila na centimetar od nas. Bili smo sretni kad smo sišli na zemlju i više nismo tog dana ništa radili.

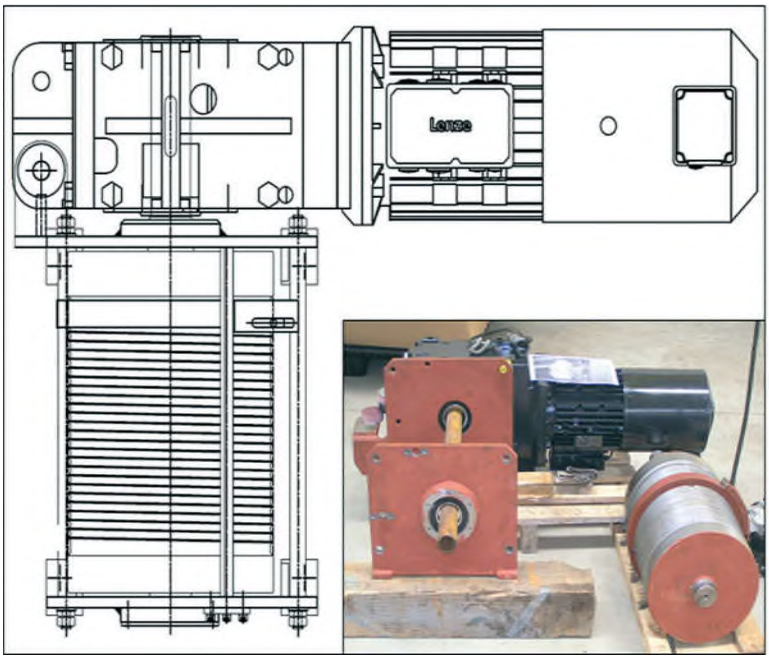
6. Regalna dizalica u tvornici Pliva, 2009.

Projekt je vodila tvrtka Krpan dizala d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Darka Krpana prodao pogon dizanja, slika 14.. Bilo je potrebno isporučiti i užnicu pa sam u projekt povezao i tvrtku Kraning. Riječ je bila o zamjeni pogona i opreme dizanja na regalnoj dizalici. Elektromotor se napajao iz servopretvarača frekvencije LENZE serija EVS 9300 ES, koji sam programirao i sve zajedno pustio u pogon. Pogon je bio vrlo sličan pogonu opisanom u poglavlju 2.

Trebam primijetiti da već tu dizalicu nisam radio kao zaposlenik LENZE-a, nego sam promijenio posao i počeo raditi u tvrtki Schrack Technik d.o.o. No, ljudi s kojima sam radio dizalice nisu me zaboravili.

7. Dizalica u HE Senj, 2010.

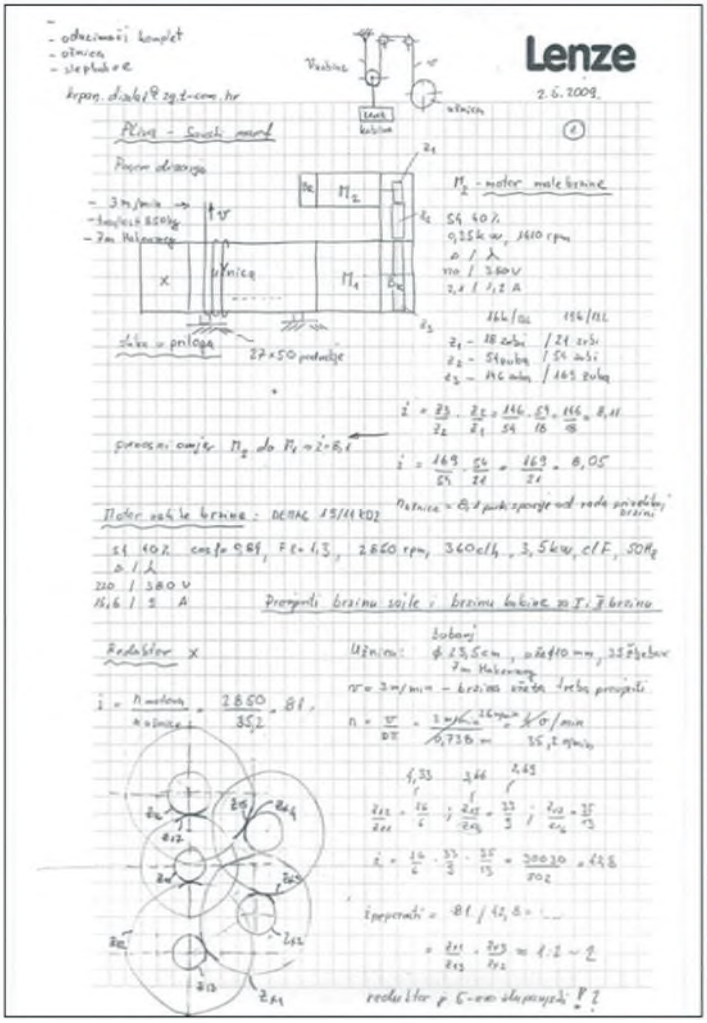
Projekt je vodila tvrtka Kraning d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Jusufa Ivkovića dobio rješavanje pogona dizalice 2 × 75 t, slika 15. Na istoj slici uočava se dizanje rotora; dvije kuke zajedno podižu jaram kojim se izvlači rotor iz statora generatora. Važno je da se obje kuke podižu istom brzinom i da se tako spriječi zakošenje jarma pri izvlačenju rotora, što bi moglo dovesti do zaklinjenja rotora u statoru. Tu se zahtijevalo zadržavanje postojećih motora na koje su prigrađeni inkrementalni davači. Kako bi se dobilo na cijeni, primijenjen je frekvencijski pretvarač serije EVF 9300 EV, koji je mogao primiti signal brzine vrtnje, ali ipak nije imao punu mogućnost vektorske regulacije motora. Nisam bio zadovoljan takvim smjerom rješenja, ali s obzirom na ipak malu snagu pogonskih motora, pristao sam. No, taj kompromis platili smo za red vrijednosti snažnijim pretvaračem jer moment i polje u stroju više nisu bili potpuno zasebno upravljive veličine. Kao i u svakom projektu, provedena je osnovna kontrola fizikalnih veličina pogona, slika 16.



Konično zupčasti motorreduktor
GKS09-3M HAR 132C32

Snaga pogona 9,2kW
Brzina vrtnje pogona 1450 min^{-1}
Prijenosni omjer 25,649
Brzina vrtnje izlaza 57 min^{-1}
Izlazni moment 1476 Nm
Pogonski faktor 1,9

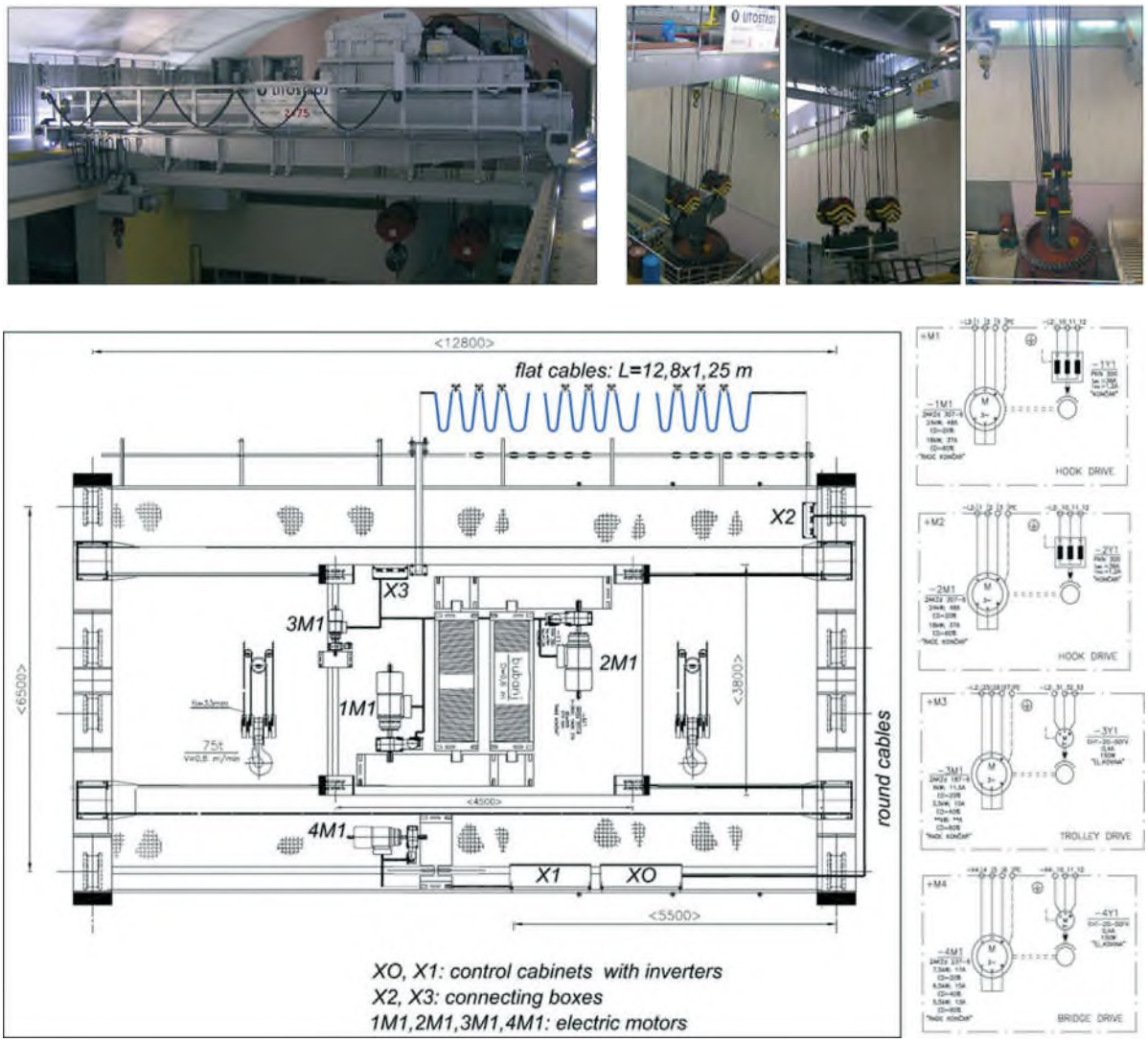
Izvedba pogona
Asinkroni motor 9,2kW
Napon pri 50 Hz 380-415 V
Stupanj zaštite IP 55
Klasa izolacije F
Zaštita motora Termokontakt + KTY
Izvedba izlaza
Šuplja osovina 60 mm
Kućište s centriranjem
Položaji elemenata
Priključna kutija 4
Ukupni ugradni položaj C
Podmazivanje CLP 460
Boja RAL 9004
Masa 195 kg
Strani ventilator
Napon 220-240 V AC ,50/60 Hz
Kočnica
Veličina 16 - 80 Nm
Napon 230VAC; s ugrađenim ispravljačem 230 VAC na 205 VDC
S ugrađenoom ručicom za otkočivanje
Povratna veza resolver
Brtveni prsteni osovine FP Viton
Odzračnik





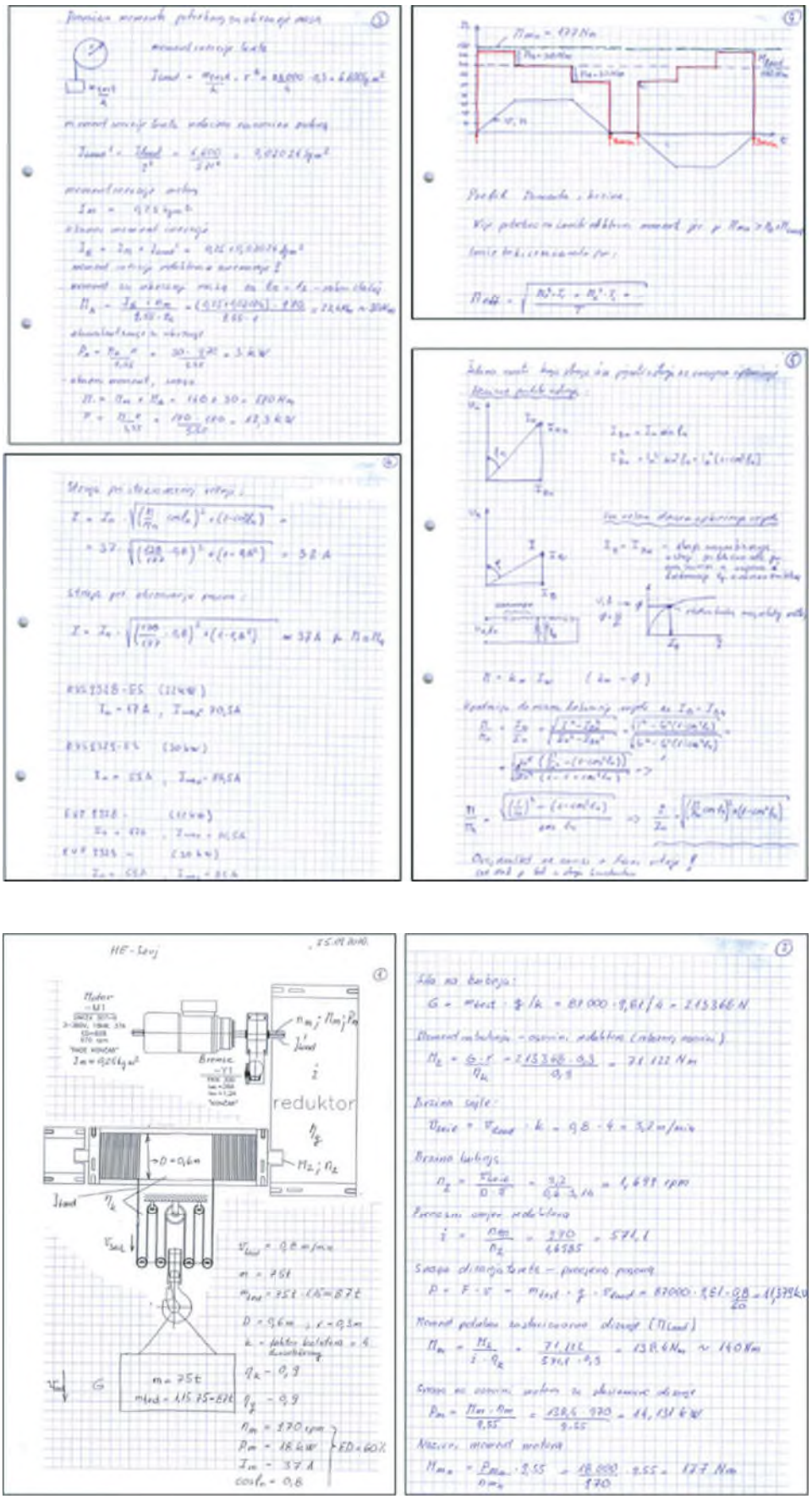


Sl. 14.: Pogon dizanja u regalnom skladištu tvrtke Pliva

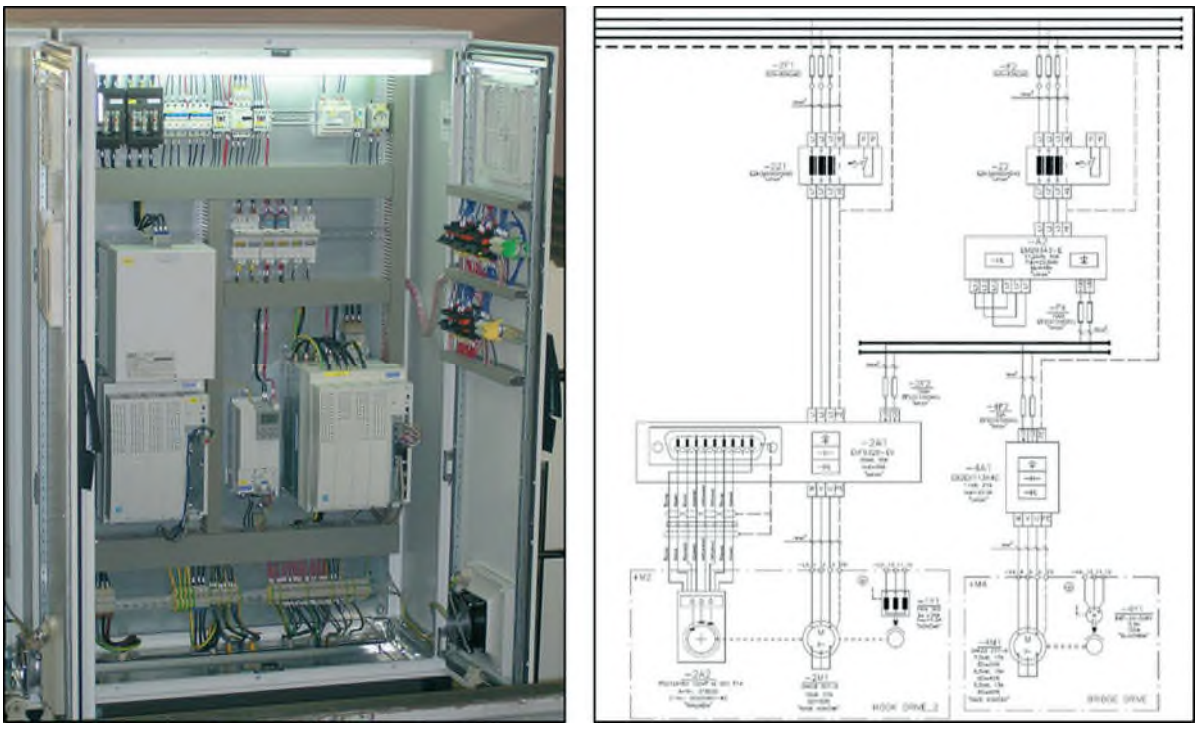


Sl. 15.: Dizalica u HE Senj u mirovanju i pri dizanju rotora generatora

Osim paralelnog rada, u tom je pogonu bio poseban zadatak i povrat energije u mrežu. Uobičajeno se mehanička energija kočenja pri spuštanju tereta dizalice u motoru pretvara u električnu i slijedno u toplinsku na otpornicima za kočenje. Pogon spuštanja radi sat godišnje za vrijeme spuštanja rotora generatora u stator i ušteda od tih 20-30 kWh godišnje električne energije koja će biti uzaludno pretvorena u toplinsku sigurno neće biti primijećena, no kako nisam previše želio raspravljati s investitorom, izabrao sam sebi jednostavniji put i riješio povrat energije u mrežu kako je traženo. Na slici 17. prikazan je pogon jednog motora dizanja čiji je pretvarač spojen izravno na mrežu, a na istosmjerni međukrug pretvarača spojen je sklop za povrat energije. Sklop za povrat energije nije bio dovoljan za samostalno napajanje motora dizanja i motora mosta pa smo pretvarač motora dizanja priključili izravno na mrežu. Energija u radu motora tako ulazi na dva ispravljača, a vraća se preko jednog izmjenjivača.



Sl. 16.: Dizalica u HE Senj, kontrola pogona i izbor pretvarača



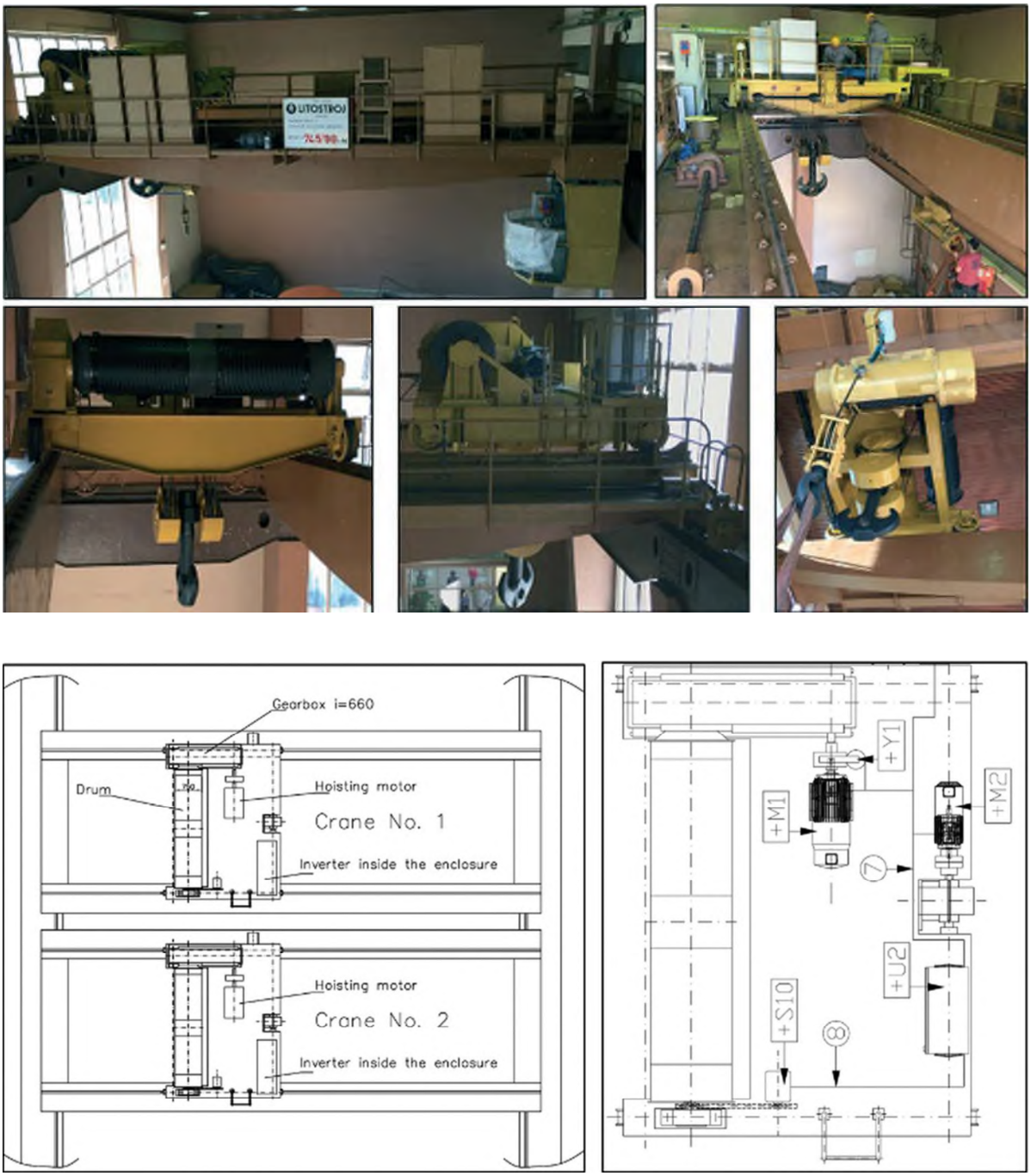
Sl. 17.: Dizalica u HE Senj, realizacija napajanja s povratom energije u mrežu

8. Dizalica u HE Orlovac, 2016.

Projekt je vodila tvrtka Alfa atest d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Pere Radić-Lime i Aleksandra Dimzova prodao sve pogone. Specifičnost dizalice bio je zahtjev za paralelni rad dviju dizalica potreban opet pri vađenju rotora iz statora i vraćanju u njega. Kako je riječ o dvjema fizičkim dizalicama, slika 18., koje se za tu operaciju spajaju u mehaničku vezu, tako smo i pogone dizanja povezali informacijskom sabirnicom kabelske izvedbe. Jedan je pogon vodeći i prima upravljačke naloge operatera dizalice, a drugi je pogon služni i prima naloge vodećeg pogona. Također, na tom je objektu prvi put primijenjena nova generacija LENZE-ovih servopretvarača E84AVTC. To je već treća generacija otkad sam se počeo baviti dizalicama; serija 9300, 9400 i konačno serija 8400. Koja je razlika? Za krajnjeg je korisnika nema, a za onog koji želi prodati i pustiti u pogon takav pretvarač riječ je o stotinama sati i tisućama stranica njemačkih/engleskih uputa…

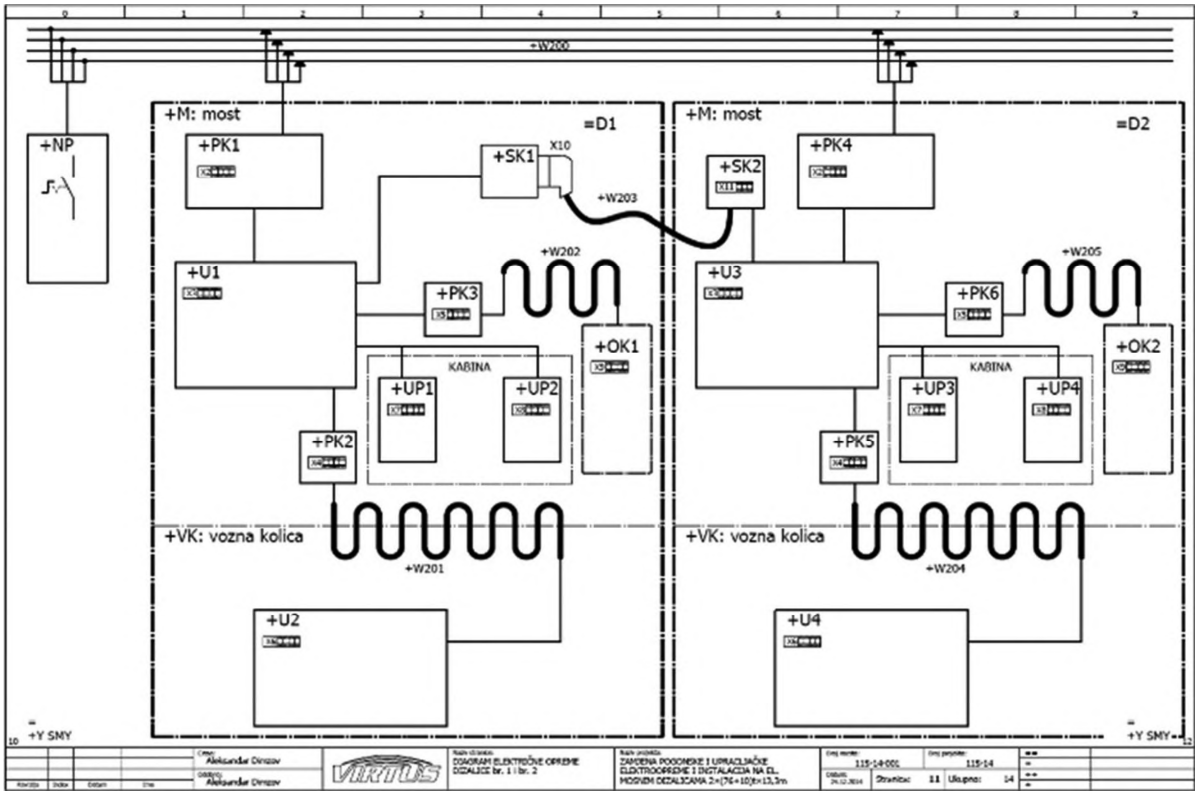
Slika 19. prikazuje dispoziciju opreme kao i motore svih pogona. I tu su uporabljeni WEG-ovi motori za sve pogone, ovaj put opremljeni kompletno u WEG-u, jer je LENZE zbog strateške orijentacije na svoje proizvode prestao ugrađivati WEG-ove motore!

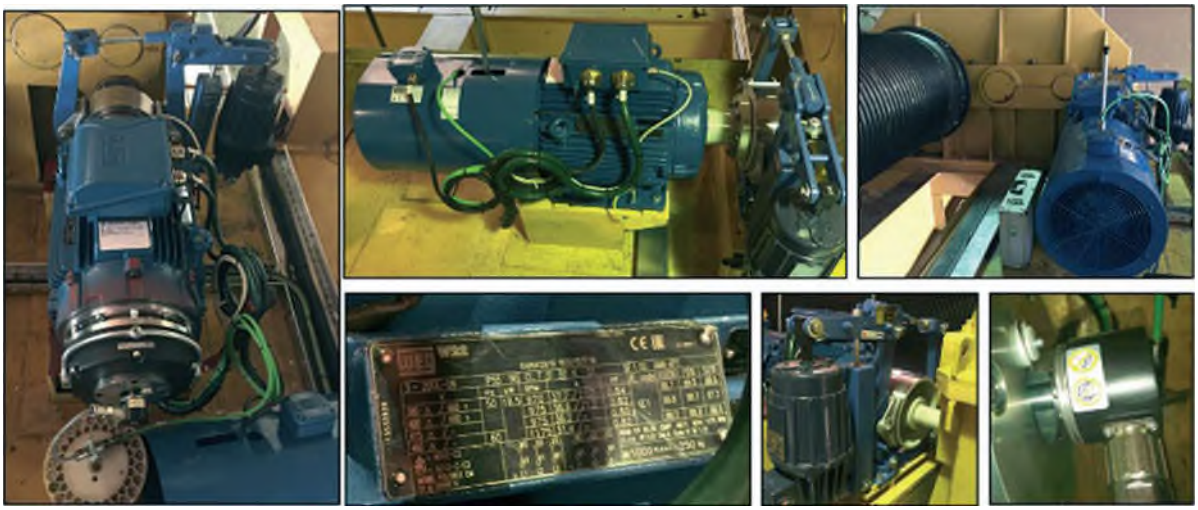
Na slici 20. uočava se kako su tereti za probno testiranje dopremljeni kamionom! Tereti su na raspolaganju svega nekoliko sati i potom se moraju vratiti. Najčešće su to betonski blokovi iz građevinskih dizalica dobiveni tek na

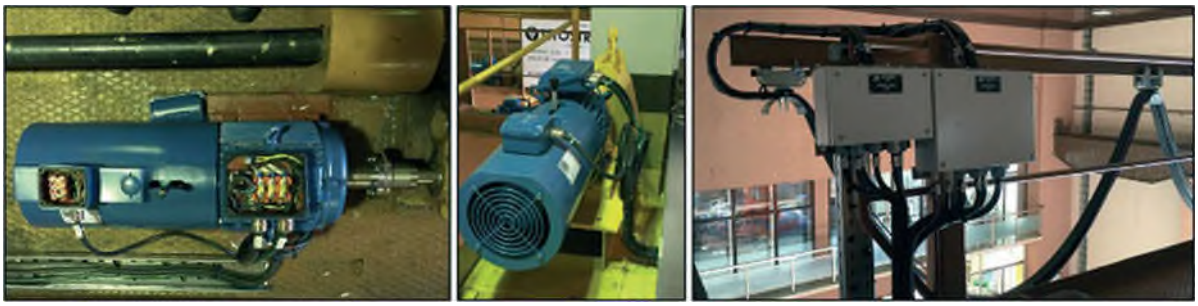


Sl. 18.: Dizalica u HE Orlovac

posudbu. Sva se podešavanja moraju napraviti prije, a samo testiranje s teretom tako je odmah i komisijsko testiranje. Tu nema ponavljanja testa. Test jednostavno mora proći. I kad prvi put dižete teret sa zemlje, srce skoči u pete. Sljedeći put skoči u pete kad iz velike brzine kontrolirano zaustavljate pogon. I onda polako nakon svega ostaje zadovoljstvo jer sve radi i ponaša se očekivano. Na slici se vidi i servisno podmazivanje užeta, koje se obavlja uobičajeno pri servisnom zastoju dizalice. Radovi se odvijaju svojom dinamikom na objektu i tu onaj koji pušta u pogon jednostavno mora služiti toj dinamici i, dakako,







Sl. 19.: Dispozicija elektroopreme i fotografije pogona dizanja i vožnje mosta i mačke u HE Orlovac



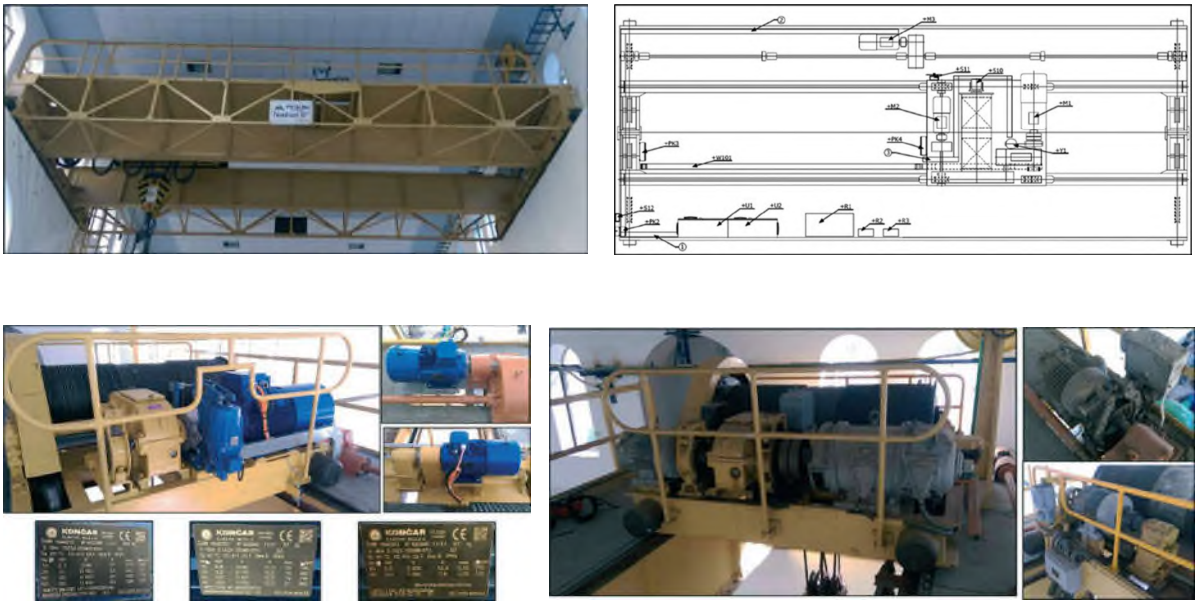
Sl. 20.: Puštanje u pogon dizalice u HE Orlovac

paziti da se ne isprlja od užeta na užnici. Na slici se vidi kako uz nove pretvarače ide i nova programska aplikacija 8-kanalnog snimača u realnom vremenu. Uz takav je digitalni alat podešavanje i dokumentiranje danas puno lakše. Novi pretvarači imaju postupak samoodređivanja parametara iz podataka natpisne pločice motora pa više nije bitno imati samo parametarski poznat motor. Prve generacije pretvarača iz članka to, dakako, nisu imale!

9. Dizalica u HE Miljacka, 2017.

Projekt je vodila tvrtka Alfa atest d.o.o. i ja sam natjecanjem i ljubaznošću Pere Radić-Lime i Aleksandra Dimzova prodao sve pogone.

Posebno me veseli završiti članak upravo tim objektom iz dvaju razloga. Prvi sam put uopće u pogonu dizalica puštao motore tvrtke *Končar*. Kako je LENZE odustao od WEG-ovih motora, tako je Pero Radić-Lima naručio sve motore od *Končara*. Iako sam osobno prodao manje robe, duboko u sebi osjetio sam da je tako baš ispravno. LENZE-ovi pretvarači serije 8400 bez poteškoća su uredno identificirali parametre spomenutih motora, slika 22.



Sl. 21.: Dizalica u HE Miljacka, pogoni prije i poslije rekonstrukcije



Sl.: 22.: Puštanje u pogon dizalice u HE Miljacka

Drugi je razlog zadovoljstva taj da je moje iskustvo sad ugrađeno u elektrani koja neprekidno radi od 1906. godine i ima 30 kV generatore, čija tehnologija izvedbe ni danas nije nadmašena. U elektrani je i najsuvremeniji sustav mikroprocesorskog upravljanja uzbudom, odnosno generatorima općenito, također proizvod tvrtke *Končar*. Taj je proizvod začet u zavodima bivšeg

Elektrotehničkog instituta *Rade Končar*, u kojem sam i ja dobio prvo zaposlenje i stručno "prohodao". U sebi sam ponovno osjetio entuzijazam tog tima davnih 1986. − 1990. godina, kad sam gotovo pionirski otkrivao tajne vektorske regulacije [1-5].

Zaključak

Iz prikaza projekata revitalizacije devet dizalica u razdoblju od 2006. do 2017. godine ne može se nešto puno i iznimno stručno i možda posebno korisno naučiti. Ne može se niti približno prenijeti silna inženjerska znatiželja koja se javlja kad se rješava svaki novi slučaj. Čak i kad sam promijenio posao, dio mene ostao je uz dizalice. Ostaje ipak samo velika zahvalnost i poniznost što sam imao priliku raditi s vrsnim ljudima koji žive od dizalica, koji su obavili sve potrebne pripreme, mehaničke i električne, tako da sam dolazio uvijek na sve gotovo i koji su mi zapravo omogućili da se mogu igrati na velikim igračkama, a ne na modelima.

Zahvala

Hvala još jednom gospodi Krpanu, Kostanjčaru, Ivkoviću, Radić-Limi, Dimzovu, koji su imali hrabrosti osloniti se samo na moj entuzijazam i koji su imali strpljenja slušati sva moja upozorenja i strahove da ja ne znam baš sve i da nisam siguran da ću baš sve i uvijek moći ispravno i u roku riješiti. Hvala gospodi Ivkoviću, Radić-Limi i Dimzovu, koji su iz svojih arhiva nesebično stavili na raspolaganje dio fotografija iz članka.

Posveta

Članak posebno posvećujem mojim uzorima i učiteljima: pokojnom prof. em. Werneru Leonhardu, pokojnom prof. dr. sc. Nedžatu Pašaliću i mr. sc. Milanu Perkovcu. Ništa manje nije bila važna ni moja obitelj, bez čije podrške ne bi bilo ni ovog članka danas, ni ove inženjerske igre opisane u članku.

Literatura

[1] Zdenković, J.: Predstudija reguliranih elektromotrnih pogona s asinkronim motorom i visokim zahtjevima na regulaciju, E-3555 Elaborat, ETI − *Rade Končar*, 121 strana, 58 referencija, Zagreb, 1986.

[2] Zdenković, J.: Razvoj algoritama vektorske regulacije elektromotomih pogona s asinkronim motorom, E-4366 Elaborat, ETI – *Rade Končar*, 78 strana, 99 referencija, Zagreb, 1987.

[3] Zdenković, J., Klobučar, V.: Analiza i izbor vrste modulacije za primjenu vektorske regulacije u glavnom pogonu vozila na tračnicama, E-5040 Elaborat, ETI − *Rade Končar*, 108 strana, 67 referencija, Zagreb, 1988.

[4] Zdenković, J. : Vektorska regulacija asinkronog motora uz rekonstrukciju rotorskog toka, Magistarski rad, 190 strana, 206 referencija, ETF − Zagreb, 1989.

[5] Zdenković, J.: Vektorska regulacija asinkronog motora bez mjernog člana brzine vrtnje, disertacija, 137 strana, 194 referencija, ETF − Zagreb, 1995.

Overview of Few Crane Electrical Drive Revitalization in Period from 2006 to 2017

Josip Zdenković

Abstract: Brief overview of the most relevant aspects of crane electrical drive revitalization is given. The presentation is based on nine case descriptions from self-experience in eleven year period where old electrical drives are renewed after decades of work. Seven cranes are bridge cranes in hydroelectric plants, and two of them are pallet stock cranes. In all application and for all drives cage induction motor is used. Electrical drives for horizontal drive of bridge cranes in hydroelectric plants are realized with frequency converters and induction motors without position and speed feedback. Hoist drives are realized in all applications with vector control capable frequency converter and induction motor with incremental encoder as position speed feedback. Horizontal drive in pallet stocks are also full vector controlled like hoist drives. All motors are supplied with electromagnetic brakes. All cranes are today in operation.

Keywords: crane revitalization, induction motor, servo drive, vector control

Tomislav Jerala

Uspjesi i nedopustive nedaće kutinske Petrokemije[1]

Sažetak: Obuhvaćeno je razdoblje od osnivanja kutinske petrokemijske i kemijske industrije 1926. do odlaska autora u mirovinu 1994. godine. Veliki razvojni uspjesi bili su izgradnja postrojenja za proizvodnju čađe (1966.) i sedam postrojenja za proizvodnju mineralnih gnojiva (1967.). Prosječna godišnja proizvodnja mineralnih gnojiva iznosila je 700 tisuća tona. Umjesto čestitaka za uspješno okončanje značajne investicije u tehnološku modernizaciju i povećanje proizvodnje gnojiva u Kutini, još 1983. godine, kolektiv INA – Petrokemije dočekala je neopoziva uredba SIV-a države SFRJ o zamrzavanju prodajnih cijena gnojiva usred prisutne izrazite inflacije (ostvarena po prosječnoj godišnjoj stopi od 56 %!), koja je ostala na snazi sve do osamostaljenja Republike Hrvatske 1990. godine. Ove su nedaće trajale čitavih 8 godina, zbog čega su nanesene velike štete u iznosu od 260 milijuna dolara, koje su ostale nenadoknađene. Tako je kutinska Petrokemija postala vječiti gubitaš i do danas se nije oporavila.

Ključne riječi: agrar, gnojivo, INA, INA Petrokemija, petrokemijska industrija, tranzicija, privatizacija, Tvornica mineralnih (dušičnih) gnojiva − Kutina

Uvod

Osoba sam koju je još 1958. ovlastio za evidentičara povijesti i arhive nastajanja i razvoja prvog hrvatskog petrokemijskog industrijskog poduzeća, a istodobno i prvijenca jugoistočnoeuropske petrokemijske djelatnosti, tadašnji

[1] Stavovi izneseni u referatu su autorski.



Sl. 1.: Ivan Lugar, dipl. ing. kemije, utemeljitelj sveukupne hrvatske proizvodnje i poslovanja s mineralnim gnojivima u Kutini

mladi tehnički direktor poduzeća Metan d.o.o. − Kutina diplomirani inženjer kemije Ivan Lugar, koji je poslije postao istinski utemeljitelj sveukupne hrvatske proizvodnje i poslovanja s mineralnim gnojivima na lokaciji Kutine. Evidentičar povijesti i arhive postao sam i zahvaljujući nalazištu nafte na obližnjem Gojlu još iz 1917. i kasnijoj izgradnji magistralnog plinovoda Janja Lipa − Zagreb, prvim glasovitim i značajnim izvorištima nafte i prirodnog (zemnog) plina, provodeći u život ideje svojih prethodnika i vlasnika bivših privatnih tvrtki Uljanik i Methan iz Kutine dr. P. Gustavsona i inženjera Petrunića, koji su o takvim mogućnostima već sredinom 30-ih godina prošlog stoljeća kontaktirali s njemačkim kemijskim koncernom I. G. Farbenindustrie A. G. iz Frankfurta (IGF). Nekoliko je cijevi iz IGF-ovih postrojenja stiglo kao reparacija u ovdašnje skladište pa je i to pobudilo maštu budućeg razvoja Kutine.

Nedugo po završetku školovanja u Zagrebu te diplomiranja na FEN[2]-u (Zagreb), daleke 1957., prihvatio sam svoje prvo i jedino zaposlenje u kutinskom industrijskom poduzeću Metan s 850 zaposlenika, kao njihov prvi diplomirani ekonomist. Taj sam kolektiv napustio ujesen 1994., odlaskom u mirovinu nakon 37 godina ustrajnog stručnog i znanstvenog djelovanja na razvoju kutinske industrijske orijentacije u Petrokemiji, u kojoj je tad već radilo u složenim i teškim uvjetima kontinuiranog i smjenskog rada 3600 djelatnika (uz prirast od 14

[2] **FEN**, Fakultet ekonomskih nauka



Sl. 2.: Tomislav Jerala, magistar ekonomskih znanosti i dugogodišnji suradnik na razvoju kutinske Petrokemije

posto godišnje), gdje sam uz svoj normalan rad još 1973. okončao dvogodišnji poslijediplomski studij iz industrijske problematike na istom fakultetu. Niz godina sudjelovao sam kao član Savjeta za naftu, plin i petrokemiju pri JAZU / HAZU. Paralelno tijekom 25 godina angažirao sam se sasvim volonterski u svoje slobodno vrijeme u organizaciji Tehničke kulture općine Kutina kao njezin organizator i instruktor na dopunskom STM[3] i IT[4] tehničkim saznanjima i rekreaciji za školarce i uopće za mlade, koja znanja nisu dostatno dobivali po školskim programima.

1. Povijest kutinske petrokemijske industrije od 1926. do 1968.

Kutinska industrijska petrokemijska povijest vezana je za svoje prethodnike iz obližnje Bujavice još od 1926., gdje je izgrađena mala tvornica plinskih čađa za preradu u tzv. karbon za izvoz u Njemačku.

[3] **STM**, strojarstvo, tehnologija i matematika

[4] **IT**, informacijske tehnologije

Izvorište nafte i plina na Gojlu omogućilo je prijenos tehnologije i njezinu modernizaciju na uljne čađe u Kutinu 1938. za potrebe gumarske industrije. Godine 1940. izgrađen je pogon Vapnare, ali sva su ta postrojenja kao važan cilj na samom kraju Drugog svjetskog rata bombardirana pa se proizvodnju nastojalo naknadno što prije obnoviti. Tako je nešto poslije dio postrojenja za uljne čađe preseljen u Bakar. Na traženje Generalne direkcije za naftu izgrađena je 1955. tzv. Glinara za proizvodnju bentonitnih glina za isplake, sondiranje terena kao i za ljevarstvo u metalurgiji, te dekolorantnih glina za naftna i jestiva ulja, a nešto poslije toga osvojena je i proizvodnja precipitirane krede. Da bi se realizirao program Glinare, bilo je nužno prethodno istražiti nalazišta traženih i rijetkih bentonitnih glina i ulazak u rudarsko-jamsku djelatnost.

Paralelno su se odvijale vrlo složene i duge pripreme za osnivanje Tvornice dušičnih gnojiva (TDG u izgradnji), dijelom uz posredovanje PU KIZ-a[5] (Zagreb), a s druge strane i pripreme za izgradnju Nove čađare za proizvodnju pojačavajućih čađa po zahtjevu gumarske industrije, dok su rekonstruirana postrojenja Vapnare iz 1960., zajedno s proizvodnjom vapnenog hidrata, poslovno prepuštene svojem dotadašnjem dobavljaču, poduzeću Kamen iz Sirača[6]. Sve su to podaci iz vrlo reducirane povijesne kronologije razvoja petrokemijske i kemijske industrije u Kutini do 1965. godine.

Izvršene pripreme za realizaciju dvaju navedenih suvremenih i velikih razvojnih projekata, izgrađenih 1968. godine, u TMG-u[7] će biti dovoljan dokaz da Kutina zauzme svoje buduće mjesto u velebnom kompleksu INA − Industrija nafte, koja je konstituirana još 1963. godine.

Novi oživotvoreni kutinski iskoraci nastupili su uskoro, nepune dvije godine nakon konstituiranja INA-e. Nije trebalo dugo čekati na prvi kutinski integrativni elaborat za pridruživanje INA-i kutinske Petrokemije, datiran 1965. godine. Tad je INA-ina poslovna orijentacija kompletirana ne samo naftom i plinom nego joj je pridodana i petrokemijska aktivnost.

Slijede veliki razvojni uspjesi. Prvo je 1966. pušteno u proizvodnju postrojenje Nove čađare, kapaciteta 12 000 t/god, visokoaktivnih i aktivnih čađa različitih tipova: ISAF, SAF, HAF te SRF i FEF na bazi američke licencije tvrtke Huber (Whicita, Teksas), za domaće gumare i izvoz, uz visok stupanj korištenja kapaciteta sve do 1997., kad je to postrojenje zbog nedostatka specifične sirovine privremeno obustavljeno.

Drugi je, znatno opsežniji projekt prvog hrvatskog *greenfielda*[8] od sedam samostojećih postrojenja za proizvodnju mineralnih gnojiva s pakirnicom,

[5] **PU KIZ**, Poslovno udruženje kemijske industrije − Zagreb

[6] **Sirač**, općina u RH gdje je bio dobavljač vapnenca, udaljena od Kutine 35 km

[7] **TMG**, Tvornica mineralnih gnojiva, često nazivana Tvornica dušičnih gnojiva (TDG)

[8] engl. ***greenfield***, neizgrađeno zemljište

uglavnom za potrebe agrara[9], pušten u probni rad krajem 1967. u rekordnom roku od dvije i pol godine, čime je agrar konačno oslobođen preskupih uvoznih dušičnih i ostalih mineralnih gnojiva, taj put temeljen na bazi osigurane opskrbe i korištenja domaćeg prirodnog plina s obližnjih podravsko-savskih nalazišta (udaljenih od Kutine najviše od 50 do 150 km).

Prirodni plin ključni je *input* u ukupnoj domaćoj proizvodnji gnojiva za agrar i proizvodnju hrane. On je u svijetu najdragocjenija i jedinstvena tehnološka sirovina (u odnosu na njegovu opću primjenu za energetsko-ogrjevne svrhe). Tad su u okviru INA Petrokemije instalirani ukupni kapaciteti robnih proizvoda u opsegu od 750 000 tona/god različitih vrsta gnojiva, čime se taj industrijski kompleks svrstao među deset tadašnjih najvećih svjetskih kapaciteta u proizvodnji mineralnih gnojiva.

Cijeli kompleks baziran je na proizvodnji amonijaka (NH_3) koncentracije 99,5 % kapaciteta 650 t/dan, sukladno odabranoj talijanskoj licenciju poznate tvrtke Casale. Na taj je način cijelom kompleksu osiguran optimalan i visok *payback*[10] usklađen s njegovom potrošnjom na svim ostalim postrojenjima i to:

Intermedijeri[11]:

- već opisani tekući, bezvodni, amonijak-1 (99,5 % NH_3)
- dušična kiselina-1 (56 %− 60% HNO_3), kapacitet 810 tona/dan, sukladno licenciji francuske tvrtke Grande Pariosse.

Finalni kruti proizvodi:

- kalcijsko-amonijski nitrat-1 (KAN) s 25 % dušika, kapacitet 620 tona/dan (s mogućnostima 20,5 %, 27 % i 35 % dušika), sukladno licenciji tvrtke Kaltenbach
- urea-1 (karbamid) s 46 % dušika, kapacitet 300 tona/dan, nizozemske tvrtke Stamicarbon N.V. (to se dušično gnojivo dotad uopće nije ni proizvodilo u SFRJ)
- kompleksna gnojiva NPK-1, u različitim formulacijama hranjive tvari dušika (N), fosfora (kao P_2O_5) i kalija (K), kapacitet 1360 tona/dan za uvjetni proizvod NPK 13-10-12 po tzv. karbonitričnom postupku francuske tvrtke Potasse et Engrais Chimique (P.E.C.).

[9] **agrar** (lat. *agrarius*, poljski), naziv koji najčešće označuje poljoprivredu, također označuje poljodjelstvo, a često se upotrebljava i kao opći naziv za sve ono što je u vezi s poljoprivrednim zemljištem i zemljišnim odnosima

[10] engl. ***payback***; povrat, povrat investicija

[11] **intermedijer**; međuproizvod u industrijskoj proizvodnji, molekulska ili ionska vrsta koja nastaje iz reaktanta i dalje reagira dajući gotov proizvod (intermedijeri se tijekom reakcije ne nagomilavaju)

2. Rezultati kutinske petrokemijske industrije od 1968. do kraja 1993.

Na svim tim postrojenjima iz I. faze TMG-a u prvom je 25-godišnjem razdoblju od 1968. do 1993. ostvarena ukupna proizvodnja robnih mineralnih gnojiva u ukupnim količinama od 17 476 tisuća tona, tj. godišnje prosječno 699 tisuća tona, odnosno dnevno prosječno 2118 tona (računato na 330 efektivnih radnih dana godišnje jer je za opći zastoj svih postrojenja zbog svakogodišnjeg generalnog remonta rezerviran ostatak od 30 dana, plus pet dana za neočekivane tolerirajuće zastoje). Tako je sasvim realno izračunato ostvarenje prosječne iskoristivosti ukupnih instaliranih kapaciteta finalnih postrojenja iz I. faze TMG-a na izvrsnoj razini od 93,2 %, odnosno punih 307 dana rada godišnje uz 100 % iskorištenja ugrađenih kapaciteta svake od naznačenih 25 godina rada I. faze TMG-a (često nazvane TDG). Još je važniji podatak da je sva ta ostvarena proizvodnja na tržištu komercijalno plasirana u količinama od 17 100 tisuća tona, odnosno 98 % sve proizvedene robe, što znači da je za prijelazne zalihe za proljetnu sjetvu i prihranu već za godinu 1994. sačuvano barem 250 tisuća, odnosno 45 % ukupnih prijelaznih zaliha. Još su dva podatka zanimljiva jer su se ozbiljno mijenjali njihovi odnosi s obzirom na razvoj TMG-a. Riječ je o udjelu izvoza i udjelu hranjive aktivne tvari (HAT) sadržane u gnojivima. Budući da se to evidentiralo zajedno s komercijalnom problematikom, bit će obrađeno nešto poslije, iz zajedničkih podataka iz I. i II. faze TMG-a.

Taj prosječni podatak za proizvodna ostvarenja svih proteklih 25 godina zavređuje posebnu pozornost kao nešto neočekivano ili nestvarno. Ali, to je ipak istinit podatak za pamćenje, jer je trebalo sinkronizirati enormno puno pažnje i znanja u svakodnevnoj operativi, koja je za vrijeme Domovinskog rata bila ugrožena stalnim uzbunama i opasnostima od većih havarija. Proizvodnja na ključnom postrojenju Amonijaka-1 morala se zatvoriti još 12. veljače 1991. jer bi posljedice moguće havarije za djelatnike i stanovništvo bile preopasne i smrtonosne. Sretna je bila okolnost da je Amonijak-2 s usavršenom tehnologijom i povećanim kapacitetom već bio spreman za cjelovitu zamjenu.

Sve su to bili rezultati upornog, stručnog, visokoorganiziranog i vrijednog radnog kolektiva, koji se pripremao od 1987. za stjecanje priznanja za izvrsnost, po svim elementima ISO[12] standarda, i po većini objekcija koje se pritom uobičajeno traže. Traženi QA[13] Lloyd's dokument nije pribavljen do mojeg odlaska u mirovinu 1994. godine pa me suradnici nisu više ni morali izvještavati o

[12] **ISO** (engl. International Organization for Standardization), Međunarodna organizacija za normizaciju

[13] **QA** (engl. *quality assurance*); osiguranje kvalitete

rezultatima tih napora. Saznao sam tek puno poslije da je tadašnji predsjednik tog novog dioničkog društva Gojko Zovko na samom početku mandata imao čast 24. lipnja 1995. preuzeti očekivano priznanje dostignute kakvoće proizvodnog programa i poslovanja te, u doba snažnog razvoja i tehnološke modernizacije nekad napredne i dobro organizirane tvrtke.

Zbog državnog interesa i stasalih kaprica međurepubličkih sukobljavanja unutar SFRJ, intervencijom i uredbom o fiksnom blokiranju (tzv. maksimiranju) prodajnih cijena svih svojih proizvoda na dugi rok (čitavih osam godina) još je 1983., usred enormno visoke godišnje inflacije (prosječno 56 %), i bez ikakve krivnje natovaren nepodnošljiv teret svih posljedica tako visoke inflacije. Sve se to događalo u kritično vrijeme nesređenih godina u doba rastakanja i istodobnog osamostaljivanja RH iz SFRJ.[14]

Takva stanja nisu previše zabrinjavala vodstva najveće hrvatske naftne kompanije i poduzeća SOUR-a[15] INA Zagreb, a posebno što se događalo i u ovoj sastavnici i članici velike i napredne tvrtke INA Petrokemija − Kutina, jer su se tako nastali problemi trebali rješavati kroz republička tijela i budžetska sredstva SRH[16] (kao što se to radilo i za ostale proizvođače mineralnih gnojiva izvan SRH u Jugoslaviji). Tadašnji TMG iz Kutine, tad još uvijek uvjeren u 25-godišnju uspješnu suradnju u okviru SOUR-a INA Zagreb, očekivao je pozitivan rasplet nastalih štetnih posljedica takve politike. One su se pokušale isprva rješavati podnošenjem tužbi protiv SIV-a[17] bivše SFRJ, ali su sudske vlasti djelovale sinkronizirano sa SIV-om pa su rješenja nastalih velikih problema odgađala i kroz očekivano priznanje po podnesenom zahtjevu još iz 1987. godine za dodjelu standarda ocjene kvalitete rada i poslovanja po ISO kriterijima za izvrsnost djelovanja i poslovanja tad uzorne članice INA-e. Priznanje je došlo sa zakašnjenjem od nekoliko godina pa nije moglo pomoći u objašnjavanju nastalih problema koji su se nadvili nad tad još uvijek kutinskom INA Petrokemijom. Praktički je bila riječ o nastalim štetama u visini od 260 milijuna dolara, koje su sjele na teret te dugogodišnje članice INA-e u vrlo osjetljivom trenutku osamostaljenja RH, s mnoštvom kadrovskih promjena na svim razinama i bez potrebnih sredstava za rješavanje tog umjetno stvorenog problema. To je u najmanju ruku pojelo svu stvorenu akumulaciju iz 20-godišnjeg poslovanja tzv. I. faze TMG-a, a zatim ozbiljno naštetilo podmirivanju preostalog dijela nepodmirenih anuitetskih obveza za izgradnju II. faze TMG-a (za oko 150 milijuna dolara), te dovelo uspješnu tvrtku u nelikvidnost, insolventnost i opći kolaps.

[14] **SFRJ**, Socijalistička Federativna Republika Jugoslavija

[15] **SOUR**, složena organizacija udruženog rada

[16] **SRH**, Socijalistička Republika Hrvatska

[17] **SIV**, Savezno izvršno vijeće (vlada)

Nažalost, nije shvatljivo da postoje odgovorne osobe koje smatraju da, uz takve proizvodne rezultate kakve su udružene snage kolektiva Petrokemija ostvarile, mogu zamišljati da su sve to radili bez ostvarene akumulacije i poslovnog profita, pa i zbog činjenice da su im prosječne plaće bile čak 15 % niže od prosječnih plaća u INA-i, što se moglo protumačiti kao neka vrsta samodoprinosa za realizaciju budućeg i dogovorenog programa razvoja II. faze TMG-a u korist agrara.

Nije shvatljiva ni činjenica da se u javnost plasirala informacija o poduzeću kao vječitom gubitašu, kako se moglo čuti od odgovornih ljudi iz svojedobne vlasti nove RH, uz postignute i prikazane proizvodne učinke sadržane u silnim milijunima tona proizvedenih mineralnih gnojiva, u kompliciranoj, usloženoj i opasnoj kemijskoj preradi i borbi s korozijom bez nezamislivog i nužnog stručnog osoblja na održavanju trajne kondicije svih tih međusobno ovisnih postrojenja kroz 330 dana godišnje. Svatko bi od njih trebao pročitati barem nešto iz knjige profesora agronomije V. i B. Pavleka pod naslovom *Problem hrane ili gladi u svijetu*, koja pruža informacije o značaju i ulozi mineralnih gnojiva u fertilizaciji raspoloživog zemljišta i sprečavanju gladi u svijetu.

Također, nije jasno kako je bilo moguće pretpostaviti da Petrokemija može ući u realizaciju svojeg razvojnog iskoraka u 1980./1981. godini, nazvanog II. faza TMG-a, bez osiguranih sredstava iz vlastite akumulacije, barem za vlastito učešće u toj značajnoj investiciji u vrijednosti od tadašnjih 330 milijuna dolara. Taj se projekt ne bi mogao realizirati i pustiti u probni pogon s postrojenjem Amonijak-2, nego potkraj 1983. godine (točno 9. listopada), kojim je uspješno zamijenjen postojeći manji, ali i rizični Amonijak-1 zbog svojih tehnoloških specifičnosti i mogućih ratnih havarija.

Vrijeđa ljude koji su radili i opredijelili se za rad u Petrokemiji svaka konstatacija da je tvrtka vječiti gubitaš, što nije niti je mogla biti istina. To mogu potvrditi svi koji su procjenjivali izrađeni *Feasibility study* iz 1981. godine, odnosno Investicijski program projekta II. faze TMG-a, odluke partnerske bankarske kuće PBZ, angažirane institucije Petrokem Zagreb, osoblja Svjetske banke (World Bank) iz Washingtona DC zaduženog za sindikalizaciju sudionika i podršku projektu, kao i svih nadležnih tijela za odobravanje projekta od RIV-a[18] Socijalističke Republike Hrvatske.

Istina o projektu II. faze TMG-a utvrđena je dogovorno na razini RIV-a SRH, cijelog SOUR-a INA te kutinske INA Petrokemije kao budućeg realizatora tog razvojnog projekta, pripremljenog nakon pomnog izučavanja tržišnih potreba već uhodanog gravitacijskog okruženja, te ocjena izvoznih mogućnosti, a sve na bazi zahtjeva potrošača gnojiva i njihovih udruženja, koji su inzistirali na tzv. 100 % vodotopivim vrstama mineralnih gnojiva u odnosu na dotadašnju

[18] **RIV**, Republičko izvršno vijeće

proizvodnju NPK gnojiva sa 100 %-nom citratnom topivošću po tzv. karbonitričnoj tehnologiji, te višeg stupnja kompleksnosti, zajedno s višim sadržajem hranjive (aktivne) tvari, po čemu se potrošačima osigurava konkurentnija cijena i viša kvaliteta proizvoda (robe sa smanjenim balastom). Pri svemu tome računalo se s povećanom potrošnjom, tj. približavanjem potrošnji gnojiva u sličnim razvijenim zemljama Europe.

Evo nekoliko osnovnih informacija o gabaritima projekta TMG-a nazvanog II. faza TMG-a kreiranog 1980./1981. godine:

Intermedijeri:

- amonijak-2, tekući, bezvodni (99,5 % NH_3), kapacitet 1360 t/dan, sukladno licenciji američke tvrtke Kellogg
- dušična kiselina-2 (nitratna) (50 % − 65 % HNO_3), kapacitet 1260 t/dan, sukladno licenciji francuske tvrtke Grande Paroisse
- sulfatna kiselina (H_2SO_4), kapacitet 1500 t/dan, sukladno licenciji njemačke tvrtke Chemibau Bayer
- fosfatna kiselina (H_3PO_4), kapacitet 500 t/dan (kao P_2O_5, sukladno licenciji tvrtke Fisons).

Finalna kruta gnojiva:

- urea-2 (karbamid) 46 % dušika, kapacitet 1500 t/dan, sukladno licenciji talijanske tvrtke Stamicarbon
- kalcijev amonijev nitrat-2 (KAN), kapacitet 760 tona/dan, sukladno licenciji tvrtke Kaltenbach
- visokokoncentrirana kompleksna i vodotopiva NPK gnojiva, po fosfonitričnom postupku, kapacitet 1500 t/dan, po francuskom izvođaču tog objekta tvrtke Creusot-Loire.

Svega finalna kruta gnojiva:

Ukupno: 1 251 000 t/god za najviše 330 dana/god.

Dopunski program, finalni tekući proizvodi – kemikalije:

- amonijak-2, raspoloživo iz postrojenja, 41 800 t/god.
- fosfatna kiselina, raspoloživo iz postrojenja, 33 800 t/god.
- dušična kiselina-2 (nitratna), raspoloživo iz postrojenja, 15 300 t/god.
- sulfatna kiselina, raspoloživo iz postrojenja, 32 100 t/god.

Spomenuti razvojni program II. faze TMG-a pripreman je dvije godine na zahtjeve velikih potrošača gnojiva, odnosno zahtjeve tržišta još u razdoblju 1980./1981., a okončana je njegova kompletna realizacija po etapama, najprije s Amonijakom-2 još 1983. te u drugom polugodištu 1984. za preostali dio projekta. Razlozi brzanja za Amonijak-2 već su navedeni, kako bi mogli količinski



Sl. 3.: Detalj postrojenja Amonijak-2

osiguravati nesmetan istodobni rad preostalih postrojenja I. i II. faze TMG-a, postići racionalizaciju u ekonomiji potrošnje ključne sirovine prirodnog plina, jer je bitno izmijenjena njegova tehnologija, pogotovo nakon svakog prekida rada iz raznih razloga pri novom uhodavanju s ranijih sedam dana (kod AMO-1) na dva dana (kod AMO-2).

Sasvim nova postrojenja, prvo za sulfatnu, a zatim i za fosfatnu kiselinu, taj su put ušla u program II. faze TMG-a, kojim se ostvaruje tzv. 100 %-tna vodotopivost te važne vrste mineralnih gnojiva iz grupe NPK finalnih proizvoda, s brojnim i vrlo različitim formulacijama. To su nove vrste visokokoncentriranih NPK gnojiva po tzv. novom fosfonitričnom postupku. Dok su NPK gnojiva proizvedena u okviru I. faze ostvarivana jednostavnijom tehnologijom i bez dvaju novih postrojenja, koja su izbjegnuta kao kompromis zbog tadašnjeg nedostatka raspoloživih investicijskih sredstava, u II. fazi to se više nije moglo niti željelo izbjeći jer su veliki potrošači inzistirali na najvišoj mogućoj kvaliteti složene i skuplje vrste NPK gnojiva. Jasno je da će se viša kvaliteta novih NPK gnojiva odraziti na njihovo poskupljenje (neznatno), jer im se bitno mijenja kvaliteta primjene te istodobno omogućuje puno veći udio hranjive aktivne tvari (HAT), nužne za rast prinosa svih poljoprivrednih usjeva, koji su čista ishrana nužna za povećanje svih prihoda u agraru. Bez pravilno dozirane

fertilizacije kao i drugih važnih faktora, danas više nema ni suvremene ni bogatije poljoprivrede.

Treba naglasiti da je prosječni sadržaj HAT-a na postrojenjima I. faze iznosio do 31 %, dok su te karakteristike iz II. faze dovedene do savršenstva, ovisno o asortimanu, čak do 45 %, što čini iznimno visoko povećanje prosječne kvalitete, posebno kod novih vrsta NPK gnojiva. Pritom treba posebno naglasiti ulogu također finalnog, tad sasvim novog proizvoda − uree − koja ima važnu ulogu u sušnim klimatskim uvjetima. Na ostalim proizvodnim postrojenjima, dušičnoj kiselini, urei i KAN-u nema nekih tehnoloških inovacija, osim s raspoloživim količinama tzv. tekućih raznovrsnih kemikalija koje su viškovi neutrošenih intermedijera, uključivo i tekući amonijak za direktnu primjenu u suvremenom agraru.

U naznačenih 25 godina ostvarivan je udio plasmana u tzv. klasičnom izvozu prosječno svake godine 17,6 %. U to je uključena i pojačana prodaja gnojiva u Kinu (kao trampa u zamjenu za naftu nužnu za nesmetan rad rafinerija INA-e u količini od 600 tisuća tona iz dvogodišnjeg razdoblja 1992./1993., iz razloga općeg nedostatka deviznih sredstava za normalizaciju opskrbe derivatima). Po odbitku tog interventnog izvoza, naznačen prosjek je snižen na 14,8 % u svakoj od 25 godina, odnosno na 15,8 % računato samo iz I. faze TMG-a za proteklih 20 godina.

S obzirom na nastale teritorijalne promjene pri osamostaljenju RH u odnosu na ranije gravitacijsko kutinsko tržište, postotni udio izvoza mineralnih gnojiva očekivano bi se mogao znakovito povećati kad bi se uklonile sve prepreke unutar regija bivše SFRJ. Kako izvoz igra veliku ulogu u definiranju opsega ostvarenog BDP-a RH, sređivanje tog stanja postaje sve važniji faktor vraćanja Petrokemije na svoje ranije gravitacijsko tržište na koje se u programu II. faze objektivno računalo. U prilog tomu glavnu ulogu ima Kutina, kao centar tog ukupnog obradivog zemljišnog fonda i potrošačkog područja, pogotovo nakon izvršene modernizacije kroz II. fazu, kao i poznatu konkurentnost prodajnih cijena njezinih proizvoda još iz I. faze. To posebno naglašavam zbog znatnog povećanja sadržaja hranjive aktivne tvari u gnojivu iz II. faze za nepunih 40 % (prosječni HAT s 31 % povećan je na 42 %, sve čak do 60 % ovisno o izboru asortimana, sa smanjenjem sadržaja ostalog balasta manje značajnog za kalcifikaciju tla u gnojivima).

Sve je to verificirano kroz program modernizacije iz II. faze TMG-a, još iz razdoblja prije početka uvedenog tzv. ilegalnog subvencioniranja agrara u SFRJ, zajedno s maksimiranjem prodajnih cijena svih vrsta gnojiva po odluci SIV-a iz 1983. godine, usred enormne inflacije koja je trajala osam godina, sve do 1990. godine. Time smo stigli do novog poglavlja ovog uvodnog prikaza.

3. Priznanje ISO o kvaliteti proizvoda tvrtke INA Petrokemija d. d.

Pripreme za dobivanje dokumenta *Certificate of approval* počele su još 1987. godine. Dokument je svečano uručen predsjedniku Poslovnog odbora Gojku Zovku na samom početku njegova četverogodišnjeg mandata, tad već novog kutinskog dioničkog društva dana 24. listopada 1995., za ostvarene učinke još iz I. faze TMG-a, kad je poduzeće djelovalo u sastavu INA Petrokemije Kutina.

Certificate of Approval No:201642, izdan od strane ovlaštene organizacije Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) iz Londona, s važnošću do 30. rujna 1998. godine, (odnosno do nove promjene) bio je rezultat naših višegodišnjih napora i nastojanja dokazati se odgovarajućim međunarodnim priznanjem posredstvom brojnih međunarodnih specijalista po svakom od 18 poglavlja ove ukupne prosudbe kakvoće izvrsnosti za cijeli proizvodni i poslovni program kutinske Petrokemije, ali samo s važnošću za tzv. I. fazu TMG-a. Certifikat je predao u ime LRQA-e Edgar Katić u prisutnosti dvaju predstavnika Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta 24. listopada 1995. godine.

4. Tragedija kutinske Petrokemije bez njezine krivnje!

Zbog sve većih nesuglasica i bujanja nacionalizma u odnosima među republikama koje su činile socijalističku Jugoslaviju poslije smrti Josipa Broza Tita, kao posljedica nastale reorganizacije vlasti, a posebno zbog budžetske krize, odjednom je bez posebne najave ukinut dugogodišnji legalni sistemski instrument subvencioniranja agrara u SFRJ, nazvan Savezni regres za gnojiva. Budući da SIV nije smio ostaviti agrar bez određene subvencije, razmatrajući moguće solucije, opredijelio se za ilegalni model subvencioniranja i to na teret proizvođača gnojiva, sve usred enormne inflacije po godišnjoj prosječnoj stopi od čak 56 % za svaku od navedenih osam godina (od 1982. do 1990.) putem objave o 'maksimiranju' (tj. blokadi) postojećih prodajnih cijena gnojiva već od početka 1983., sve na štetu tzv. "bogatih proizvođača mineralnih gnojiva", koji će "lako" pokrivati tako nastale štete iz svoje bogate akumulacije.

Sve se to događalo uz pomoć beogradskih suflera protiv jake i bogate INA-e, koja si dopušta samoupravno odlučivati o svojem razvoju, pogotovo o razvoju konkurentne kutinske Petrokemije. Sve se to događalo u vrijeme dovršavanja izgradnje projekta II. faze TMG-a, upravo kad su u SIV-u doznali da će se najesen iste 1983. godine pustiti u rad novi Amonijak-2 kapaciteta



Lloyd's Register
Quality Assurance
CERTIFICATE OF APPROVAL

Potvrđujemo da je Sustav upravljanja kakvoćom u:

INA PETROKEMIJA d.o.o.
Kutina, Republika Hrvatska

odobren od Lloyd's Register Quality Assurance Limited
prema sljedećem standardu za sustave upravljanja kakvoćom:

ISO 9002:1994

Sustav upravljanja kakvoćom primjenjuje se na:

Proizvodnju: UREA, jedinično dušično gnojivo i srodni proizvodi, KAN, kalcij-amonij nitrat i amonij nitrat visoke i niske gustoće, NPK, kompleksno mineralno gnojivo, ČAĐA.

Potvrda br. 201642

Odobreno: *27. rujna 1995.*
Potvrda izdana: *27. rujna 1995.*
Potvrda vrijedi do: *30. rujna 1998.*

za LRQA

Ova potvrda izdana je pod uvjetom da trgovačko društvo održava svoj sustav prema zahtjevanim standardima što će biti nadgledano od LRQA.

Sl. 4.: Dokument LRQA kojim je priznata kakvoća izvrsnosti po standardu ISO 9002/1994. za I. fazu TMG-a u INA Petrokemiji

1360 t/dan, kao primjer što se sve to događa u prejakoj i "bogatoj INA-i" (takve su zlobne etikete našle svoje mjesto i u presudama dvaju beogradskih sudova koji su rješavali podnesene dvije tužbe protiv "neprikosnovenog i nepogrešivog" SIV-a, koji su bespogovorno izvršavali prljave naloge najviših tijela SFRJ), i to sa sljedećim ukupnim posljedicama za proizvođače gnojiva, koji su uvijek poslovali pod strogom kontrolom nadležnih saveznih vlasti za cijene SFRJ, tablica 1.

Tablica 1.: Rekapitulacija šteta (po odluci SIV-a iz 1983.)

	Zbroj šteta za grupaciju	Zbroj šteta za TMG
Po I. tužbi 1985. (P19629/87) i presudi od 19. 10. 1988.)	340 mil. dolara	160 mil. dolara
Po II. tužbi 1987. (PŽ 883/89) i presudi od 11.04.1989.)	470 mil. dolara	260 mil. dolara

Primijenjeni model blokiranja prodajnih cijena u proizvodnom, pa i u svakom drugom poduzeću, u vrijeme enormne inflacije (čak od prosječnih 56 % godišnje, koja je neočekivano trajala osam godina sve do 1990.), spada u kategoriju neuobičajenih diskriminirajućih i nepoštenih mjera, pogotovo u društvu u kojem se već razbuktavaju međurepublička sukobljavanja na nacionalističkoj bazi, što mora rezultirati neslućenom katastrofom žrtava kojima su one bile namijenjene. Ta je mjera istodobno poslužila zapravo za kompenzaciju pri ukidanju tzv. saveznog regresa za gnojiva zbog nastale tadašnje savezne budžetske krize (taj je regres isključivo pripadao samo agrarnim potrošačima).

Tako je počeo proces ilegalnog subvencioniranja agrara (protiv kojeg agrar nije prosvjedovao), koja je prouzročila enormne štete svim proizvođačima gnojiva koji su i inače djelovali pod strogo kontroliranim uvjetima poslovanja i to s prosječnom relativno niskom akumulacijom (osim kod kutinske Petrokemije zbog iznimno visokog korištenja svih svojih instaliranih kapaciteta, već opisanih 95 % prosječno u razdoblju svih 20 prethodnih godina). Cijela grupacija po podnesenim tužbama protiv SIV-a iz 1985. i 1987. godine pretrpjela je najprije štetu od 340 milijuna dolara, da bi se taj iznos povećao na 470 milijuna, od čega je na teret Petrokemije otpadala nastala šteta od tadašnjih 260 milijuna dolara (što po sadašnjem tečaju čini u najmanju ruku iznos od 1664 milijuna kuna), koja je pala najprije na teret njezine kompletne akumulacije, a zatim na teret tzv. poslovnih gubitaka, a potom dovela do totalne nelikvidnosti. Nisu to bili nikakvi poslovni gubici, nego nasilna i sustavna otimačina sredstava pripremljenih za financiranje kompletne izgradnje kao i obveza po otplati preuzetih kredita za realizaciju programa II. faze TMG-a, stečena napornim i teškim radom od strane kolektiva Petrokemija kroz izvrsno korištenje svih svojih kapaciteta



Sl. 5.: Prosvjedi protiv privatizacije Tvornice mineralnih gnojiva u kolovozu 1998. godine.

iz prethodnih 25 godina, ostvarena čak i uz odreknuće dijela svojih plaća (koje su niz godina bile za 15 % niže od prosjeka cijele INA-e), sa stručnim vodstvom vrlo dobro organiziranog poduzeća, koje je pretendiralo po okončanju izgradnje i realizacije programa svojeg razvoja kandidirati se za priznanje izvrsnosti po ISO normi (po tom predmetu aktivnosti su počele još 1987. godine, a za ocjenu efekata II. faze TMG-a nešto kasnije).

Već na samom početku te umjetno stvorene krize s INA-om je dogovoreno da se na SIV ne vrši totalni pritisak jer bi to moglo ozbiljnije poremetiti odnose SRH i SFRJ, što bi direktno moglo zasmetati i cijeloj INA-i. Riješeno je da se sve te nepoštene igre toleriraju, a da će se posljedice takvih pritisaka i zlonamjernih mjera naknadno dogovorno utvrđivati i na zadovoljavajuće načine rješavati, prije svega kroz kompenzacije s razine INA-e i vlasti SRH, kao što će učiniti i druge zainteresirane republike svojim oštećenim proizvođačima gnojiva, odnosno putem sanacija iz republičkih budžeta. Pritom se očekivalo da je ta mjera samo privremena i kratkotrajna dok se zajednički protesti ne uvaže, jer bi u protivnom takva mjera bila ne samo nezakonita nego bi spadala zbog visoke inflacije u podvale, odnosno pod urotu protiv nepoćudnih republika. Nažalost, ostvarila se nevjerojatna situacija koja je trajala sve do 1991. godine.

Sad se već može opravdano konstatirati da kutinska Petrokemija uopće nije ni bila gubitaš niti tzv. vječiti gubitaš, kako je to opisao u svojoj knjizi pod naslovom *Nije bilo uzalud* Slavko Degoricija, i izrekao u svojem nadahnutom govoru 12. kolovoza 1992. u povodu proslave 40. godišnjice Naftaplina pred okupljenim naftašima u Molvama. Kad to kaže jedan od osnivača stranke HDZ, zatim predsjednik Sabora, tad još u okviru SRH, ali već u tranziciji, te predsjednik Kluba zastupnika HDZ-a u Saboru RH, zatim novi predsjednik Upravnog odbora cijele INA-e, te predlagač Nikice Valentića za generalnog direktora INA-e (koji je 1993. postao predsjednik pete Vlade RH), onda to ima određenu težinu. Zapravo, na taj je način samo opisana pretvorba "bogate" kutinske Petrokemije, koja je jednim opasno smišljenim zakonom te opisanom i namjerno smišljenom odlukom SIV-a iz 1983. godine pretvorila proizvođača mineralnih gnojiva TMG-a u vječitog gubitaša još u Jugoslaviji. Pri tome ipak moram zahvaliti Slavku Degoriciji, našem starom znancu iz Kutine, na tada izrečenoj pohvali stručnjacima i svim djelatnicima, tada još u INA – Petrokemiji, za ispomoć rafinerijama INA-e kroz izvoz gnojiva trampom za naftu i spašavanju redovite opskrbe s derivatima, za vrijeme Domovinskog rata, u općem nedostatku deviza.

Kako sve do kraja 1989. tijela vlasti SRH nisu INA-i niti TMG-u refundirala preračunati iznos i iznimno visoke nastale štete, teret je pao u nadležnost tijela RH, koja te terete ne priznaju, već ih ostavljaju novim vlastima INA-e ili TMG-u kao poslovne gubitke, uz odluku o općoj liberalizaciji ranije blokiranih cijena gnojiva iz 1983. godine, koja je bez javnog protesta djelovala smiješno. Anonimni autori koji su bili ovlašteni rješavati taj zaostali jugoproblem, bez za to raspoloživih sredstava, bili su tako prisiljeni na ostavku ili uz pomoć suflera s raznih strana na radikalna i jednostrana rješenja tzv. penalizacijom.

U općem pomanjkanju raspoloživih sredstava za tako veliku refundaciju, u pronalaženju izlaza iz situacije u koju su dovedeni, oni su se *de facto* pretvorili u konačne izvršitelje tih nakaradnih odluka bivšeg SIV-a i njihovih poslušnih presuditelja po podnesenim tužbama iz pravosudnog sustava SFRJ. Taj dio penalizacije tako je sveden praktički samo na TMG kao jedinog krivca koji je tim ilegalnim mjerama utvrđen kao bogati krajnji nositelj takve štete.

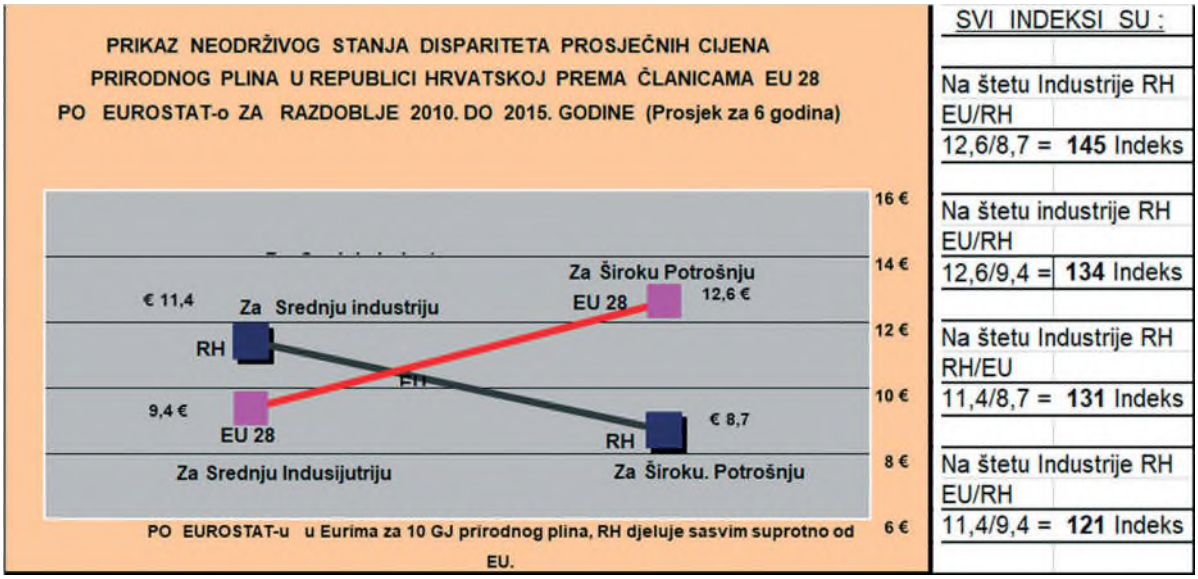
Uz negiranje svoje odgovornosti za nastale štete, uključila se i Direkcija INA-e, jer se postupak penalizacije nastavio s odlukom INA-e o isključenju INA Petrokemije iz sustava INA-e već s 30. listopadom 1990. godine. Taj dio kažnjavanja dobro organiziranog kolektiva mnoge je iznenadio tim više jer je zapravo INA bila potpuno uključena u bit i sam cilj zavjereničkog procesa izvedenog putem SIV-a SFRJ još iz 1983. godine. Bila je to netransparentna, pritajena i nepoštena mjera anonimne grupe iz nove INA-e, jer njezini članovi nisu željeli ni čuti za bilo kakve svoje obveze oko nastalog problema. Nisu uzeli u obzir ni 25 godina uspješne i pozitivno ocjenjivane suradnje s petrokemijskom

baštinom u članstvu SOUR-a INA od daleke 1965. godine. Pritom su zaboravili na činjenicu da su najviša tijela INA-e zajedno s vlastima SR Hrvatske još 80-ih godina odobrila razvojni program TMG-a kao važan objekt modernizacije hrvatske industrije, s ciljem općeg unapređenja ukupne poljoprivredne proizvodnje.

5. Još dva ili tri otežavajuća rješenja za kutinsku Petrokemiju

Prvo, umjesto da se tada to velebno i važno poduzeće za agrar, netom iza okončane tehnološke modedrnizacije i izgradnje II. faze TMG-a, definiralo u strateški državni subjekt, oni su ga definirali u samostalno dioničko društvo s minornim i ograničenim kapitalom, pripremljenog za proces tzv. privatizacije, odnosno za traženje strateškog partnera koji bi mogao pokriti sve tako nastale navedene štete.

Drugo, uz djelomično razumijevanje nastale situacije u kojoj se našla Petrokemija, druga Vlada RH naredila je INA Naftaplinu pojeftinjenje prirodnog plina, tj. osnovne tehnološke sirovine za postrojenje amonijaka i svih gnojiva u TMG-u za 20 %, kako je to uobičajeno u razvijenim zemljama Europe. Ta je uredba poštivana 3-4 godine, da bi se situacija s opskrbom nakon toga još više pogoršala i prepustila stihiji uvoza skupog plina iz dalekog Sibira, premda se INA još 1968. obvezala za Kutinu osiguravati domaći plin iz savsko-podravskih



Sl. 6.: Prikaz neodrživog stanja dispariteta prosječnih cijena prirodnog plina u RH prema članicama EU 28 prema Eurostatu za razdoblje 2010. – 2015.

revira[19], koji je tad bio tri puta jeftiniji od uvoznog. Osim toga, vladina agencija HERA[20] nije dobila ovlaštenje da regulacijom osigura primjenu povlaštene i prioritetne ukupne opskrbe i cijene prirodnog plina za njegovu uporabu u proizvodnji gnojiva, kao njegovu osnovnu i jedinstvenu tehnološku sirovinu, koju u EU-u i svuda u svijetu priznaje i poštuje.

Treće, nova Petrokemija, formirana kao dioničko društvo, obvezna je na provođenje tzv. restrukturiranja za pripremu privatizacije tog strateškog poduzeća, posebno važnog za agrar, što je uglavnom u upravi tog već dioničkog društva shvaćeno kao zahtjev za bitno smanjenje broja zaposlenika. Nije javnosti dana informacija da je kutinska Petrokemija na taj neprikladan način smanjila svoju radnu snagu čak za 2000 djelatnika, od čega je zbog zatvaranja ostalih poslovnih djelatnosti tvrtke (Nove čađare i Glinare) smanjen broj zaposlenih na svega 400 djelatnika, što znači da je tako reducirano čak 1600 osoba, ali time je istodobno reducirana i proizvodnja gnojiva. Tim višegodišnjim postupcima veći broj stručnog i strukovnog kvalificiranog kadra, pogotovo iz brojnih službi za održavanje i izradu rezervnih dijelova, napustio je vjerojatno na razne načine tvrtku, čime su obogaljili svoje ranije dogovorene obveze kod provođenja svakogodišnjeg generalnog remonta i sličnih radova, pa je i to utjecalo da su postrojenja I. faze TMG-a reducirana, što je dovelo do smanjenja ukupnih kapaciteta TMG-a za 750 000 t/god. Drugim riječima, ranija postrojenja iz I. faze TMG-a nisu više uvrštena, čak ni u tzv. unutrašnje rezerve tvrtke, što je bila štetna odluka, pogotovo oko usmjerenih napora za obnovu bivšeg gravitacijskog tržišnog područja, koje bi sad postalo izvozno tržište, jer je izvoz dobio velik značaj za potencijalno povećanje BDP-a i u RH.

Među ostalim problemima nalazi svoje mjesto i odluka da su zaposlenici Petrokemije izgubili pravo na otkup dionica INA-e za popuste u zamjeni za radni staž, u kojoj su radili čitavih 25 godina, u odnosu na druge zaposlenike INA-e, koji su radili u INA-i samo dvije godine dulje, jer je INA konstituirana 1963., tj. samo dvije godine prije. Te tzv. dionice INA-e i sad imaju svoju vrijednost, dok su dionice Petrokemije d.d. − Kutina nakon njihova uvođenja uskoro sasvim obezvrijeđene.

Veliko kutinsko poduzeće i neprocjenjiva baština iz ranijeg sustava, sad kao dioničko društvo već punih 28 godina uglavnom vegetira i uzaludno čeka strateškog partnera, ponajviše zbog neredovite opskrbe i naređene previsoke cijene prirodnog plina (svoje osnovne sirovine za proizvodnju gnojiva).

Još ću jednom naglasiti da Petrokemija nikad nije bila gubitaš, niti tzv. vječiti gubitaš, kako je to uvriježeno u javnosti, već je to, nažalost, učinjeno tek

[19] **revir**, područje u kojem se nalaze objekti neke sirovinske ili gospodarske osnove

[20] **HERA**, Hrvatska energetska regulatorna agencija, vladina službena agencija za energetsku regulaciju



Sl. 7.: Jedan od proizvoda Službe za održavanje TMG-a u brizi za zamjenu dotrajalih dijelova postrojenja (granulator RK 10101 NPK postrojenja)

odlukama koje su praktički šutke priznale predmetnu odluku SIV-a SFRJ iz 1983. te različitim postupcima nečinjenja dugih 25 godina. Isto tako, ostajem u dubokom uvjerenju da se jednim pravnim aktom ne smije nekom poduzeću oteti njegova ostvarena akumulacija postignuta izvrsnim poslovnim rezultatima u dugom nizu godina, kao što je to ostvareno u opisanom slučaju poslovanja iz I. faze TMG-a. Takvi se postupci ni u kojem slučaju u poslovnom svijetu ne smiju tolerirati.

6. Epilog

Sadašnja Petrokemija d.d. iz Kutine, bez obzira na sve teškoće i nesretne okolnosti koje su je pratile u toliko dugom razdoblju, uoči nadolazeće 2018. navršit će 50 godina djelovanja na korist i puno zadovoljstvo visokom kvalitetom i dostupnošću brojnih novih proizvoda iz širokog područja svojeg korisnog djelovanja. Poljoprivrednici potrošači mineralnih gnojiva shvatili su veliku i važnu ulogu kompleksnih agrotehničkih postupaka kojima će moći utrostručiti svoje agrarne prinose uz pomoć ispravne i pravodobne primjene fertilizacije. Kutinska Petrokemija svoju je odgovornu ulogu uvijek obavljala vrlo stručno, na širokom gravitirajućem tržištu u zemlji i svijetu, i u granicama svojih brojnih nemogućnosti koje su u tekstu apostrofirane. U povodu predstojeće proslave pola stoljeća postojanja ona će premašiti opseg svoje korisne opće društvene uloge ukupnom proizvodnjom većom od 53 milijuna tona vrlo široke lepeze

raznih vrsta mineralnih gnojiva, što znači da su ruke djelatnika Internog transporta na jedinstvenoj pakirnici morale u tom razdoblju prebacivati čak 16 milijardi vreća od po 30 kilograma robe.

S obzirom na sav napor i tim povodom, od vlasti RH očekuje se kvalitetniji pristup u rješavanju brojnih problema s kojima se poduzeće susreće niz godina jer će to biti garancija uspješnog poslovanja u idućim godinama za traženi napredak hrvatskog agrara i traženog rasta budućeg BDP-a, koji će moći proizići iz više razine racionalnog raspolaganja bogatom i nenadoknadivom baštinom, koja je začeta i stvorena provedenim tehnološkim modernizacijama ukupne proizvodnje u Kutini prethodnih trideset godina.

Ljudi koji su radili ili rade u tom gospodarski važnom poduzeću još uvijek nisu saznali prave razloge ponižavajućih i diskriminirajućih odluka. Ako je trebalo priznati da nije bilo na raspolaganju potrebnih sredstava za sanaciju više puta opisanog problema izazvanog odlukom SIV-a još iz 1983. godine, sve se to moglo pravodobno objasniti, ali to nije učinjeno. Krivnja leži na organizatorima tog pritajenog i pravno prolongiranog postupka, koji se temeljio na netočnim informacijama o tzv. vječitom gubitašu, koje su možda i namjerno lansirane kako bi se što lakše donijela konačna odluka o višesložnoj penalizaciji i pronalaženju jedinog krivca za sve opisane probleme. Jedini krivac nije imao pravo na obranu jer su konačne odluke utvrđene bez objektivnih konzultacija s brojnim pravim i kompetentnim akterima koji ni na koji način ne bi pristali na takve presude.

Moram priznati da su vremena u kojima su donesene presude bila vrlo složena i osjetljiva, u doba samog početka procesa osamostaljivanja i konstituiranja RH, s velikim kadrovskim promjenama na svim razinama. Izgleda mi da se ni tad nije moglo prozvati pravog krivca za nastale probleme još iz 1983. godine, a dokazi za naknadu kompletne predmetne štete u visini od 260 milijuna dolara, odnosno u sadašnjoj protuvrijednosti 1664 milijuna kuna, završili su već na računima INA Petrokemije pa je predmet kao *fait accompli*[21] stavljen *ad acta*, i to bez ikakvog prigovora na organizatora podvale još iz SFRJ.

To bi se čak i moglo prihvatiti, ali onda je ipak ostao otvoren problem s modelom primijenjene nepoštene penalizacije, koja je poništila 25-godišnju uspješnu suradnju između sad bivšeg, ali ni krivog ni dužnog člana INA-e, te tako reduciranog SOUR-a INA-e. Ako je sve to tako režirano zbog očekivanog ostvarenja putem tzv. privatizacije ili nekog drugog tranzicijskog modela, onda su se autori penalizacije ozbiljno prevarili jer se to sve dosad nije uspjelo realizirati. Taj veliki i strateški važan industrijski kompleks ostvarivao je nekad tzv. klasični izvoz od oko 15 % svojeg proizvodnog programa u 55 zemalja, prije svega zahvaljujući visokoj kvaliteti proizvoda.

[21] fran. *fait accompli*; svršen čin, gotova stvar; događaji i činjenice koji se više ne mogu promijeniti

Ako se pak sva penalizacija odnosila na količinsko pomanjkanje prirodnog plina za rad Amonijaka-2 pod punim kapacitetom od 1360 t/dan, računano na rad TMG-a od 1,85 milijuna tona finalnih mineralnih gnojiva godišnje (samo zbog zatvaranja postrojenja Uree-1), red je da podsjetimo na dogovore s INA Naftaplinom još iz sredine 1986., neposredno nakon puštanja u rad svih postrojenja TMG-a vezanih za početak rada svih novih postrojenja II. faze, kao i na sve ranije ugovore s INA Naftaplinom kojima se INA obvezala na punu opskrbu TMG-a prirodnim plinom, pogotovo oslanjajući se i na puštanje u rad svojih novih plinskih postrojenja u Podravini (Molve).

TMG sigurno ne može snositi posljedice za sve nastale teškoće vezane za taj revir i njegove bušotine jer se moglo preuzete obveze rješavati iz drugih izvora ili pojačanog uvoza. Tu je HERA trebala odigrati glavnu ulogu, ali postala je neovlaštena za isporuke plina TMG-u, dok se takav plin ipak usmjeravao na izgradnju široke plinske mreže za Dalmaciju (koja, smatram, niti ne planira ozbiljno korištenje takvog plina za široku potrošnju zbog svojih klimatskih uvjeta). Otad se Kutinu više ne opskrbljuje uredno s tim plinom, pa ga se dovelo na cijenu najudaljenijih sibirskih nalazišta i najskupljeg Gaspromova plina uz ispomoć vukovarskog trgovačkog posrednika PPD-a (inače vlasnika RK Zagreb PPD), uvedenog u veliki plinski biznis. Ako se zbog toga uspjelo dovesti kutinskog industrijskog diva (dakle TMG, odnosno Petrokemiju d.d., tj. jedinog preostalog giganta domaće kemijske i petrokemijske industrije), u



Sl. 8.: Neki od proizvoda Tvornice mineralnih gnojiva u karakterističnoj ambalaži Petrokemijinih boja

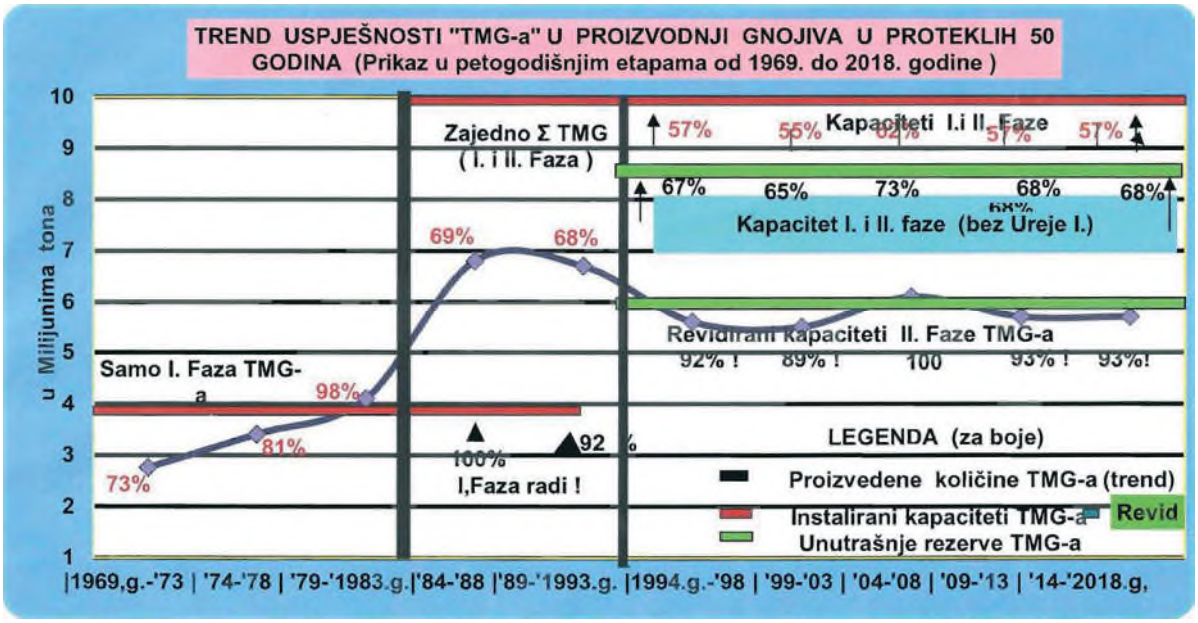
sadašnju situaciju, onda treba sve za to odgovorne dovesti u vezu s njegovom današnjom situacijom pod općom nelikvidnošću. Naravno da je i cijena tog plina kao osnovne tehnološke sirovine za proizvodnju amonijaka, odnosno gnojiva trajno pitanje koje zahtijeva ozbiljne promjene u razmišljanju nadležnih, osim u slučaju da se bitno promijenio odnos uopće prema agraru i mogućem izvozu gnojiva na već davno osvojena regionalna tržišta s kojima se računalo još 80-ih godina prošlog stoljeća i na čemu se temeljio i razvojni plan TMG-a nazvan II. faza.

Na kraju želim naznačiti da se problem penalizacije s izbacivanjem INA Petrokemije iz INA-e ne može ni dovoditi u vezu s Naftaplinom jer su te veze dugotrajno uvjetovane i potvrđivane dulje od samog postojanja TMG-a, a problemi su se najčešće svodili samo na cijenu plina za tu jedinstvenu tehnološku sirovinu, za koju su trebali uvijek biti primjenjivani povlašteni uvjeti. Sva takva pitanja ostaju i nadalje otvorena, unatoč posve izmijenjenim uvjetima i odnosima u sadašnjoj konstelaciji s MOL-om.

Nadam se da se sve to tad nije događalo zbog razlika u odnosima velegrađana prema provincijalcima, koji su vječno imali niže plaće od onih iz centralnih službi, jer osobno svjedočim o suprotnom. Kao stari Zagrepčanec, nakon završenog ukupnog školovanja otišao sam na rad u Kutinu, zajedno s pridošlim brojnim VSS/VŠS-ovcima i specijalistima, čiji je udio porastao na početku moje karijere od 0,5 %, za mojih 37 godina do umirovljenja u istoj tvrtki, čak na 12 % za tadašnjih ukupno 3600 djelatnika (rast 30 puta). Spominjem to zbog učestalih obratnih postupaka i zahtjeva za selidbe iz Kutine u Zagreb, čime je samo potpomognuta opća provincijalizacija naše metropole.

Prvotno sam pripremio nešto opširniji prikaz muka koje i danas proživljava kutinski TMG po pojedinim poglavljima, ali sam od toga odustao, jer je i ovo što sam napisao samo po sebi preopsežno. Naslovi poglavlja koji su se odnosili na prezentaciju INA Petrokemije bili su sljedeći:

- Kadrovska situacija i timski rad
- Razvojni iskorak s II. fazom TMG-a
- Organizacija kvalitativne laboratorijske kontrole i služba Primjene
- Organizacija održavanja
- Služba razvoja i inovacija
- Organizacija ERC-a i sustava planiranja
- Organizacija uvoza-izvoza unutar sustava INA-Commerce − Zagreb
- Poslovna udruženja
- Uloga PBZ-a i World Banka iz Washingtona DC
- Početak i uzroci pada
- Grafikon naknadno dodan 2018. godine pod naslovom: “Trend uspješnosti proizvodnje mineralnih gnojiva kroz proteklih 50 godina do jubileja (od 1969. do 2018.)”



Sl. 9.: Trend uspješnosti Tvornice mineralnih gnojiva u petogodišnjim etapama u razdoblju 1969. – 2018.

Zaključak

Pokušaji da se krajem postojanja SFRJ izvrši kompletna sanacija dugoročnih šteta nastalih zaleđivanjem cijena mineralnih gnojiva nisu uspjeli pa su se u sam osvit osamostaljenja RH zatresli financijski temelji INA Petrokemije. Ovdje se ne govori o gubicima, nego prije svega samo o knjigovodstvenim evidencijama, kojima se samo evidentiraju štete izazvane voljom, snagom i silom bivših administracija, koje su bile svjesne svoje kreacije, ali i nemoći da normalno drugim instrumentima spasi jugoslavenski agrar od posljedica iznimno visoke inflacije i katastrofa koje su se približavale. Ovdje se nije radilo o poslovnim gubicima, koji bi proizlazili iz nemara poslovnih sredina i aktera, već samo o državnim štetama koje se normalno očekuje nadoknaditi, pretpostavljeno budžetskim sredstvima tako oštećenih republika.

Stoga si uzimam pravo legitimirati onoga tko je takvu zlonamjernu odluku iz 1983. godine ponajprije donio, a zatim je prepustio rješavati iz republičkih budžetskih izvora, da bi na kraju bila priznata od nove vlasti kao *fait accompli*, i kojoj daje svoj legitimitet odnosno suglasnost da se predmet rješava na način i po namjerama SIV-a SFRJ. Isprika za takvo ponašanje stvarni je nedostatak raspoloživih sredstava u budžetu RH za takva traženja, ali to se moralo i rješavati kako se inače radi ili uobičajenim obveznicama, koje će se pokrivati postupno prema mogućnostima države u cijelosti.

U ovom slučaju to tako nije urađeno, nego je primijenjen, nazovimo ga balkanski model, zapapren opisanom penalizacijom: netransparentnim protjerivanjem u sam osvit osamostaljenja RH, iz SOUR-a INA u kojem se živjelo,

pregovaralo, prosuđivalo, dogovaralo i "komandovalo" čitavih 25 godina. Time je ugrožen razvojni program Petrokemije kojim je počela ozbiljna tehnološka modernizacija proizvodnog programa, a za koji je čak naknadno primila i visoko međunarodno priznanje ISO izvrsnosti. Sve naknadne radnje oko dobivenih kompenzacija nisu bile ni slika pokrivanja tako izazvanih prioritetnih šteta po navedenim podignutim sudskim tužbama, samo za pripadajući dio TMG-u (za 260 milijuna dolara po sadašnjem tečaju u protuvrijednosti od 1664 milijuna kuna), kao i bez svih novonastalih šteta, uz utjehu da će novo dioničko društvo, Petrokemija d.d. − Kutina moći nastaviti svoju ekspanziju i daljnji poslovni život (valjda do totalno provedene privatizacije).

Još ću jednom naglasiti: Petrokemija nije nikad bila vječiti gubitaš. Sve je to sad samo povijest, ali ostaje u pamćenju INA i njezina izdaja koja se ne zaboravlja, a to se sad više ne tiče, niti se može primijeniti ili odnositi na sadašnju tvrtku INA-MOL.

The Successes and Inexcusable Problems of Kutina Petrokemija

Tomislav Jerala

Abstract: This paper covers the period from the foundation of the petrochemical and chemical industry in Kutina in 1926, to the retirement of the author in 1994. Its major developmental successes were the construction of the soot production plant (1966) and seven plants for production of mineral fertilizers (1967). The average annual production of mineral fertilizers amounted to 700 thousand tons. The problems began in 1983 with restrictions on sales prices. At the time when the Republic of Croatia became independent, the damage amounted to 260 million dollars. In this way Kutina Petrokemija became an eternal loser and it has still not recovered today.

Keywords: agriculture, fertilizer, INA, INA Petrokemija, the petrochemical industry, transition, privatization, Kutina Mineral Fertilizer Factory

Mirko Butković, Petar Fleković, Simo Lončar, Tomislav Kuhar

Jugoturbina Karlovac od 1949. do 1992. godine

Sažetak: Jugoturbina je proizvod socijalističke izgradnje bazne industrije u Jugoslaviji. Osnovana je 1949. godine te se prati njezina izgradnja i razvoj proizvodnog programa. Prvi su proizvodi vojne namjene, parne turbine, dizelski motori i pumpe za ratne brodove, ali proizvodni program se mijenja i dopunjava za civilnu upotrebu. Radi se oprema za trgovačke brodove, termoelektrane, procesna postrojenja i drugo.

Opisan je proces koji je bio vezan uz uspjehe i teškoće u projektiranju, konstrukciji, proizvodnji, montaži, puštanju u pogon tehnički vrlo zahtjevnih proizvoda. Također se paralelno prati kadrovska struktura i razvoj znanosti, obrazovanje kadrova, stambeno zbrinjavanje, prehrana, sport, umjetnost i odmor zaposlenih i njihovih obitelji. Donesene su biografije četiriju stručnjaka najzaslužnijih za razvoj Jugoturbine i turbinske proizvodnje.

Poslije velikih investicija i ekspanzije akvizicijama dolazi do teškoća u plasmanu proizvoda i organizaciji poslovanja te 1992. tvrtka prestaje postojati. Dobar dio proizvodnje i tehnologije preživio je te danas posluje pod drugim imenima i vlasnicima. Zaposlenici nekadašnje Jugoturbine osnovali su i dosta novih tvrtki koje također uspješno posluju.

Ključne riječi: automatika, dizelski motori, energetski strojevi, inženjering, procesna oprema, proizvodnja, projektiranje, pumpe, turbine

Uvod

Grad Karlovac i Jugoturbina imaju dosta sličnosti u povijesnom pogledu. Grad je osnovan 13. srpnja 1579. kao vojna utvrda za obranu Austrije od najezde Turaka. Dobio je ime po svojem osnivaču 'Karlov grad', tj. *Carlstadt*, ali već od 1581. imao je i hrvatsko ime Karlovac. S prestankom turske opasnosti grad se orijentira na obrt i trgovinu, a poslije i na industriju te prije Prvog svjetskog rata, kao i između dva rata, postaje jak industrijski centar. Nije zanemarena ni vojna strana te ostaje jedan od većih vojnih centara u Austro-Ugarskoj, Kraljevini Jugoslaviji, socijalističkoj Jugoslaviji, ali i današnjoj Hrvatskoj.

Tvornica parnih turbina osnovana je 24. srpnja 1949. kao vojna tvornica, neposredno nakon Drugog svjetskog rata, i dobila je ime *Edvard Kardelj* po političaru ("osnivaču"), ali je 1954. promijenila ime u Jugoturbina. Također je mijenjala i prozvodni program na pretežno civilnu proizvodnju. Jugoturbina je bila jedan od giganata energetsko-strojogrđevne industrije bivše Jugoslavije (bila je između 70. i 100. mjesta po ukupnom prihodu kao i po broju zaposlenih, maksimalno 9950 zaposlenika).

Završetak njezina postojanja 1992. nije rezultat samo tehnološkog zaostajanja nego je rezultat i raspada tržišta raspadom Jugoslavije kao i raspada cijelog istočnoeuropskog tržišta. Poseban je razlog i ratna situacija, a njezine je posljedice direktno osjećala. Stvaranjem neovisne Hrvatske i poznatim konceptom gospodarske politike, posebno privatizacijom velikih industrijskih poduzeća, dan je novi smjer razvitku ostataka bivše Jugoturbine.

Namjera autora je i ukazati na važnost velikih i malih ljudi Jugoturbine, koji su dio života ili cijeli radni vijek ugradili u rad i stvaranje novih proizvoda i tržišnih vrijednosti proizišlih iz njihove aktivnosti. Autori su najvećim dijelom koristili knjigu [1], kojoj su sami bili autori (osim Ivana Butkovića (pok.)). Tad su naišli na mnoge teškoće, prije svega zbog toga što Jugoturbina već 13 godina nije postojala pa su mnogi dokumenti zauvijek bili izgubljeni, ali to su dopunili ljubaznošću živih sudionika i dokumentima u arhivima.

1. Osnivanje, gradnja, rad i prve veće poteškoće 1949. – 1963.

Naređujem da se u Karlovcu izgradi tvornica parnih turbina
za potrebe ratne i trgovačke mornarice. Nositi će ime *Edvarda Kardelja*.
General *Ivan Gošnjak*

Tom naredbom dolazi u Karlovac i prvi direktor tvornice u izgradnji pukovnik Luka Knezović. Početak rada tvornice bio je u pogonima industrije vune, naslonjenih na slap Korane, na tzv. Vunskom polju u Karlovcu.



Sl. 1.: Početak montaže strojeva 1952. u glavnoj hali u Mrzlom Polju

Dva su razloga da je upravo Karlovac izabran za lokaciju tvornice. Prvi, što je Karlovac na putu između industrijskih središta Zagreba, Rijeke i Splita i bliže je tadašnjim brodogradilištima. Drugi razlog: Karlovac je imao značajnu industrijsku tradiciju u metalnoj industriji i razvijeno radništvo. Vrlo značajnu ulogu u dolasku tvornice u Karlovac i izgradnji novih pogona u Mrzlom Polju, (ustvari, bilo je to na Maloj Švarči, što je poslije prihvaćeno), imao je i Veco Holjevac. Od te početne godine, 1949., istodobno se odvijaju dva procesa − prvi, početak rada na Vunskom polju i drugi, gradnja novih, modernih pogona u Maloj Švarči. Direktor Luka Knezović i suradnici počeli su okupljati kadrove i opremu za početak proizvodnje. Glavni inženjer − tehnički direktor tvornice − bio je Antun Ošlak, predratni stručnjak za turbine. Inženjer Ošlak, uz pomoć Većeslava Holjevca, doveo je iz AEG-a (Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft) iz Berlina tadašnjeg svjetskog stručnjaka za parne turbine prof. dr. Ernsta



Sl. 2.: Direktor i tehničko vodstvo tvornice 1953. godine (slijeva: pukovnik Luka Knezović, Veljko Slapničar, Marko Majcen, Ernest Fišer, Josip Matić, Stanislav Srb, Ivan Taloš; u pozadini gore prvi M. Žrvnar)

Krafta. Profesor Kraft vodio je prvi konstrukcijski ured u Zagrebu. Projektirala se prva parna stacionarna turbina snage 12,5 MW. Njemu se priključuju mladi inženjeri Veljko Slapničar, koji je razradio konstrukciju, i Marko Majcen, koji je razradio konstrukciju brodske turbine 15 000 KS i drugi. Jedina oprema za početak proizvodnje dobivena je na račun ratnih reparacija iz njemačke tvornice Deutsche Werke iz Kiela. Oprema je već tad bila zastarjela za novu proizvodnju, ali pojedini su strojevi osposobljeni i uključeni u proizvodnju. U pogonima na Vunskom polju formirane su radionice, konstrukcijski i tehnološki uredi.

Stručni posao radili su većim dijelom majstori s iskustvom u obradi metala, mladi inženjeri i tek iz škola izišli strojarski tehničari. Najviše je majstora došlo iz Zagreba, Rijeke i Borova. Osim osposobljavanja strojeva, počela je proizvodnja lopatica za parne turbine i remont dijelova brodskih parnih turbina. Tvornica je bila u sastavu Centralne uprave brodogradnje (CUB) sa sjedištem u Rijeci. Kupljena je prva licencija za brodske turbine od švedske tvrtke De-Laval. Unatoč želji da se proizvede parna turbina i izgrade novi pogoni u Maloj Švarči, bilo je mnogo teškoća. Zasluga za njihovo rješavanje i pripremu proizvodnje turbina svakako pripada direktoru Luki Knezoviću, inženjeru Antunu Ošlaku, inženjeru Vjekoslavu Srbu, tehničaru Heinzu Schmidtu...

Godine 1953. uglavnom je završeno preseljenje u nove pogone u Mrzlom Polju, a od 1954. tvornica nosi novo ime − Jugoturbina umjesto dotadašnjeg *Edvard Kardelj*. Preseljenjem na novu lokaciju i u nove proizvodne hale počinje važno razdoblje. Jugoturbina se nije pripremila samo za proizvodnju, nego za ambiciozniji razvoj vlastite tehnologije u području energetskih strojeva. Iste godine Jugoturbini se pripaja proizvodni program tvornice dizelskih motora Bregana i pojačava se rad na centrifugalnim pumpama.

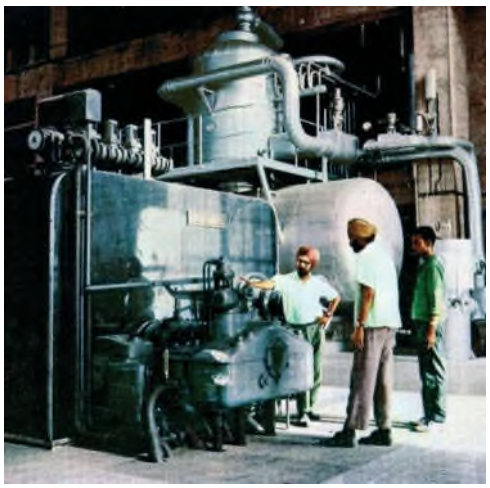
Od 1953. do 1963. vrijedno je zabilježiti sljedeća događanja. Napušta se ideja o proizvodnji brodskih parnih turbina zbog toga što se u brodski pogon sve više ugrađuju i glavni i pomoćni dizelski motori. Ubrzano se završava prva parna turbina snage 12,5 MW za TE Kostolac. Njezinu probnom pogonu 1955. u tvornici prisustvovao je i predsjednik Jugoslavije Josip Broz Tito. Kupljena je od AEG-a licencija za proizvodnju turbina do 32 MW, a razvijaju se i vlastite konstrukcije malih industrijskih turbina. Konstrukcijski ured preseljen je iz Zagreba u Karlovac. Sve se više zapošljavaju stručni kadrovi, nabavlja se nova oprema (tokarski strojevi, karuseli, borverci i dr.). Međutim, nije izgrađena ispitna stanica turbina i nema tehničkog laboratorija za ispitivanje funkcionalnih sklopova. Visok je postotak škarta, posebno na odljevcima i otkivcima (više i od 60 posto!), koje tvornici isporučuju domaći proizvođači (Litostroj, Prvomajska, Zenica, Vulkan i dr). To usporava proizvodnju i povećava troškove. Rasformirana je Centralna uprava brodogradnje. Financiranje tvornice više nije išlo iz općeg investicijskog fonda (OIF) i počelo je djelovati slobodnije tržište. U to vrijeme omogućen je uvoz turbina u Jugoslaviju pa je od 1957. do 1961.

uvezeno 20 turbina ukupne snage 273 MW. Zbog spomenute liberalizacije tržišta druga velika poduzeća u strojogradnji ulaze u proizvodne programe Jugoturbine. Tako, npr., Litostroj kupuje licenciju dizelskih motora Burmeister & Wain, poslije se to događa s brodogradilištima Uljanik, pa 3. maj i Split.

Zbog spomenutih razloga tvornica šezdesetih godina unatoč usvajanju proizvoda ulazi u ozbiljne razvojne i financijske teškoće. Do 20. kolovoza 1962. njezin je financijski račun bio neprestano blokiran 900 dana! Teškoće su povećale i fluktuaciju stručnog kadra, ali i vodstva tvornice. Umjesto da su rješavani pravi uzroci (usvajanje visokotehnološke proizvodnje, nova oprema, kadrovi, stanovi, kreditiranje dugog ciklusa izrade), politika je smjenjivala direktore. U tom je razdoblju zamijenjen direktor Hugo Gazin. Dolaskom Miće Gledića na mjesto direktora tvornice, inženjera Branka Sentića kao tehničkog direktora, Josipa Papsta i Vlade Goldašića kao financijskih direktora, Marka Kljajića kao kadrovskog direktora, Drage Radića kao komercijalnog direktora uz vrlo sposobnu stručnu podršku tehničkih kadrova izrađen je sanacijski program. Tijela SR Hrvatske usvojila su taj program i odobrila Jugoturbini dva kredita: jedan od Narodne banke Hrvatske (3,4 milijarde dinara) te jedan iz Fonda rezervi (2,0 milijarde dinara). Cijeli kredit od 5,4 milijardi dan je na 20 godina s početkom otplate 1965. Znatnu financijsku potporu sanaciji tvornice dale su Karlovačka banka, Privredna banka Zagreb i Investicijska banka Beograd. Sanacijski su krediti omogućili normalnije financijsko poslovanje. Utvrđen je konačni program proizvodnje parnih turbina, brodskih dizelskih motora i centrifugalnih pumpi. Tvornica 1963. ima 1788 radnika, od toga 60 s visokom i višom stručnom spremom, kao i 957 visokokvalificiranih i kvalificiranih. Od početka isporuke prvih proizvoda do 1963. stranom i domaćem tržištu isporučeno je 780 000 KS turbina, motora i pumpi.

2. Konsolidiranje rada 1963. – 1973.

Razdoblje 1963. − 1973. može se označiti kao razdoblje stabilizacije proizvodnje osnovnih proizvoda, povećane proizvodnje za domaće tržište i izvoz. Smirena je fluktuacija zaposlenih, a povećava se broj visokostručnih tehničkih, ali i ekonomsko-financijskih i pravnih kadrova. Stabilizirana je uprava tvornice, kao i vodeći ljudi u turbinama, motorima i pumpama. Kupuju se novi alatni strojevi, kompletira se ispitna stanica turbina, motora i pumpi. Uvodi se mehanografska obrada svih podataka − ARITMA. Razvijaju se novi tehnološki procesi i proizvodi. Centrifugalne pumpe za brodove, industriju, vodovode, otpadne vode i energetiku proizvode se uglavnom po vlastitim rješenjima. Jugoturbina je do kraja 1969. proizvela 100 turbina, 665 motora i 4120 pumpi. Od izvoza parnih turbina najznačajnije su TE Kandla i Kampur u Indiji, kao i



Sl. 3.:Turboagregat 15 MW za Barauni, Indija, 1968. godina

TE Palenbag i Makasar u Indoneziji. Rastu izvoza pomoglo je formiranje Saveznog fonda za kreditiranje izvoza opreme i brodova, čime je ubrzana naplata isporučenih proizvoda.

Od 1963. do 1973. iz tvornice je isporučeno domaćem i stranom tržištu: parnih turbina 1,5 milijuna KS, dizelskih motora 420 000 KS i centrifugalnih pumpi 190 000 KS.

Krajem 1972. u tvornici je zaposleno 2150 radnika: 122 s visokom stručnom spremom (od toga 77 inženjera) i 107 radnika s višom stručnom spremom (od toga 72 pogonska strojarska inženjera).

Tvornica je razvijala značajnu poslovnu suradnju s domaćom industrijom i energetikom. Zajednički s Jugoturbinom nastupali su: *Rade Končar*, *Đuro Đaković*, TPK (Tvornica parnih kotlova), Litostroj... Domaća brodogradilišta (Uljanik, 3. maj, Split, Kraljevica i Trogir) formirali su udruženje Jadranbrod za gradnju domaće bijele flote te brodova za strane kupce. Izvoz proizvoda išao je



Sl. 4.: Ispitivanje turbinskih lopatica 1970. godine, delegacija Jugela (Zajednica jugoslavenske elektroprivrede) i Mirko Butković, prvi slijeva)

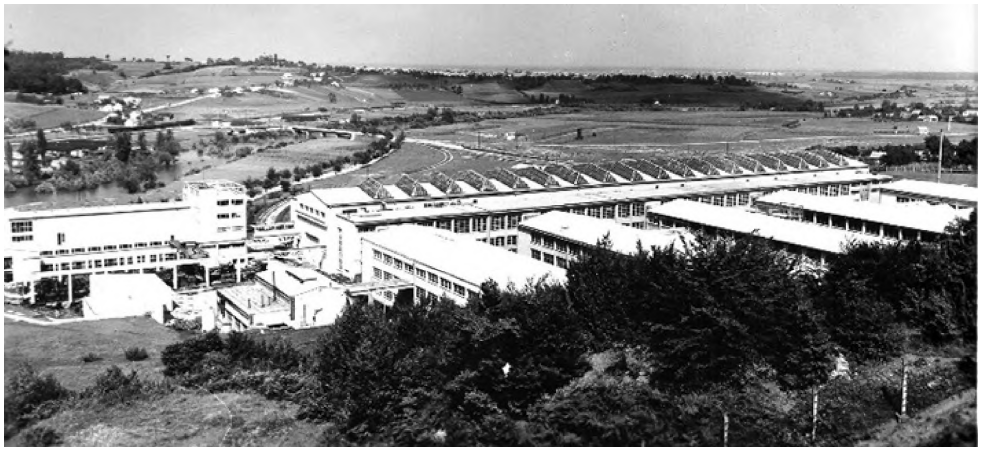


Sl. 5.:Delegacija Sjeverne Koreje u Jugoturbini 1973. (slijeva: Simo Lončar, Nikola Grubješić, sjevernokorejski pregovarač, Mirko Horvatić)

najviše preko INGRA-e (*Ingra* d. d. za izgradnju investicijskih objekata, energetiku, industriju, graditeljstvo, montažu, telekomunikacije i trgovinu) i Mašinoimpexa. Na poslovanje tvornice, posebno u tom desetljeću, unatoč unutarnjim subjektivnim naporima i rezultatima, u privrednom sustavu tadašnje Jugoslavije djeluju objektivni i ograničavajući faktori.

Tehnološki razvitak prateće industrije za potrebe turbinske, motorne i pumpne proizvodnje nije ravnomjeran. Nerazvijene su ljevaonice sivog i čeličnog lijeva, posebno za obojene metale. Slaba je kvaliteta čeličnih otkivaka za turbinske i motorne osovine.

Veliki termoenergetski objekti i industrijska postrojenja građeni su na kreditima iz inozemstva − bilo država ili banaka. To je usporavalo izgradnju vlastitih inženjeringa za gradnju objekata po sistemu ‘ključ u ruke’ i smanjivalo mogućnost referencija za nastup u izvozu. Tadašnji devizni sustav (centralizacije deviza ostvarenih u izvozu) bio je velika kočnica za tržišno poslovanje. Za svaku potrebu uvoza, postupak dobivanja deviza bio je prava “kalvarija”.



Sl. 6.: Pogled na Jugoturbinu 1973. godine

Krajem sedamdesetih u poslovnoj politici tvornice sve više dolaze do izražaja vlastita uvjerenja da se proizvodnja turbina, motora i pumpi mora nastaviti, ali i svijest o ograničenjima u privrednom sustavu i na tržištu. Bilo je jasno da su parne turbine i dizelski motori nezamjenjiv dio opreme u energetici, brodogradnji i ostaloj procesnoj industriji. Njihov dug ciklus proizvodnje i trajan nedostatak obrtnih financijskih sredstava stalno je stvarao nove teškoće. Razvoj turbina za termoelektrane i nove atomske centrale išao je prema snagama do 300 MW. Otvorene su rasprave o potrebi poslovne politike u kojoj bi se tražila rješenja za proizvode s kraćim ciklusom proizvodnje, dislokaciji dijela proizvodnje i drugo.

Formiranje vlastitog inženjeringa i vanjskotrgovinske organizacije JUTING kao i interne banke značilo je sposobnost vlastitih kadrova, ali i poslovnu pozitivnu reakciju na monopol velikih vanjskotrgovinskih poduzeća. Sve je to značilo nastavak proizvodnje turbina, motora i pumpi, ali i traženje novih financijsko-komercijalnih rješenja koja će pomoći razvijanju postojeće proiz-″vodnje.

3. Ubrzani razvoj 1973. − 1986.

Na razvitak tvornice izvanredno velik značaj i utjecaj uvijek je imala ukupna ekonomska i politička situacija u tadašnjoj Jugoslaviji i Hrvatskoj. Poznato je da je u početku toga razdoblja razvitka tvornice bila sve izraženja ekonomska i politička kriza u tadašnjoj Jugoslaviji i njenim republikama. Sva rukovodstva tvornice, od osnivanja 1949. godine pa sve do 1990. godine, nastojala su savladati utjecaje te ekonomske i političke krize stalnim širenjem proizvodnje i tržišta i jačanjem ekonomske odgovornosti pojedinih proizvodnji.

Razvitak tvornice u tome je razdoblju bio naročito obilježen organizacijskim prilagodbama temeljenim na Ustavu i Zakonu o udruženom radu iz 1974. godine, koncentriranjem poduzeća karlovačke metalne industrije oko Jugoturbine, dislokacijom dijelova proizvodnje van Karlovca, daljnjim tehnološkim razvitkom i širenjem na domaćem i vanjskom tržištu te značajnim novim investicijskim projektima.Tvornica je bila organizirana kao združeno poduzeće do 1977. godine, a zatim kao složena organizacija udruženog rada (SOUR) do 1989. godine.

U tom je razdoblju počelo integraciono objedinjavanje zasnovano na srodnosti tehnologija i prednostima okrupnjavanja zajedničkih funkcija (financije, marketing, razvoj, infrastruktura) metaloprerađivačke industrije Karlovca (bez tvornice Kordun) i organizacija trgovine metalnom robom, čija je okosnica bile organizacija Jugoturbine iz Mrzlog Polja. Cijeli sustav Jugoturbine bio je tržišno orijentiran u uvjetima tada važećih principa dogovorne ekonomije, pogotovo

u pogledu izvoza proizvoda na svjetsko tržište. Tehnološki je razvoj bio zasnovan na vlastitim projektnim i konstrukcijskim rješenjima i na kupovini licenci poznatih svjetskih proizvođača parnih turbina, dizelskih motora i pumpi s ciljem da bi se moglo konkurirati na domaćem i svjetskom tržištu. Investicije u razvoj najsuvremenijih proizvodnih kapaciteta parnih turbina, plinskih turbina, pumpa, kliznih ležajeva, dizelskih motora, obrazovanje stručnih kadrova i dr. omogućavale su uvjetnu konkurentnost na domaćem i stranom tržištu i pozicionirale su posebno mjesto Jugoturbine kao vodeće u proizvodnji specifičnih strojeva za termocentrale i nuklearne centrale, brodogradnju, avijaciju, vodoprivredu, procesnu industriju, petrokemiju i dr.

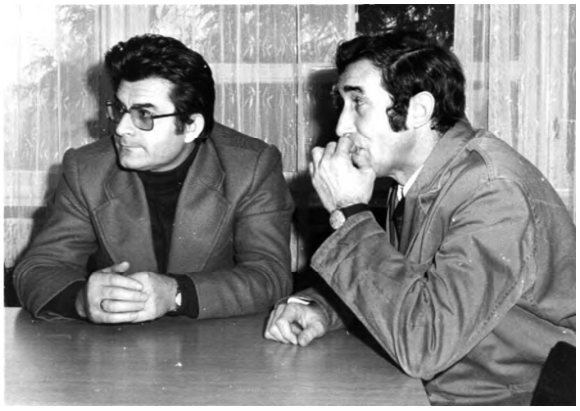
Širenje proizvodnje, intenzivan razvoj i otvaranje novih pogona bile su u promatranom razdoblju temeljne značajke rada i poslovanja Jugoturbine, što je uvjetovalo i veći porast broja zaposlenih. U tablici 1. prikazan je broj i kvalifikacijska struktura zaposlenika 1977. i 1986. godine

Tablica 1.: Broj zaposlenika i kvalifikaciona struktura Jugoturbine 1977. i 1986. godine.

	1977.		1986.	
	broj	%	broj	%
VSS	324	5,7	695	8,1
VŠS	311	5,5	651	7,6
KV i VKV	2134	38,0	3465	40,4
SSS	1033	18,5	1480	17,2
NKV-NSS	1807	32,3	2302	26,7
Ukupno:	5609	100,0	8593	100,0

Razvoj Jugoturbine od 1973. vezan je uz njezinu stratešku orijentaciju prema svjetskom tržištu. To najbolje ilustrira podatak da je učešće izvoza u ukupnom prihodu 1979. iznosilo tek 5 posto, 1980. godine 11 posto, a 1985. čak 44 posto. U 1985. odnos konvertibilnog izvoza i uvoza ostvaren je s indeksom 225. Dakle, konvertibilni izvoz gotovo je 2,3 puta veći od konvertibilnog uvoza.

Ostali kvalitativni pokazatelji rasta iskazuju u tom razdoblju iznadprosječne tendencije. Jugoturbina je bila povezana s brojnim poduzećima kroz organiziranost u zajednici radi objedinjenog nastupa na domaćem i stranom tržištu u kompleksnim objektima (brodovi, termoelektrane, vodoprivredni sustavi, petrokemijski kompleksi, metalurški sustavi i dr.) i prema državi radi osiguranja povoljnijih uvjeta poslovanja i nastupanja proizvođača investicijske opreme (kreditiranje plasmana opreme i brodova, porezi, različite olakšice i dr.), kao što su INGRA, Jadranbrod, Dunavbrod, ZINVOJ (Zajednica industrije naoružanja



Sl. 7.: Dogovor predsjednika Upravnog odbora Ivana Franovića i Petra Flekovića uoči sjednice 1975. godine



Sl. 8.: Polaganje kamena temeljca za tvornicu avionskih plinskih turbina 1975. godine (slijeva: Matija Piršić, Roko Cebalo, general Miloš Šumonja, Milan Pavić



Sl. 9.: Turbina 30 MW za Rafineriju Sisak u tvorničkoj montaži 1977. godine



Sl. 10.: Hala velikih turbina u izgradnji 1983. godine

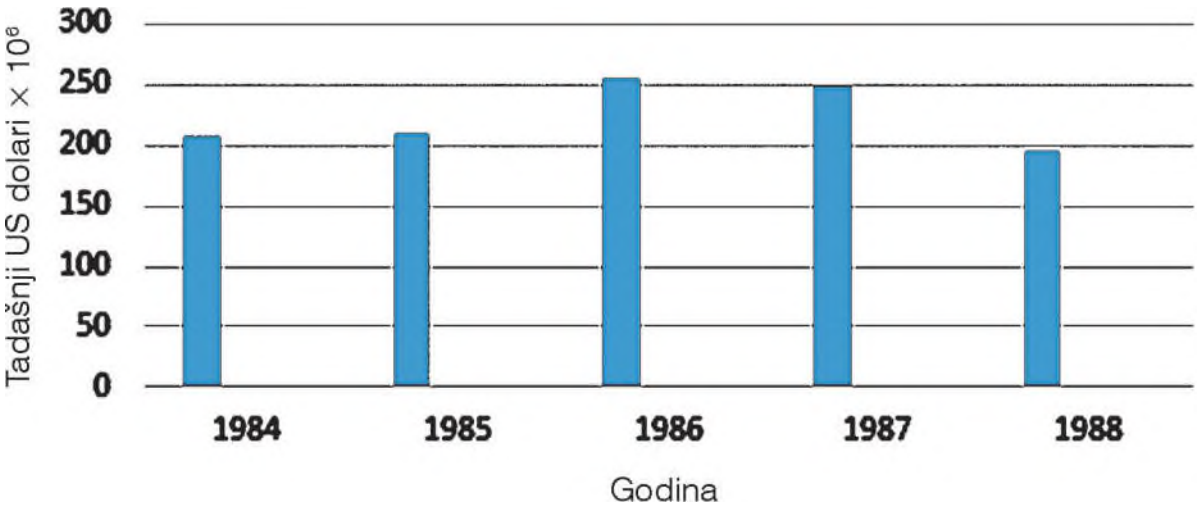
i vojne opreme Jugoslavije), JUMEL (Jugoslavenska metaloprerađivačka i elektronska industrija) i dr.

Istini za volju, produktivnost po zaposlenom radniku bila je u Jugoturbini, kao i u ostalim gigantima jugoslavenske industrije, puno manja nego u kapitalističkom svijetu, što je u konačnici dovelo do kolapsa dogovorne ekonomije, i ne samo Jugoturbine.

4. Poteškoće u poslovanju i organizaciji 1986. – 1990.

Godine 1986. razvoj Jugoturbine u proizvodnji i investicijama bio je u uzlaznoj putanji koja je predviđala svijetlu budućnost. Ali, već 1987. primijećeni su nadolazeći problemi. Ako pogledamo ukupni prihod SOUR-a na dijagramu 1., vidimo da je bio najveći 1986.; 1987. malo je pao, a 1988. bilježi znatan pad. Uzroka je bilo više.

Dijagram 1.: Ukupni prihod Jugoturbine 1984. – 1988.



Glavni je uzrok pojava krize u istočnoeuropskim zemljama, zemljama Trećeg svijeta i u Jugoslaviji. U Jugoslaviji je pojačana dezintegracija, tj. pojedine republike izgrađivale su nove proizvodne kapacitete, ali ne za nove proizvode, nego za dupliciranje postojećih kapaciteta u drugim republikama. Nešto slično počelo se događati u SOUR-u. Budući da su pojedine radne organizacije dolazile u teškoće (Tvornica parnih turbina i Tvornica pumpi), ostale radne organizacije (RO) težile su povećanoj samostalnosti i smanjivanju troškova zajedničkih aktivnosti SOUR-a. Održavanje i remont, Alatnica, Institut, Računski centar, Ugostiteljstvo i turizam, Društvena zaštita, Školski centar, Stambena zadruga sve su teže dolazili do financijskih sredstava iz SOUR-a. Tako je, npr., Institut bio prisiljen istraživanje i razvoj novih proizvoda sam realizirati na tržištu. Tih se zadnjih godina Institut samofinancirao s više od 50 posto sredstava. To je



Sl. 11.: Posljedice raketiranja Jugorurbine 31. prosinca 1991. godine

imalo dodatnu posljedicu: proizvodni RO-i imali su smanjen broj novih proizvoda i pridonosili krizi Jugoturbine. Usto, Jugoturbina je apsorbirala velik broj poduzeća u Karlovcu i Jugoslaviji s velikom razlikom u proizvodnim programima, tehnologijama i razinom organiziranosti. Uprava i službe morali su posvećivati velik dio vremena harmonizaciji SOUR-a uz smanjenu pozornost prema osnovnim proizvodnjama.

5. Postupak likvidacije 1990. – 1992.

Skupština Složenog poduzeća na sjednici održanoj 16. studenog 1990. donijela je odluku o prestanku postojanja Složenog poduzeća, obrazlažući to stečajem Tvornice parnih turbina i najavom stečaja Tvornice pumpi (zajedno su raspolagale s 54 posto kapitala) i nepostojanjem poslovne koncepcije koja bi opravdala razloge postojanja Složenog poduzeća Jugoturbina. Okružni privredni sud u Karlovcu svojim je rješenjem od 17. prosinca 1990. otvorio postupak likvidacije nad Složenim poduzećem Jugoturbina.

Likvidacija je trajala oko dvije godine, a završila je 30. studenog 1992. Nakon otvaranja likvidacije nad SOUR-om Jugoturbina, pojedina poduzeća iz njegova sastava nastavljaju dalje poslovati kao potpuno samostalne tvrtke, neke više, neke manje uspješno prolazeći pretvorbu i privatizaciju, neke kroz stečajne postupke, a neke se potpuno gase. Ovdje ćemo samo u najkraćim crtama prikazati sudbinu nekih članica SOUR-a, i to onih koje su bile smještene u Maloj Švarči.

Nakon provedenog stečajnog postupka Tvornica parnih turbina prestala je postojati, a od njezine je imovine formirana nova tvrtka u mješovitom vlasništvu pod nazivom ABB (Asea Brown Boveri) − Karlovac (većinski vlasnik bila je švicarska tvrtka ABB), sa sličnim proizvodnim programom kao i Tvornica parnih turbina. Nakon nekog vremena mijenja većinskog vlasnika i posluje pod nazivom Alstom – Karlovac, a 2017. prelazi u vlasništvo američke tvrtke General Eletric. Tvornica dizelskih motora, nakon provedena dva stečaja, danas posluje pod nazivom Adriadiesel d.d. Privatizirana je Tvornica pumpi, koja nakon provedenog stečaja i privatizacije posluje kao privatno poduzeće pod novim imenom Croatia pumpe − Nova. Tvornica ŽEČE Karlovac (Tvornica željeznih i čeličnih proizvoda Karlovac) privatizirana je i radi u smanjenom obimu. Tvornice EAB (elektronika, automatika i birotehnika) i JUTING su se ugasile. Tvornica kliznih ležajeva privatizirana je i radi pod nazivom TKL – Nova. Održavanje i remont privatiziran je i posluje pod nazivom Energoremont. RO Alatnica nakon stečajnog postupka je privatiziran i sad posluje pod novim imenom Contal. Nad Institutom je proveden stečajni postupak, imovina je rasprodana i pod tim nazivom ne egzistira više nijedna tvrtka. Računski centar nakon

provedene pretvorbe završio je u likvidaciji. Nad Tvornicom plinskih turbina proveden je stečajni postupak nakon čega je privatizirana, ali radi s malim obimom proizvodnje. Poduzeće Ugostiteljstvo i turizam privatizirano je. Na području Male Švarče 155 od cijelog poduzeća djeluje samo jedan restoran, a odmaralište u Puntu radi kao hotel, sve u okviru poduzeća Švarča. Društvena zaštita je nakon provedenog stečajnog postupka u cijelosti likvidirana.

6. Znanstvena, tehnološka, poslovna i društvena postignuća Jugoturbine

6.1. Znanstvena postignuća

Kroz godine rada i iskustva u rješavanju konstrukcijskih i proizvodnih problema sve se više znanosti unosilo u proizvode i postupke. Sve se više koristila vlastito razvijena elektronika, razvojni laboratoriji, računalni programi te informatika i organizacija podržana računalima. Krajem šezdesetih osnovana je jedinica Istraživanje i razvoj, a krajem sedamdesetih Institut Jugoturbine.

Razvoj osnovnih proizvoda ostao je u radnim organizacijama proizvodnje parnih turbina, motora i pumpi, ali sve je više laboratorija, računalnih kapaciteta te razvojnih i investicijskih inženjera bilo koncentrirano u Institutu, koji je sredinom osamdesetih dosegnuo broj od 330 zaposlenih. Tako je iz djelatnosti Istraživanja i razvoja te Instituta realizirana moderna tvornica pumpi, valjaonica betonskog željeza, nova tvornica plinskih turbina, tvornica EAB, tvornica velikih turbina. Razvijeni su i novi proizvodi koji su modernizirali postojeće, kao elektronska regulacija turbina, elektronski nadzor vibracija turbina, elastično temeljelje motora, torzijski prigušivači vibracija motora, reverzibilne turbine-pumpe itd. Razvijeni su bili i uspješno prodavani novi strojevi visoke tehnologije, kao što su strojevi za balansiranje rotora raznih vrsta i raznih namjena i raznih razina automatizacije. Razvijena je paleta ekoloških proizvoda, od uređaja za pročišćavanje otpadnih voda na kopnu i na brodovima, ultraljubičasti tretman voda, specijalni dozirni uređaji, kompresori, hidromehanička oprema i sl. Uvodile su se nove metode proračuna prijenosnim matricama i metodama konačnih elemenata (engl. *finite element method* – FEM). Uvodili su se novi tehnološki postupci i nabavljali strojevi s CNC (engl. *computer numerical control*) tehnologijom, a proizvodnja i konstrukcija počela se bazirati na CAM *computer aided manufacturing*) i CAD (engl. *computer aided design*) postupcima, te je donedavna konstrukcija i tehnologija u Alstomu − Karlovac (bivša tvornica parnih turbina) djelomično bazirana na toj djelatnosti.

Formiran je Institut Jugoturbine. Neposredno je sudjelovao u primjeni znanosti u razvoju proizvodnje i metodama proračuna i ispitivanja, a u njemu je radilo više od 300 stručnjaka u laboratorijima i računalnom centru. Institut je imao knjižnicu s više od 10 000 knjiga i više od 200 naslova stručnih časopisa te stoga bio velik impuls za primijenjena znanstvena istraživanja. Na osnovi stručnog i znanstvenog rada i dodatnog školovanja magistriralo je više od 40 inženjera i drugih struka te 12 doktoriralo.

Jugoturbina je u sastavu imala i školski centar. On nastavlja raditi kao Srednja tehnička škola te Veleučilište u Karlovcu, koje nastavlja u ograničenom opsegu znanstveno-istraživački rad.

6.2. Tehnološka postignuća

Konstrukcija i proizvodnja parnih turbina, dizelskih motora i centrifugalnih pumpi, tehnički, tehnološki i znanstveni je izazov kakav si mogu priuštiti samo velike ili razvijene zemlje, kakva Jugoslavija 1949. − 1954., ali i poslije, nije bila. To znači da su napor, entuzijazam i znanje zaposlenih inženjera, tehničara i kvalificiranih radnika Jugoturbine bili znatno iznad prosjeka Jugoslavije, odnosno tražilo se iznadprosječno doškolovanje i dokvalifikacija zaposlenih. Da bi se konstruirala parna turbina potrebno je znati proračune termodinamike, strujanja stlačivog medija, čvrstoću materijala, teoriju i primjenu vibracija, regulaciju s hidraulikom, da se spomenu samo neka važnija znanja. Za konstrukciju dizelskih motora potrebno je znati teoriju izgaranja goriva i sve spomenuto. Za konstrukciju centrifugalnih pumpi treba znati teoriju strujanja nestlačivih medija, čvrstoću i dinamiku strojeva. To sve znati, i to dobro, uz mnoštvo tehnoloških problema u proizvodnji, bilo je malo previše te je nakon početnog entuzijazma nastupilo otrežnjenje, tako da se pristupilo kupovanju licencija. Kod turbina, osim vlastitog razvoja, kupljene su licencije od AEG-a, De Lavala (Švedska), LMZ-a (Lenjingradski metaličeski zavod) i BBC-a (Švicarska). Motorna proizvodnja sasvim je napustila vlastitu konstrukciju (Aran) te prešla na licenciju tvrtke Sulzer (Švicarska), poslije i Pielstick (Francuska). Proizvodnja pumpi bazirala se na vlastitim konstrukcijama, ali za specijalne namjene koristila je licencije KSB-a (Njemačka), Eureke (Norveška), Interatomenerga (SSSR) i druge.

Ako sumiramo kompletan razvoj konstrukcije i proizvodnje Jugoturbine, najveća dostignuća su bila: uspješna proizvodnja turbina, motora i pumpi koje su osim u Jugoslaviji plasirane gotovo u sve zemlje svijeta; vlastita konstrukcija i proizvodnja parnih turbina, centrifugalnih pumpi i strojeva za balansiranje; konstrukcija i proizvodnja parnih turbina srednjih snaga za toplane i industrijska postrojenja s do dvama reguliranim oduzimanjima; prodaja licencije za industrijske parne turbine u Indiju, koje su se proizvodile do 2010. godine; izgradnja

i tehnološka opremljenost tvornice velikih turbina (osim vitlaonice); tehnologija proizvodnje komponenata plinskih turbina; formiranje Instituta Jugoturbine, koji je neposredno sudjelovao u primjeni znanosti u razvoju proizvodnje i metodama proračuna i ispitivanja.

6.3. Poslovna dostignuća

Organizacija

Organizacija Jugoturbine prilagođavala se vlastitom razvoju, tržištu i državnim propisima.

Poduzeće je osnovano kao jedinstvena cjelina (tvornica) s pojedinim službama odnosno odjeljenjima ili sektorima u okviru te cjeline, koji su se formirali ovisno o djelatnosti koja je obavljana. Organizacija proizvodnje imala je uzor u njemačkim tvrtkama, što je za ono vrijeme bilo vrlo moderno i što je dalje unapređivano.

Za organizaciju Jugoturbine karakteristično je nekoliko faza, koje se mogu vremenski podijeliti. Prva je 1949. − 1972., tj. od osnutka do formiranja Združenog poduzeća Jugoturbina. Druga je faza 1973. – 1977., kad je organizirana kao Združeno poduzeće Jugoturbina. Treća je faza 1977. – 1989., kad Jugoturbina prolazi organizacijsko razdoblje kao Složena organizacija udruženog rada (SOUR). Naposljetku, četvrtu fazu čini nekoliko zadnjih godina Jugoturbine, i to 1989. – 1992. Tad je organiziran poslovni sustav Jugoturbina sastavljen od niza samostalnih poduzeća (organiziranih kao društvena poduzeća), na načelu koncerna. Poslovanje se obavljalo pod nazivom Složeno poduzeće Jugoturbina.

Trgovina i inženjering

Djelatnost trgovine, inženjeringa i marketinga kompleksnih objekata razvijala se već u RO Jugoturbina-Commerce. Naime, propisi su od 1971. omogućili da proizvodne organizacije osnivaju svoja poduzeća s registracijom vanjske trgovine, otvaranja predstavništava u inozemstvu, vođenju inženjering poslova, izrade ponuda kao i financiranja projekata. Jugoturbina u najkraćem vremenu registrira takvu organizaciju pod imenom Jugoturbina-Commerce. Poslije je to ime promijenjeno u JUTING. Pokretač te poslovne ideje bio je inženjer Nemanja Gašparević, a prvi direktor i realizator Marko Kljaić.

Jugoturbina-Commerce organizira *ofertne biroe* koji s proizvodnjama obrađuju ponude za plasman turbina, motora i pumpi. Objedinjuje te ponude s drugim proizvođačima opreme koji čine tehnološku cjelinu. Razvija izvozne i uvozne poslovne funkcije i okuplja stručne kadrove za potrebe ostvarivanja

poslovne politike. Razvija mrežu predstavništava u zemlji i inozemstvu, okuplja stručne kadrove i stvara tehničke uvjete rada. Organizira financiranje poslova s bankama i fondovima. Jugoturbina-Commerce nabavljala je materijal, osiguravala kreditiranje gradnje i isporuke. Poslovi su uspješno i na vrijeme obavljeni naplatom od kupca i reosiguranja. Prodano je pet stacionarnih dizelskih stanica u SSSR, a služile su kao rezervni motori za nuklearne centrale. Vrijednost posla bila je 35 milijuna klirinških dolara. Jugoturbina-Commerce objedinjavala je nabavu repromaterijala i financiranje generatora *Rade Končara* i druge opreme. Jugoturbina je na tom poslovnom modelu buduće narudžbe bitno povećala.

U razdoblju 1975. − 1980. osnivaju se u okviru JUTING-a novi odjeli: Sektor marketing, Prodaja s odjelima (prodaja turbina, motora, pumpi, industrijskih postrojenja), Sektor vanjska trgovina s odjelima, Sektor projektiranje s odjelima (termoenergetska postrojenja, dizelske centrale, hidropostrojenja, industrijska postrojenja, arhitektonsko i građevinsko projektiranje), Sektor konzalting s odjelima i Sektor realizacije.

Inženjering s komercijalnim funkcijama za Jugoturbinu ima 1983. oko 250 zaposlenih, od čega 150 diplomiranih inženjera, ekonomista, pravnika i dr. Oko 130 zaposlenih govorilo je dobro jedan strani jezik, njih 40 dva strana jezika, a njih 15 po tri ili četiri strana jezika. Sektor marketing organizirao je vanjska predstavništva (Moskva, Prag, München, Berlin, Alžir, Teheran, Bangkok), predstavništva u zemlji (Beograd, Novi Sad, Skoplje, Titograd, Ljubljana, Sarajevo, Priština) i mješovite tvrtke u inozemstvu. Sektor projektiranje imao je velik broj uspješnih projekata u zemlji i inozemstvu: od građevinskih objekata (strojarnice u brojnim termoelektranama, dizelske centrale, brojne pumpne stanice), nekoliko velikih pročistača otpadnih voda, brojni mali projekti u industriji itd.

6.4. Društvena postignuća

Obrazovanje

Radi dokvalifikacije zaposlenika razvijeni su u tvornici i Školskom metalskom centru u Karlovcu različiti oblici stručnog osposobljavanja i obrazovanja tokara, strojobravara, montera, varilaca, alatničara i drugih profila.

Tvornica je bitno utjecala da se Školski metalski centar Karlovac prostorno proširi i modernizira oprema u radionicama. Jugoturbina je bila otvorena za prijam svih završenih kvalificiranih učenika kao i tehničara tog Centra [3], a Centar je postao i organizacijska jedinica Jugoturbine.

Za školovanje višeg stručnog tehničkog kadra tvornica je dala inicijativu za osnivanje Više tehničke strojarske škole (VTSŠ) u Karlovcu 1960. godine. Poseban doprinos osnivanju dali su inženjeri Ivan Taloš i Ivan Tudić [2]. U

financiranju gradnje objekta u kojem radi Viša tehnička strojarska škola s 50 posto sredstava sudjelovala je Zajednica usmjerenog obrazovanja Hrvatske i 50 posto Jugoturbina-Commerce. Polaznici te škole bili su zaposlenici Jugoturbine: tehničari i perspektivni kvalificirani radnici. Jugoturbina je polaznicima davala slobodne dane kako bi mogli pohađati nastavu i davala druge oblike potpore. Predavači su bili najvećim dijelom stručnjaci tvornice. Završeni inženjeri te škole bili su velika stručna potpora u procesu proizvodnje, organizacije rada i drugih službi tvornice. Škola se u suradnji s FSB-om iz Zagreba razvila u snažnu stručnu, pa i znanstvenu instituciju.

Jugoturbina je davala financijsku potporu školovanju VSS radnika svih profila, posebno strojarskog smjera. Postojao je trajni fond za stipendiranje i kreditiranje zaposlenika Jugoturbine te drugih studenata koji su željeli raditi u toj tvornici. Sredstva fonda bila su udružena i uvećana sredstvima Fonda za kreditiranje studenata na razini Hrvatske.

Sve je to utjecalo na stvaranje uvjeta da FSB prihvati otvaranje svojeg nastavnog centra u Karlovcu za VI. i VII. stupanj obrazovanja.

Stanovanje

Izgradnjom tvornice izgrađeno je naselje Švarča. Projektirano je bilo 1949. za 2000 stanovnika, na osnovi iskustva prijeratnih radničkih naselja u Borovu i rudnicima Raša [9] i [10]. Gotovo identično naselje izgrađeno je za brodogradilište 3. maj i Torpedo u Rijeci. Naselje je djelomično zadovoljilo potrebe prvih prispjelih radnika i inženjera.

Samački hoteli bili su jedini smještaj za mlade radnike, uključujući i cijele obitelji. Izgradnjom tvornice izvođači su izgradili barake u Kozjači s minimalnim higijenskim uvjetima. Odlaskom radnika izvođača barake u Kozjači naselili su radnici Jugoturbine. Za daljnju izgradnju stanova Jugoturbina je osnovala Stambenu zadrugu, koja je gradila stanove isključivo u privatnom vlasništvu, što je obuhvaćalo gradnju stanova, kuća, dogradnju, adaptacije i sl.

Otpora ideji da se ne grade stanovi u vlasništvu tvornice bilo je najviše u onim strukturama zaposlenih koji su zbog svoje pozicije očekivali da će se ipak morati graditi tvornički stanovi i da će im biti dodijeljeni. Na kraju je prihvaćen koncept privatne izgradnje na ovim principima: 20 posto vrijednosti stana osiguravala je radna jedinica (Jugoturbina), poduzeće bračnog druga ili drugi izvori; kad je kupac stana osigurao vlastito učešće od deset posto i učešće tvornice 20 posto, Stambena zadruga kod banke je podizala kredit od 70 posto vrijednosti stana pod povoljnim uvjetima. Putem Stambene zadruge od 1964. je kroz razne vidove potpore izgrađeno 3500 stanova i kuća. U tom razdoblju nije izgrađen nijedan stan u vlasništvu tvornice. Najveće zasluge za taj koncept imao je Marko Kljaić.

Odmor i rekreacija

U početku djelovanja Jugoturbina je posjedovala odmarališta u Bobovišćima na Braču te u Pirovcu. Međutim, bila su malog kapaciteta i bez mogućnosti proširenja na tim lokacijama. Godine 1969. prišlo se izgradnji suvremenog odmarališta u Puntu na Krku i u tu svrhu kupljeno je 46 000 m^2 zemljišta. Natječajem je izabrano arhitektonsko rješenje u duhu primorskog naselja s kompletnim sadržajem (zajednički gospodarski sadržaji, sportsko-rekreacijska igrališta, više depandansi i 80 vikend-kuća) s 1800 ležajeva. Gradilište je opremljeno suvremenom infrastrukturom (kanalizacija, vodovod, elektromreža). S tadašnjim primanjima moglo se boraviti na moru i hraniti se u vlastitoj režiji. Sportski sadržaji, mir Punta, dobro vino, toplo i čisto more, riba koju su nudili domaći ribari i jugoturbinaši koji su s njima proveli noći na moru u ribolovu, sve je to stvaralo idealne uvjete za odmor te ostavilo trajna sjećanja na boravak. Ljudi su gotovo 20 godina koristili svoje odmaralište koje su izgradili svojim sredstvima. Također su izgrađena dva paviljona u rekreacijskom centru Bjelolasica za zimski, ali i za ljetni odmor radnika.

Sport

Radničko društvo *Turbina* koje je osnovano 1955. obuhvaćalo je sportsku aktivnost i to: nogomet, rukomet, streljaštvo, kuglanje, odbojku i stolni tenis te šah (imalo je i kulturno-zabavne sekcije). Ako se promatra i ŽEČE kao dio Jugoturbine, u njemu je bio aktivan klub *Metalac* koji je imao nogometnu, biciklističku, košarkašku i kuglačku sekciju. Sedamdesetih se godina društva transformiraju i pod nazivom Jugoturbine postaju: košarkaški, rukometni, kuglački i šahovski klubovi.

Poseban vid sportsko-rekreacijske aktivnosti bile su radničke sportske igre. Tako su radne organizacije Tvornica parnih turbina, Tvornica dizelskih motora, Tvornica pumpi i Jugoturbina-invest krajem sedamdesetih te osamdesetih održavale redovita natjecanja svojih OOUR-a (osnovna organizacija udruženog rada), a na razini SOUR-a sudjelovale su radne organizacije u šest do sedam sportskih disciplina. Zatim su se održavali susreti prijateljstva, igre radnika brodograditelja (Jadranbrod, Dunavbrod), sa Željezarom Sisak itd.

Vodilo se računa i o aktivnom odmoru zaposlenika odlaskom u lječilište Topusko ili rekreacijski centar Punat.

Ostale aktivnosti

Jugoturbina je sudjelovala i u humanitarnim i kulturnim aktivnostima. Od humanitarnih posebno se ističe aktiv dobrovoljnih davalaca krvi, sekcija za borbu protiv raka, te aktivnost dobrovoljnih vatrogasaca. Od kulturnih, zaposlenici

Jugoturbine imali su aktivnosti u području folklora, muzičkoj i dramskoj te likovnoj sekciji. Od aktivnosti na području tehničke kulture najbolje je funkcioniralo društvo inovatora (Jugoturbina je imala i službu inovacija).

7. Sjećanje na neke radnike Jugoturbine

Bit će navedene biografije samo četiriju stručnjaka ključnih za početni razvoj Jugoturbine, kao i razvoj konstrukcije i proizvodnje parnih turbina. O ključnim ljudima u razvoju konstrukcije i proizvodnje pumpi i dizelskih motora i ostalih proizvoda, zbog pomanjkanja prostora, neće ovdje biti govora.

7.1. Profesor Ernst Kraft (1880. – 1962.)

Studirao je strojarstvo na Tehničkom sveučilištu u Beču, kao i matematiku i fiziku na Sveučilištu u Beču. Diplomski ispit položio je 1905. godine. Praktično iskustvo stekao je u belgijskom SA John Cockerill u Seraingu i Hobokenu u izgradnji Parsonsovih turbina te u G.&J. Weir u Cathcart-Glasgowu. Krajem 1908. preselio se u Ganz & Comp. Danubius AG u Budimpešti i Rijeci (današnji 3. maj), gdje je 1912. bio glavni konstruktor turbinskih i kotlovskih sustava za ratne brodove austrougarske mornarice. Godine 1917. zaposlio se u tvornici turbina AEG-a u Berlinu, gdje je razvio turbine i zupčanike za brodsku i stacionarnu namjenu. Među njima bila je i turbina snage 80 000 kW za elektranu Klingenberg, pri čemu je prvi put u Europi izveden sustav s više osovina. U AEG-u je radio i na konstrukciji zupčanika i ležaja. Godine 1933. postao je ravnatelj tvornice turbina, koju je vodio do jeseni 1945. godine. Godine 1945. tvornica je 75 posto oštećena i zatvorena, a preostali strojevi otišli su u reparaciju.

Godine 1920. doktorirao je, a 1925. habilitirao kao privatni predavač na TH Berlin i bio imenovan počasnim profesorom sljedeće godine. Godine 1928. dobio je počasni doktorat na TH Beč. Iz Pruske akademije znanosti, u koju je izabran 1937., retrogradno je izbrisan 1948. na prijedlog Akademije znanosti DDR-a (vjerojatno je bio član nacističke stranke). Objavio je mnoštvo članaka i knjiga iz turbinogradnje, a najpoznatija je [11]. Interesantno je da je drugo izdanje 1952. priredio kao zaposlenik Jugoturbine iz Zagreba.

O njegovu dolasku 1948. u Zagreb detaljnije vidi pod [1]. U Zagrebu je vodio konstrukcijski ured gdje je konstruirana prva parna turbina snage 12,5 MW, sa svim pomoćnim uređajima (pumpe, kondenzator itd.). Godine 1954. ured se preselio u Karlovac, s osposobljenim domaćim stručnjacima, a profesor Kraft vratio se u Njemačku. Jugoturbini je ostavio, osim znanja, i mnogo vrijednih



Sl. 12.: Prof. dr. Ernest Kraft 1954. na povratku u Njemačku (slijeva: Stanislav Srb, Velimir Damaška, Antun Ošlak, Zvonko Štimac, Ernst Kraft, Hugo Gazin, Veljko Slapničar, Marko Majcen)



Sl. 13.: Inženjer Zvonko Elćić (oko 1980.)

tehničkih knjiga i časopisa, koji se nalaze u knjižnici Veleučilišta. Do 1960. nekoliko je puta posjetio tvornicu. Više detalja o profesoru Kraftu u [1] i [11].

7.2. Inženjer Anton Ošlak (1898. – 1963.) (po sjećanju Tomislava Kuhara)

Rođen je u Sloveniji. Studirao je strojarstvo, a nakon studija zaposlio se u tehničkoj službi jugoslavenske mornarice i dodijeljen mu je oficirski čin. Radio je na održavanju ratnih brodova te definiranju tehničkih karakteristika novih i njihovu preuzimanju, kao priznati stručnjak za to područje. Početkom Drugog svjetskog rata i raspada Jugoslavije uhitio ga je Gestapo. Ponuđen mu je posao u njemačkoj tvornici turbina AEG, gdje upoznaje profesora Krafta [1]. Iz moralnih je razloga ("moja oficirska čast ne dozvoljava mi da radim za okupatora moje domovine"), odbio tu ponudu i završio u njemačkim logorima smrti Mauthausenu i Dachauu.

Po povratku u Jugoslaviju zaposlio se u Glavnoj direkciji brodogradnje u Rijeci. Kad je 1949. donesena odluka o gradnji tvornice parnih turbina u Karlovcu, postavljen je za tehničkog direktora. Doveo je profesora Krafta u Jugoslaviju [1], uz ključno angažiranje Karlovčanina Većeslava Holjevca, koji je u to vrijeme bio šef jugoslavenske vojne misije (nisu samo Amerikanci i Sovjeti vrbovali njemačke stručnjake). Izvrsno je surađivao s njim na organizaciji proizvodnje turbina iz nacrta koji su izlazili iz ureda prof. Krafta. Bio je poznat po nevjerojatnom znanju, marljivosti, upornosti i stalnom učenju novih stvari. Govorio je mješavnom slovenskog i hrvatskog jezika. O drugim zanimljivostima iz njegova života vidi [1], [11], [14].

7.3. Razgovor s prvim direktorom Jugoturbine Lukom Knezovićem (1912. – 1991.)

Novinar Nikola Perić objavio je u Karlovačkom tjedniku [11] razgovor s prvim direktorom Lukom Knezovićem, i to kao umirovljenikom 1970. godine. Knezović je bio kvalificirani metalski radnik, koji je izišao kao pukovnik iz NOB-a i dekretom 1949. godine dobio položaj direktora. Nije imao ni prostorija (u početku se sastajao sa suradnicima u hotelu *Dubrovnik* u Zagrebu, a poslije u velikoj vili koja je dodijeljena prof. Kraftu, dok se nije preselio u Karlovac na Vunsko polje), a nije znao ništa o turbinama.

Profesor Kraft, inženjer Ošlak i tehničar Schmidt (iz AEG-a, zadužen za proizvodnju parnih turbina), bili su stručni i kooperativni, te su uz ostali kadar (sjeća se Borisa Kotljareva, inženjera Dragutina Cazina i majstora Vilibalda Mattela), uz nevjerojatan entuzijazam i marljivost pokrenuli proizvodnju i izgradnju tvornice.

Pukovnik Knezović prisjetio se nekih bizarnih trenutaka. Kod prijevoza karusela teškog 25 tona, koji je stigao kao reparacija iz Njemačke u Rijeku, koristili su tenkovsku prikolicu. Cesta Rijeka − Karlovac nije bila pogodna za takav teret te su išli preko Ljubljane. U Vrhnici su zapeli i odvalili dio zvonika, a kod Višnje Gore teret je ispao s prikolice. Po dolasku u Karlovac morali su prijeći most na Mrežnici u Mostanju (most na Maloj Švarči za Jugoturbinu još nije bio izgrađen), koji nije imao potrebnu nosivost. Odučili su prijeći most uz minimalnu brzinu (nisu pitali inspekcije), ali je inženjer Kovačić, koji je radio na izgradnji nove tvornice, ipak izvršio neke proračune koji su kako-tako garantirali da neće doći do katastrofe, što se na kraju i potvrdilo.

7.4. Inženjer Zvonko Elčić (1933. – 2008.)

Rođen je u Slavonskom Brodu. Maturirao na gimnaziji u Zagrebu (1951.), diplomirao na Fakultetu strojarstva i brodogradnje (FSB) Sveučilišta u Zagrebu (1957.). Odmah se zaposlio u Jugoturbini Karlovac (poslije ABB i ALSTOM), kao konstruktor turbina (1957. − 1964.), šef konstrukcije turbina (1964. − 1970.), glavni inženjer proizvodnje turbina (1970. − 1980.) i (1985. − 1998.), šef plasmana velikih parnih turbina (1980. − 1985.). Umirovljen je 1998. godine.

Poslije profesora Krafta bio je glavni konstruktor parnih turbina Jugoturbine. Uveo je decimalni sustav i tipizaciju u konstrukciju parnih turbina i kompleksnu hidrauličku regulaciju te bio konstruktor velikog broja isporučenih turbina (12 MW Makasar, Palembang, Zagreb, 75 MW Zagreb itd.). Razvio je seriju tipiziranih konstrukcija industrijskih i toplanskih turbina.

Bio je nastavnik na Veleučilištu u Karlovcu iz predmeta Parne turbine i Energetski strojevi (1960.− 1991.). Objavio je više članaka u stručnim časopisima te napisao poznatu knjigu *Parne turbine* [13], koja je bila ‘turbinska biblija’ za Jugoslaviju, kao što je Kraftova knjiga [12] bila za cijeli svijet.

7.5. Tehnički i generalni direktori Jugoturbine

Tehnički direktori: Antun Ošlak (1949. – 1963.), Stanislav Srb (1963. – 1968.), Branko Sentić (1968. – 1972.), Ferdinand Vodenik (1972. – 1974.), Ljubomir Vučković (1974. – 1982.), Mirko Butković (1982. – 1985.).

Generalni direktori: Luka Knezović (1949. – 1953.), Mile Ljubičić (1953. – 1954.), Hugo Gazin (1954. – 1961.), Milivoj Tomica (1961. − 1962.), Mićo Gledić (1962. – 1971.), Nikola Grubješić (1971. – 1976.), Milan Pavić (1976. – 1986.), Ivan Stojković (1986. – 1990.).



Sl. 14.: Prva tri direktora 1954. (slijeva: Mile Ljubičić, Luka Knezović, Hugo Gazin, Stanislav Srb (poslije tehnički)



Sl. 15.: Zadnji direktor Ivan Stojković, diplomirani inženjer strojarstva (1988.)

Zaključak

Jugoturbine više nema, ali nema ni njezinih uzora i licencionara kao što su: AEG, BBC, ABB, Sulzer, ALSTOM i drugih. Za dugotrajan uspjeh nekog poduzeća treba mnogo više faktora od dobrog proizvoda, gdje i sreća igra nemalu ulogu. Od Juguturbine je nastalo mnogo manjih poduzeća od kojih neka uspješno posluju i dalje se razvijaju. Nastala su nova poduzeća, čiji su vlasnici ili djelatnici stručnjaci koji su osnovno znanje i iskustvo stekli u Jugoturbini. Tako je od većih novih nastalo poduzeće HS Produkt (1700 zaposlenih) i Tvornica turbina Karlovac (150 zaposlenih). Time se jednom stečeno znanje i iskustvo

nastavilo razvijati i širiti. Još važnija uloga Jugoturbine za Karlovac i Hrvatsku njezino je inzistiranje na potrebi stalnog učenja i stalnog širenja i povećanja znanja. Tehnička škola i Veleučilište u Karlovcu na neki su način nasljednici obrazovnog sustava Jugoturbine. Njihova bi uloga trebao biti prijenos postojećih znanja, ali još važnije, davanje novih znanja mladoj generaciji, ne da bi stvarala kopije Jugoturbina, nego da bi stvarala organizacije bazirane na novim znanjima iz STEM područja (prirodne znanosti, informatika, inženjerstvo i matematika), nužnih za budućnost Hrvatske.

Literatura i dokumentacija

[1] − *Jugoturbina, nastanak, razvoj i kraj (1949. – 1992.)*, uredništvo u sastavu: Butković, M., Fleković, P., Lončar, S., Butković, I., Kuhar, T., Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2005.

[2] Butković, M., Pavić, A., Tudić, I.: *Pedeset godina stručnog studija strojarstva u Karlovcu 1960.– 2010*., Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2010.

[3] − *50 godina tehničke škole*, uredništvo u sastavu: Lulić, M., Ladešić, F., Švajger, L., Tehnička škola Karlovac, Karlovac, 1996.

[4] − *Jugoturbina*, publikacije povodom 10, 15, 20, 30 i 35 godina osnutka Jugoturbine, izdavač Jugoturbina, Karlovac, 1959., 1964., 1969., 1979. i 1984. (arhiva autora).

[5] − *Jugoturbina Annual Report 88*, publikacija Jugoturbine, Karlovac, 1988. (arhiva autora).

[6] − Poslovna dokumentacija Jugoturbine od 1949. do 1992., Državni arhiv u Karlovcu, Karlovac, 2005.

[7] − Fotodokumentacija Jugoturbine, knjižnica Veleučilišta u Karlovcu, Karlovac, 1949. do 1992. Karlovac, 2019.

[8] − Prospektni materijal Jugoturbine od 1949. do 1992. (arhiva autora).

[9] Treskavica, S.: *Uspon i pad karlovačke Jugoturbine*, www.lupiga.com, 24. 02. 2015.

[10] Škunca, S.: Izgradnja radničkog naselja brodogradilišta 3. maj i tvornice motora Aleksandar Ranković na Zametu u Rijeci 1947. – 1952., Šesta međunarodna konferencija o industrijskoj baštini, Rijeka, 24. – 25. 04. 2014.

[11] Perić, N.: Zašto plačeš druže pukovniče, *Karlovački tjednik*, br. 6., 22. 01. 1970.

[12] Kraft, A. E.: *Die Dampfturbine im Betriebe*, Springer Verlag, Berlin, 1937. i 1952.

[13] Elćić, Z.: *Parne turbine*, VTSŠ, Karlovac, 1983. i ABB, Karlovac, 1995.

[14] Butković, M.: Crtice iz života tri strojarska tehničara prve generacije Tehničke škole Karlovac, *Svjetlo*, 1-2/2018., Matica hrvatska, Karlovac, str. 147-156.

Jugoturbina 1949. – 1992.

Mirko Butković, Petar Fleković, Simo Lončar, Tomislav Kuhar

Abstract: Jugoturbina is a outcome of the socialist development of the heavy industry in Yugoslavia. It was founded in 1949 and its construction and development of the production program is monitored. The first are military products, steam turbines, diesel engines and pumps for warships, but the production program is being modified and supplemented for civilian use. Equipment for merchant ships, thermal power plants, process plants and more.

This process, which was related to the successes and difficulties involved in designing, constructing, manufacturing, installing and commissioning for technically demanding products, has been described. Also the employee structure, development of science, education, housing, nourishment, sports, hobbies and vacation of employees and their families are described. Biografies of four experts who are most valued for the development of the Jugoturbina and turbine production are described.

After major investments and expansion of acquisitions, there apeared difficulty in product placement and business organization, and in 1992, the organization is liquidated. A good part of the production and technology has survived and now operates under other names and owners, but there are also a lot of new organizations established by former Jugoturbina employees, which are also successfully doing business.

Keywords: automation, designing, diesel engines, pumps, power machinery, process equipment, production, turbines, engineering

Dodatak: O autorima (vezano uz Jugoturbinu)

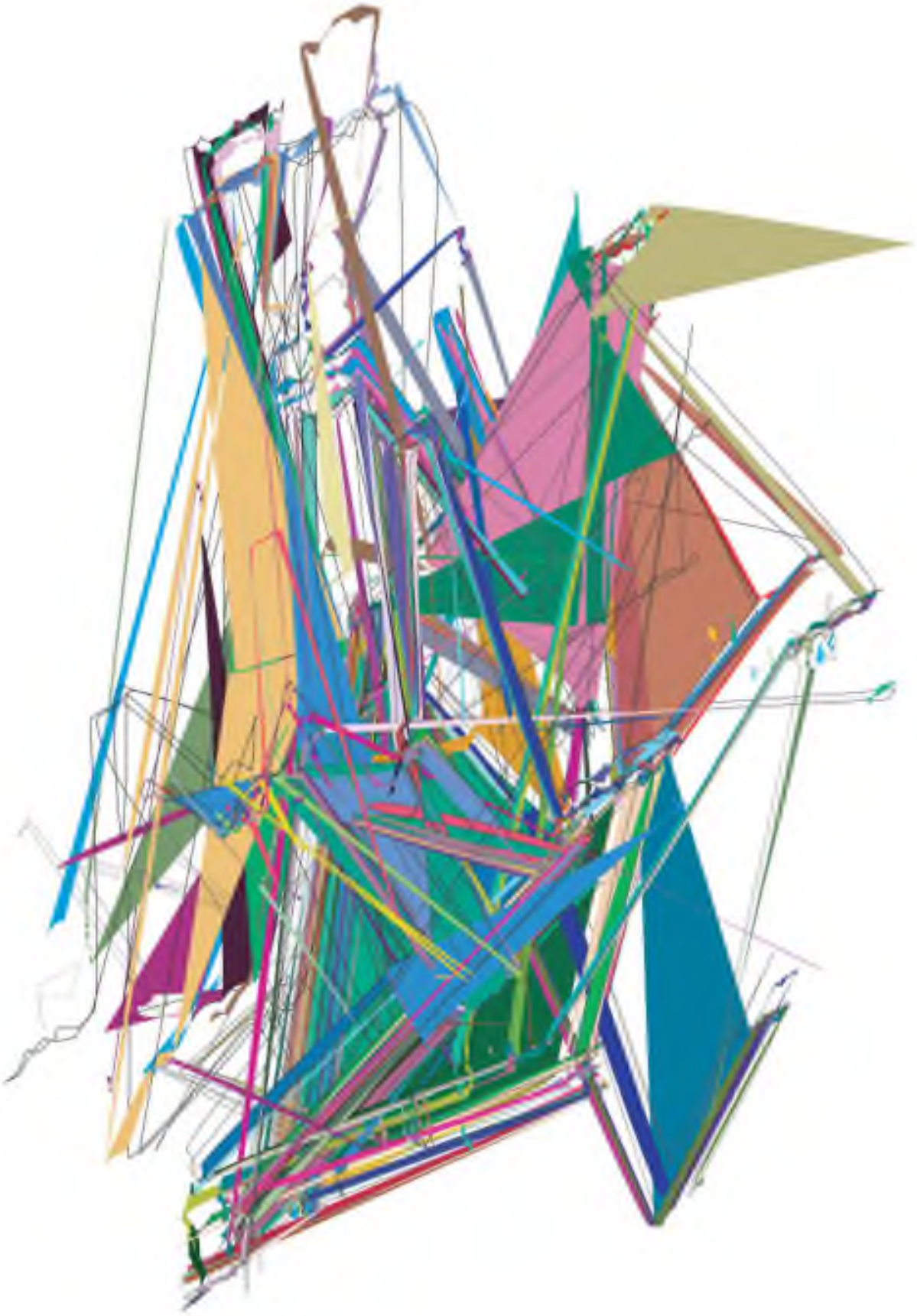
Prof. dr. sc. Mirko Butković (1936.). Završio Karlovačku gimnaziju 1956. godine. Završetkom Fakulteta strojarstva i brodogradnje (FSB) u Zagrebu 1961., odmah se zaposlio u Jugoturbini, gdje je ostao do 1992. na sljedećim funkcijama: razvojni inženjer; rukovodilac ispitnih laboratorija; rukovodilac organizacije Istraživanje i razvoj; tehnički direktor; direktor Instituta; potpredsjednik

Jugoturbine za istraživanje i razvoj. Uz rad je magistrirao i doktorirao. Od 1961. do 1991. radi kao nastavnik na Višoj tehničkoj strojarskoj školi (VTSŠ) u Karlovcu, koja je u sastavu Jugoturbine. Od 1997. do umirovljenja 2006. rektor je Veleučilišta u Karlovcu.

Mr. sc. Petar Fleković (1932.). Završio Tehničku strojarsku školu u Karlovcu 1951. i iste se godine zaposlio u Jugoturbini. Radio je kao tehničar u alatnici, teškoj obradi, lansirnoj službi, tehničkoj pripremi rada i konstrukciji alata. Uz rad je studirao te diplomirao i magistrirao na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu. Postao je pomoćnik direktora za ekonomske i financijske poslove u Jugoturbini, a 1978. prelazi na dužnost predsjednika Izvršnog vijeća Hrvatske. Kasnije predsjednik INA-e.

Simo Lončar, diplomirani inženjer strojarstva (1937.). Završio Tehničku mašinsku školu u Kragujevcu 1957., a Fakultet strojarstva i brodogradnje u Zagrebu 1962. godine. Zaposlio se u Jugoturbini 1963., gdje je ostao do 1990. Obnašao je sljedeće funkcije: tehnolog proizvodnje kliznih ležajeva; rukovodilac termičke obrade; rukovodilac montaže motora; rukovodilac motorne proizvodnje; direktor tvornice motora; predstavnik Jugoturbine u Istočnoj Njemačkoj; direktor JUTING-a (trgovina i inženjering). Poslije pročelnik za industriju Hrvatske gospodarske komore u Zagrebu.

Tomislav Kuhar, inženjer organizacije rada (1936.). Srednju tehničku strojarsku školu završio je 1954. i iste se godine zaposlio u Jugoturbini. Radio je kao osnivač stručne knjižnice, na analitičkoj procjeni radnih mjesta (prve u Jugoturbini), šef kontrole u tvornici turbina. Školovao se uz rad te postao direktor remonta parnih tubina. Radio do umirovljenja 1993. u ABB-u.



Želimir Volf

Moj rad u poduzeću Merkantile od 1970. do 1973. godine

Sažetak: Opisao sam svoj rad u Merkantileu. U uvodu spominjem kako i zašto sam se zaposlio. Slijedi opis mojih prvih dvaju zadatka: demonstracije Ericall sustava za pozivanje osoba u Opatiji i simultanog prevođenja *Ericssonova* seminara ZAX 120T na Plitivicama. Glavna linija mojih komercijalnih aktivnosti bila je prodaja LMS-ovih interfonskih sustava i po narudžbi izrađene DYA opreme za komunikacijski centar Vatrogasne brigade u Zagrebu. Ključna osoba u komercijalnim aktivnostima bio je Niko Bonetti. Donosim sjećanja iz rada s njim. Smjena telekomunikacijskih generacija u Hrvatskoj počela je potpisom licencnog ugovora između tvrtki *Nikola Tesla* iz Zagreba i *LM Ericsson* iz Švedske. Na kraju obrazlažem razloge zbog kojih sam napustio Merkantile.

Ključne riječi: Ericall, *Ericsson*, interfon, interfonske centrale, *Nikola Tesla*, sustav za pozivanje osoba, telekomunikacije, ZAX 120T

Uvod

Vladimira Čutića, slika 1., upoznao sam u Tvornici telekomunikacijskih uređaja *Nikola Tesla* u Zagrebu u ožujku 1966. godine. Oba smo radila u Projektnom odjelu. On je jedva dočekao moj dolazak jer se želio osloboditi "telegrafije", naravno, u dogovoru s našim šefom inženjerom Jurjem Salopekom, kako bi se mogao posvetiti novim zaduženjima. Ta "telegrafija" bilo je projektiranje telegrafskih centrala tipa ARB 111 + ARM 50. No, prije nego što sam



Slika 1.: Vladimir Čutić

mogao početi neki koristan posao, trebao sam proučiti kako ti novi telegrafski komutacijski sustavi tipa *crossbar* rade. Radio sam to sve do mojeg odlaska iz *Nikole Tesle*, 1. veljače 1967. godine.

Iz neuspjele južnoafričke odiseje vratio sam se zajedno sa suprugom Mirjanom u Zagreb 4. veljače 1970. godine. Vratili smo se u moju rodnu kuću, u kojoj i danas živim, na adresi Ilica 314, iz koje smo tri godine prije otišli u "bijeli svijet". Bio sam suočen s dvama problemima koje sam morao hitno riješiti: liječenje moje bolesne žene i moje zaposlenje.

Moj prvi izbor zaposlenja bio je pokušaj povratka u Tvornicu *Nikola Tesla*, iz koje sam, bez pozdrava, otišao tri godine prije. Došao sam inženjeru Salopeku, mojem bivšem šefu, kao pokajnik, posipati se pepelom i zamoliti ga da me primi natrag na posao. Inženjer Salopek bio je za to da me ponovno primi na posao u *Nikoli Tesli*, ali tome se usprotivio generalni direktor Petar Kovač, iz principijelnih razloga. Ne zamjeram Petru Kovaču njegov postupak, jer bih ga, u sličnom slučaju, i ja sam primijenio. Tijekom posjeta razgovarao sam s mojim nekadašnjim suradnicima. Ustanovio sam da moj znanac Vladimir više ne radi u *Nikoli Tesli*, nego je promijenio zaposlenje te da radi u Merkantileu, trgovačkom poduzeću koje među ostalim, zastupa i tvrtku *Ericsson* iz Švedske, čiji je licencni partner *Nikola Tesla* iz Zagreba.

1. Počeo sam raditi u Merkantileu

Posjetio sam Vladimira u njegovu domu u Crnčićevoj ulici u Zagrebu. Objasnio sam mu svoj nezavidan položaj i zamolio sam ga za pomoć. Djelatnost Merkantilea, kako mi je to Vladimir objasnio, sastoji se u zastupanju stranih tvrtki i trgovine. Organizacijski, Merkantile je bio podijeljen u tri sektora. Jedan od njih zastupa švedske tvrtke, a među inima i velike koncerne kao što su *Ericsson*, SKF i ASEA. Direktor tog sektora bio je Niko Bonetti. "Dobro, " rekao je Vladimir, "moram razgovarati s Bonettijem i ako se on složi, mogli biste doći do njega na razgovor." Moje iduće pitanje bilo je: "Ima li taj Bonetti kakve veze sa spikericom RTV-a Zagreb Gordanom Bonetti." "Da," rekao je Vladimir, "to mu je žena."

Bio sam na razgovoru u Merkantileu i čini se da sam ostavio dobar dojam jer sam uz Vladimirovu preporuku primljen na rad na određeno vrijeme (šest mjeseci) u zastupništvu tvrtke *Ericsson* na radnom mjestu vanjskotrgovinskog referenta. Moja karijera u Merkantileu počela je 10. ožujka 1970. godine. Za razliku od današnjih ugovora koji se u Hrvatskoj nude mladim ljudima, ugovor na određeno vrijeme u doba o kojem pišem bio je više iznimka nego pravilo. Kao formalni razlog u tom mojem ugovoru navedeno je bolovanje Mladena Nižetića, koji je obnašao funkciju šefa odjela u sektoru čiji je direktor bio Bonetti, a u kojem sam ja trebao raditi.

Ericsson iz Švedske imao je široku lepezu proizvoda iz područja telekomunikacija. Najpoznatiji su njezin dio telefonske i telegrafske centrale, zahvaljujući partnerstvu s *Nikolom Teslom*. Osim telefonskih centrala, koncern *Ericsson* objedinjavao je i prateće proizvodne pogone i tvornice, koje su proizvodile, primjerice, kabele, prijenosnu (transmisijsku) telekomunikacijsku opremu, telefonske aparate i srodne uređaje, sigurnosnu i zaštitnu opremu (vatrodojavna i protuprovalna zaštita). Ja sam se trebao baviti prodajom onih dijelova proizvodnog programa *Ericssona* na jugoslavenskom tržištu koji nisu bili obuhvaćeni licencnim ugovorom s *Nikolom Teslom*. U Merkantileu sam dobio odnosno privremeno preuzeo radno mjesto Mladena Nižetića (ne funkciju, nego stol i stolicu), i sjedio u uredu s Vladimirom.

Situacija koja se dogodila na početku mojeg rada u *Nikoli Tesli* 1966. godine, sad u ožujku 1970., ponovila se. Od Vladimira sam preuzeo dio poslova koje je on vodio, tj. dio *Ericssonove* prodaje za područje Jugoslavije. Pa kako je ta Merkantileova prodaja radila u onodobnim uvjetima? Ako bi upit došao pisanim putem, Bonetti bi signirao predmet osobi koja je prema raspodjeli posla trebala nešto s tim upitom poduzeti. Ako se radilo o, primjerice, nabavi seta specijaliziranog alata za održavanje telefonskih centrala, ili ako bi netko želio kupiti interfonski sustav za, recimo, 20 korisnika, upit je završavao na mojem stolu. Od mene se očekivalo da izradim ponudu potencijalnom kupcu i ispratim nabavu takve opreme.

2. Prvo službeno putovanje

U dijelu Merkantilea koji se bavio prodajom i promocijom švedskih tvrtki radila je, s dijelom radnog vremena, i prof. dr. sc. Branka Zovko Cihlar. Prije svega nekoliko godina (1963./1964.), ja sam kod nje na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu (ETF) sudjelovao na vježbama koje je vodila iz predmeta Mjerenja u slaboj struji. Gospođa Branka, kako sam je tad (a i danas kad je susretnem) u neformalnom razgovoru oslovljavao, radila je u prodaji Merkantilea u sektoru u kojem sam i ja počeo raditi.

Jedan od prvih poslova 'na terenu' koji sam dobio, a koji je organizirala gospođa Zovko, bila je demonstracija uređaja Ericall na skupu liječnika koji se u proljeće 1970. održavao u Hotelu Imperial u Opatiji. O mobilnoj telefoniji kakvu danas poznajemo nije se 70-ih godina prošlog stoljeća niti sanjalo. U starim filmovima i danas se može vidjeti situacija kako lobijem hotela žurno hoda livrirana osoba (paž) i izvikuje nečije ime. Osoba na koju se poziv odnosi javlja se recepciji i preuzima telefonski poziv ili poruku. Odatle potječe ime za takve tipove uređaja – *paging system*.

Ericall je pripadao sustavu opreme za pozivanje osoba ili *on site paging system* [1]. Sustav je razvila tvornica Svenska Radio Aktiebolaget (od koje i potječe pokrata SRA), i ta je tvrtka bila dio *Ericssonova* koncerna. Cijeli se sustav sastojao od 'bazne stanice' koja je emitirala radio signal u ultrakratkovalnom području (UKV) i skupine prijamnika koji su mogli selektivno primati poziv koji je odašiljala ta bazna stanica. Domet te radiostanice nije bio velik, ali dovoljan da pokrije jednu li više zgrada u blizini bazne stanice (npr. bolnički kompleks), zbog toga i naznaka *on site* u punom naslovu uređaja.

Moj zadatak se sastojao u dopremi Ericalla iz Zagreba u Opatiju, zatim izrade provizorne instalacije na terasi Hotela Imperial, kako bi njegove mogućnosti dr. Branka Zovko mogla javno prikazati skupu zdravstvenih radnika na Savjetovanju Hitne medicinske pomoći. Transport Ericalla bio je, čak i za onodobne okolnosti, osebujan. Cijeli je uređaj bio pakiran u drvenu kutiju (sanduk) izmjera (70 x 40 x 40) cm i težio je bruto otprilike 20 kg. U trenutku kad sam trebao otputovati (22. ožujka 1970.), sav je Merkantileov vozni park bio zauzet tako da sam na put krenuo vlakom do Rijeke, a u Rijeci sam koristio taksi do odredišta u Opatiji. Na tom me putu pratila i moja žena Mirjana, koja se dotad već dobro oporavila od naše južnoafričke "ekskurzije".

Sama demonstracija Ericalla, tj. prikaz njegovih mogućnosti, prošao je glatko. Na povratku u Zagreb vlak je bio popunjen putnicima i imao sam problema sa smještajem drvenog sanduka s Ericallom. Prilikom stavljanja sanduka na prtljažno mjesto iznad mojeg sjedala, poklopac sanduka neočekivano je iskliznuo i preko moje glave pao na nos moje žene, koja je sjedila na suprotnoj strani kupea. Na našu veliku sreću ta nezgoda nije ostavila trajnih posljedica kod Mirjane

(zlobni jezici bi rekli da je možda pomoglo…), ali ostavila je trajnu uspomenu – meni – na moje prvo službeno putovanje u Merkantileu. Tijekom 1970. posao prodaje Ericalla i ostale radijske opreme iz proizvodnog programa tvrtke SRA preuzeo je novi zaposlenik Merkantilea tehničar Miroslav Madunić.

3. Simultano prevođenje

Tijekom vremena, nakon isteka 'probnog roka', dobio sam ugovor na neodređeno vrijeme i napredovao u statusu – do višeg vanjskotrgovinskog referenta. Uz tako značajno napredovanje, slijedio je i novi iskorak u mojem poslu. Okušao sam se kao simultani prevoditelj s engleskog jezika.

Krajem rujna 1970. Merkantile je bio uvoznik *Ericssonove* telekomunikacijske prijenosne opreme, sustava ZAX 120T. Taj je uređaj omogućavao simultani prijenos 120 telefonskih kanala po samonosivom zračnom kabelu. Kupci tog uređaja bile su radne organizacije PTT prometa u Hrvatskoj. Jedna od ugovornih obveza bilo je školovanje osoblja, koje će instalirati i održavati taj sustav. Profesorica Zovko, koja je pokrivala to područje prodaje, organizirala je ispunjenje te ugovorne obveze. Seminar se održao na Plitvicama u Hotelu Jezero od 21. do 30. rujna 1970. godine.

Seminaru su prisustvovale one RO PTT-a iz Hrvatske koje su kupile ZAX 120T opremu. Predavač je bio Siebeling, a simultani prevoditelj Želimir Volf. Osim teoretskih predavanja, sudionici seminara obišli su trasu instalirane opreme u Dalmaciji, slika 3. U stankama između predavanja bile su prigode za šetnju Plitvicama, pa i vožnju čamcem po jezeru, slika 4.



Slika 2.: *Ericssonov* seminar u Hotelu *Jezero*. Stoje Siebeling (predavač) i Volf (prevoditelj).



Slika 3.: Posjet trasi gdje se koristi ZAX 120T u Dalmaciji



Slika 4.: Prof. dr. sc. Branka Zovko i sudionici seminara

4. LMS-ovo priznanje

Sudjelovanje u demonstracijama Ericalla, povremeni prevoditeljski poslovi ili pratnja komercijalistima koji su poslovno dolazili u Merkantile nisu bili moja 'glavna' djelatnost u tom poduzeću. Prodaja opreme iz LMS-ova[1] proizvodnog programa bilo je ono čim sam se primarno bavio, a to su interfonski sustavi, vatrodojava i posebni komunikacijski uređaji (DYA).

Interfonska instalacija od klasične se kućne telefonske centrale razlikovala u samo dvama aspektima: interfoni se ne priključuju na javnu telefonsku mrežu i njihovi terminalni uređaji nisu 'klasični telefoni', nego aparati koji se mogu koristi i bez korištenja ruku (danas bismo ih nazvali *hands free* uređajima).

Tijekom sedamdesetih upravljanje komunikacijske veze glasom bila je novina. S potonjim upoznao sam se 'uživo' tijekom prvog posjeta *Ericssonu* u Stockholmu početkom veljače 1972. godine. Kapaciteti interfonskih centrala



Slika 5.: Interfonski aparat i interfonske centrale (ASE 432 kapaciteta do 20 i ARD 451 do 100 korisnika)

[1]LM, početna slova od Lars Magnus Ericsson.

LMS International Bulletin 1

Our man in Zagreb

In Yugoslavia we are represented by "Merkantile", a special type of cooperative enterprise that has developed in this socialist country.

Official regulations prescribe that the General Manager, guided in his daily operations by a "Business Council", be elected by those who work in the company and be responsible to the "Workers' Council".

Merkantile, with 250 employees, represents about 80 foreign companies. With head office in Zagreb, it has branch offices in Belgrade and Sarajevo.



"Our man" in Zagreb is Mr Zelimir Volf, 32, graduate engineer from Zagreb Technical High school. After some years with the South African Post Office, he came to Merkantile at the beginning of 1970. He has since then been working hard selling LMS equipment. Intercom, DYA 111, burglary protection and time systems can be found in the Merkantile reference list. A recent distribution of product handbooks to consulting engineers and projecting offices is one of many activities to bring in still better sales results in 1973.

Privately, Zeljco (abbreviated name for Zelimir) is an enthusiastic photographer. Favourite photo models: his wife Mirjana and daughter Kristina (aged two). However, having his house built on the outskirts of Zagreb, his main interest is now housebuilding. As a student he was a passionate sports flyer. With fellow students he even built a one-engine sports plane. The motor? From an old Volkswagen!

We wish you all the best for 1973 Zeljco and hope that you'll apply your flying skills to your efforts for LMS, seeing to it that your sales figures continue to soar higher and higher . . . .

H Grimlund

One of LMS' main projects in Yugoslavia during 1972 was the delivery and installation of an alarm system for Zagreb's Fire Brigade.



Besides the alarm system, which is shown in the picture above, the installation also included loudspeaking intercom, clock system, sound distribution and DYA. The installation work was supervised by Zoran Pleskovic from LMS' International Department.

We have also delivered the first of five planned substations, inaugurated in November 1972.

We expect Zeljko Volf to secure orders for at least one substation each year.

Slika 6.: Prvi broj *LMS International Bulletina*, siječanj 1973.

kretali su se od 20 do 5000 sudionika. Za priključenje interfonskih aparata na interfonsku centralu koristila se klasična 4-žična kućna telefonska instalacija.

Fotografija najčešće korištenog interfonskog aparata prikazana je na slici 5. Prodaja manjih interfonskih sustava (do 20 sudionika) ostvarivala se preko 'konsignacije'. Veći sustavi i nestandardna komunikacijska i druga oprema uvozili su se temeljem sklopljenih ugovora s kupcem.

Najveći posao iz te domene za koji sam bio zadužen bila je nabava komunikacijske opreme tipa DYA za kontrolni centar Vatrogasne brigade u Zagrebu, Savska c. 1. U organizacijskoj "piramidi" vatrogasne djelatnosti u Zagrebu na vrhu je bio diplomirani inženjer kemije Pavle Bonetti − zapovjednik Vatrogasne brigade i brat Nike Bonettija iz Merkantilea. Potrebe u Vatrogasnoj brigadi za unapređenje komunikacijskih mogućnosti postojale su i bilo je prirodno da ponudu za taj specifičan posao da *Ericsson* uz Merkantileovo posredovanje.

Naši oporbeni političari danas bi rekli (ma što rekli − "graknuli"), da je tu posrijedi bio sukob interesa. Međutim, redovito se zaboravlja da u takvim situacijama postoji (i nikad se ne spominje), i sinergija interesa, što može biti od nemjerljivog značaja. Ne ulazeći u dalju polemiku, činjenica ostaje da su pregovori oko nabave komunikacijske opreme za Vatrogasnu brigadu u Zagrebu počeli krajem 1971. i da je isporuka i montaža opreme ostvarena tijekom 1972. godine. Zahvaljujući tom poslu i zauzimanjem regionalnog menadžera za istočnu Europu Hansa Grimlunda, moja se slika pojavila u 1. broju *LMS International Bulletina*, koji je izišao u siječnju 1973. godine, slika 6.

5. Niko Bonetti

Bonetti je bio čovjek koji je obilježio moj rad u Merkantileu. Pametan čovjek cijelog života uči. U mladosti je taj oblik učenja 'organiziran' i naziva se školovanje. Međutim, učiti se može u svakoj prigodi. Dovoljno je vidjeti da netko radi nešto bolje od vas i prirodno je razmisliti o tome, da se upravo uočeni tuđi postupci ili iskustva, koji nadilaze vaše, uvrste u vlastiti repertoar rada ili ponašanja. Bonetti mi je bio beskrajna inspiracija kad je riječ o poslovnim odnosima te odnosima među ljudima općenito.

Primjer: U pismu jednom kupcu, kojeg je *Ericsson* dva puta 'obmanuo' lažnim obećanjima isporuke, ja pišem, kako bih ga umirio (nakon što sam provjerio realni termin isporuke): "(...) siguran sam da će *Ericsson* zaista isporučiti ugovorenu opremu do … 'tog i tog roka'." Čitajući taj dopis, Bonetti me upita: "Volf, da li ste zaista sigurni da će *Ericsson* to isporučiti do tog datuma? Ako vas kupac nije to eksplicitno tražio, nemojte obećavati..."

U komunikaciji s ljudima često je koristio ono što Englezi nazivaju *understatement*[2]. Međutim, postoji način kritike ili ukazivanja na 'nešto' što se temelji na tom *understatementu*. Evo primjera: Ako sugovornik ne shvaća očite stvari, onda se induktivnim zaključivanjem situacija dovede do apsurda i onda shvaćanje obično 'sjedne'. Prilikom potpisivanja pošte, zovne me jednom prigodom Bonetti u svoju sobu i pita: "Volf, da li ste vi Slovenac?" "Ne," odgovaram ja u čudu. "Pa zašto onda riječ kuća pišete sa 'č' umjesto sa 'ć'?" pita Bonetti.

Drugom prigodom, nakon poslovnog sastanka koji je završio kasno u nekom restoranu u centru Zagreba, Bonetti mi je ponudio prijevoz do kuće (inače to baš i nije bio njegov običaj). Kad smo njegovim Volvom prešli potok Črnomerec krećući se Ilicom dalje prema zapadu, Bonetti me odjednom upita: "Pa Volf, zar vi stanujete u predgrađu Ljubljane?" Grohotom sam se nasmijao. Pretpostavljam da je očekivao da stanujem bliže centru grada, inače mi vjerojatno ne bi ponudio prijevoz.

Bonetti je bio izvrstan šef. Bio je dobar prvo sebi, a onda i svima nama – svojim suradnicima. Nikad, ama baš nikad, ni od koga, pa čak ni u kuloarima, nisam čuo da bi se netko žalio na njega ili njegove postupke. Imao je sve karakteristike Splićanina. Bio je iznadprosječno inteligentan, a imao je i one druge epitete svojstvene ljudima tog podneblja – drskost, hrabrost i šarm. Prevedeno na 'narodni jezik': kad je trebalo, učinio bi ono što se ja ne bih usudio, a vrlo dobro je znao prosuditi kad i koji od spomenutih atributa treba/smije primijeniti.

Njegovo radno mjesto bilo je na drugom katu zgrade na Trgu kralja Petra Svačića 6 u Zagrebu, koja je na ulaznim vratima na ulaštenoj mjedenoj ploči imala natpis *Merkantile*. Ako biste čovjeka i njegovu funkciju procjenjivali prema veličini njegove radne sobe, mogli biste pomisliti da je Bonetti bio neka vrsta pomoćnog radnika. Bonetti nije bio formalist. Ta mala soba imala je i prednosti: dvoja vrata, što mu je omogućavalo da nestane (bijeg od neželjenih 'napasnika') i da se u svojem ambijentu pojavi kao da je 'pao s neba'. Zatim, suradnice i suradnici bili su mu gotovo 'nadohvat ruke'. Dvije fotografije prikazuju Bonettija na radnom mjestu, slika 7.

Ocjena nečijeg vanjskog izgleda stvar je preferencije, no Bonetti je u mojim očima bio vrlo pristao muškarac. Kad se jednom u užem krugu suradnika povela diskusija o njegovoj vanjštini, Bonetti je ispričao sljedeću zgodu. "Bio sam u Milanu prošlog ljeta i imao sam sat-dva vremena viška i odlučio sam si kupiti kvalitetan komad sukna (štofa) za odijelo u jednoj poznatoj trgovini tekstila. Prišla mi je mlada naočita prodavačica i pitala me što želim. Kako sam, poput većine muškaraca kad kupuju odjeću bio neodlučan, objasnio sam prodavačici svoje želje na sljedeći način: 'Sinjorina, zamislite da sam ja vaš dragi (dečko) i da vas on moli da mu odaberete sukno…' Još nisam bio dovršio

[2]ublažena izjava, često u svrhu ironiziranja; preniska procjena, umjeren iskaz, nedovoljan navod



Slika 7.: Inženjer Niko Bonetti

svoju rečenicu kad frajla ispali: 'Da ste vi moj dečko – ja bih se ubila!', aludirajući na njezinu impresiju o mojem izgledu." Međutim, kad je riječ o ženama iz Bonettijeva poslovnog okružja, ništa nije dalje od izjave te mlade prodavačice iz Milana. Sve njegove suradnice – mahom fakultetski obrazovane, razumne, udane žene – sve su ga bez iznimke voljele.

6. Smjena tehnoloških generacija

Razdoblje 1971. – 1973. nije obilježeno samo previranjem na hrvatskoj političkoj sceni, to je razdoblje obilježeno smjenom generacija telekomunikacijskih sustava u svijetu i Jugoslaviji. Razvoj elektronike, posebice računala, doveo je do tehnološke smjene u razvoju i izgradnji telefonskih komutacijskih sustava. Većina telefonskih centrala u Europi kasnih pedesetih bili su elektromehanički sustavi s indirektnim upravljanjem. Bio je prirodan korak zamijeniti elektromehaničko (relejsko) centralno upravljanje elektronikom, odnosno računalom.

Sve odluke glede nabave javnih telefonskih sustava i pripadajuće opreme donosile su se u Zajednici Jugoslovenskih pošta, telegrafa i telefona (ZJPTT) u Beogradu. U tom osjetljivom razdoblju, kad su se očekivale nove odluke glede izbora nove tehnologije, *Ericsson* je, pretpostavljam na prijedlog Merkantilea (čitaj Bonettija), zaposlio Vladimira kao svojeg istaknutog predstavnika ili ambasadora. Vladimir je stanovao u Zagrebu, ali je radne dane u tjednu boravio u Beogradu, a vikendom se vraćao kući.

Odluka o izboru nove tehnologije pala je tijekom 1973. godine. Dotad jedinstveno jugoslavensko tržište javnih telekomunikacija podijelilo se. Većina

republika Jugoslavenske federacije odlučila se za sustav ITT-Europe telefonske komutacije Metaconta 10C [2] i [3], koji je prema licenciji trebala proizvoditi Iskra iz Kranja (Slovenija). Hrvatska je jedina ostala vjerna tvornici *Nikola Tesla* u Zagrebu, koja je nastavila suradnju s *Ericssonom*.

Pregovori oko tog licencnog ugovora *Ericsson – Nikola Tesla* nisu tekli glatko. Svaka je strana željela imati udio od 51 % investicije s, naravno, upravljačkim pravima (većinski vlasnik ili udio). Bonetti je predlagao solomonsko rješenje: da glavni "igrači" (*Ericsson* i *Nikola Tesla*) sudjeluju s 49 %, a Merkantile s 2 % udjela investicije. Danas se više ne sjećam konačnog ishoda tih pregovora.

Činjenica ostaje da je ugovor sklopljen između glavnih partnera. Samo potpisivanje novog licencnog ugovora između *Ericssona* i *Nikole Tesle* bilo je u Zagrebu, u prostorijama Merkantilea. Sjećam se nekih sudionika iz Hrvatske, a to su bili: Petar Kovač iz *Nikole Tesle*, Rifat Pašić, Niko Bonetti i prof. dr. sc. Branka Zovko iz Merkantilea. Ja sam prisustvovao potpisivanju tog novog ugovora, ali ne kao sudionik, nego kao fotograf. Bilo bi lijepo da mogu priložiti ovom članku kao 'živi dokument' neku od fotografija koje sam tad snimio, međutim, u mojoj fotodokumentaciji tih negativ-filmova nema. Vjerujem da sam ih, na zamolbu, morao pokloniti nekome iz *Ericssona* ili *Nikole Tesle*. Taj je ugovor omogućio *Nikoli Tesli* proizvodnju najprije hibridnih elektroničkih telefonskih centrala tipa ARE, a dvije godine nakon toga i proizvodnju telefonskih centrala tipa EXE, koje su bile onodobni hit na svjetskom telekomunikacijskom tržištu.

7. Odlazak iz Merkantilea

Radni odnos u Merkantileu okončao sam 31. listopada 1973., nakon točno tri godine, sedam mjeseci i tri tjedna. Logično je pitanje: Zašto? Svatko se rađa s određenim sklonostima i mogućnostima. Ja po vokaciji nisam bio 'rođeni trgovac', ali sam komercijalni posao mogao obavljati ako je trebalo. Po ovom što sam napisao – zadovoljavajuće dobro. U duši, ja sam bio inženjer. Meni je nedostajala ta mogućnost da se 'iz prve ruke' bavim tehnikom. Posebice kad su se pojavila elektronička računala, osjećao sam se hendikepiranim. Moji vršnjaci odlazili su na (tad) besplatne informatičke seminare, koje je u Radovljici (Slovenija) organizirao IBM, bavili su se tim novim područjem djelatnosti − 'informatikom' −, o kojoj nisam ništa znao, a privlačila me gotovo tako snažno kao što muškarca može privlačiti lijepa žena... Istina, Merkantile je zastupao u to doba UNIVAC[3], ali to je opet bila prodaja kutija,… a ne izrada informatičkih programa.

[3]UNIVAC, pokrata od UNIVersal Automatic Computer, ime podružnice američke tvrtke Remington Rand

Kad sad, s distance od gotovo 50 godina, razmišljam o toj odluci, da sam tad, recimo imao ili da su postojala osobna računala, vjerojatno bih svoju 'žeđ za informatikom' zadovoljio i ostao u Merkantileu, ali osobna računala u Hrvatsku su stigla 15 godina po mom odlasku.

Bilo kako bilo, 'nikad' nisam požalio vremena koje sam proveo radeći za Merkantile. Obogatio sam svoje poslovno iskustvo znanjima i vještinama koja moji vršnjaci, koji su cijeli radni vijek proveli, primjerice, u *Nikoli Tesli*, PTT-u ili *Končaru* nisu imali. Ja sam u Merkantileu imao priliku (i privilegiju) učiti – od najboljih!

Literatura

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Pager (A pager (also known as a beeper) is a wireless telecommunications device that receives and displays alphanumeric or voice messages.)

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_telephone_switches

[3] International telecommunications [edit] https://en.wikipedia.org/wiki/ITT_Inc.

My Employment in the Company *Merkantile* from 1970 to 1973

Želimir Volf

Abstract: I described my employment experiences in Merkantile. In introduction, I mentioned how and why I had been employed. Follow the description of my first two assignments: Ericall paging system demonstration held in Opatija and the Ericsson ZAX 120T seminar interpretation, held in Plitvice. The main stream of my commercial activities was the sale of LMS intercom systems and custom build DYA equipment for Zagreb Fire Brigade's communication center. The key person in commercial activities was Mr. Niko Bonetti. My recollections on working with him are described. Telecommunication generation change in Croatia began with license agreement signature between companies: *Nikola Tesla* of Zagreb and *LM Ericsson* of Sweden. At the end I discussed reasons for leaving Merkantile.

Keywords: Ericall, *Ericsson*, Ericsson ZAX 120T, intercom, intercom exchanges, *Nikola Tesla*, paging system telecommunication

4. Životopisne bilješke o znanstvenicima

Višnja Wolf-Kmetić

Stogodišnjica rođenja profesora Radenka Wolfa

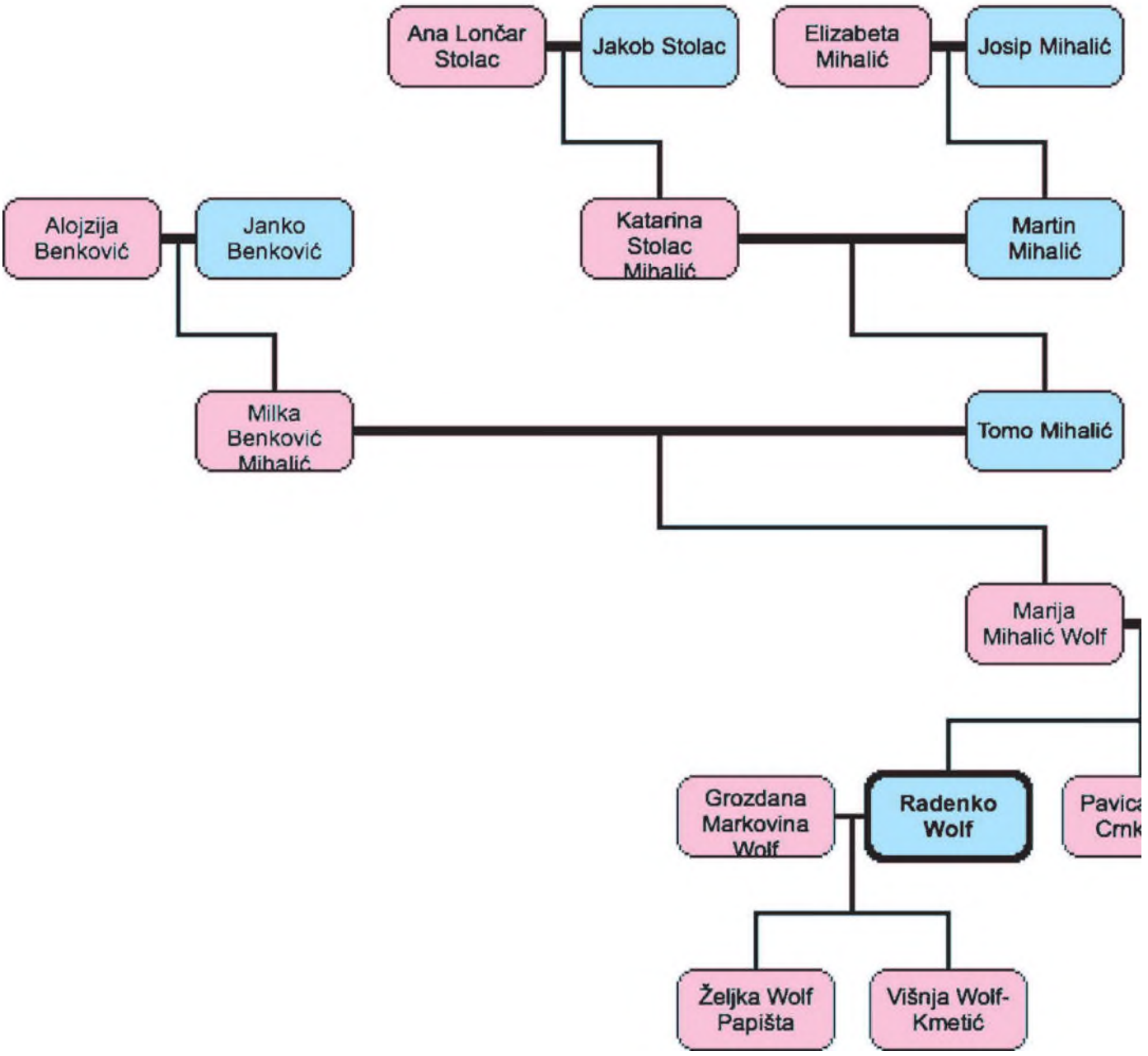
Sažetak: Radenko Wolf rođen je 15. veljače 1919. u Zagrebu. Osnovnu školu i realnu gimnaziju polazio je u Zagrebu. Nakon mature upisao je studij elektrotehnike na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Diplomirao je 25. veljače 1943. godine. Radio je u Tvornici *Rade Končar*, a poslije i na Elektroehničkom fakultetu. Bavio se znanstvenim radom, no nikad nije napustio suradnju s privredom. Doktorirao je 1956. i iste godine postaje docent, a 1964. i redoviti profesor na Zavodu za elektrostrojarstvo Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Godine 1987. povukao se u mirovinu. Umro je 1997. u Zagrebu.

Ključne riječi: Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Elektrotehnički institut *Rade Končar*, Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Radenko Wolf, Zavod za elektrostrojarstvo

Uvod

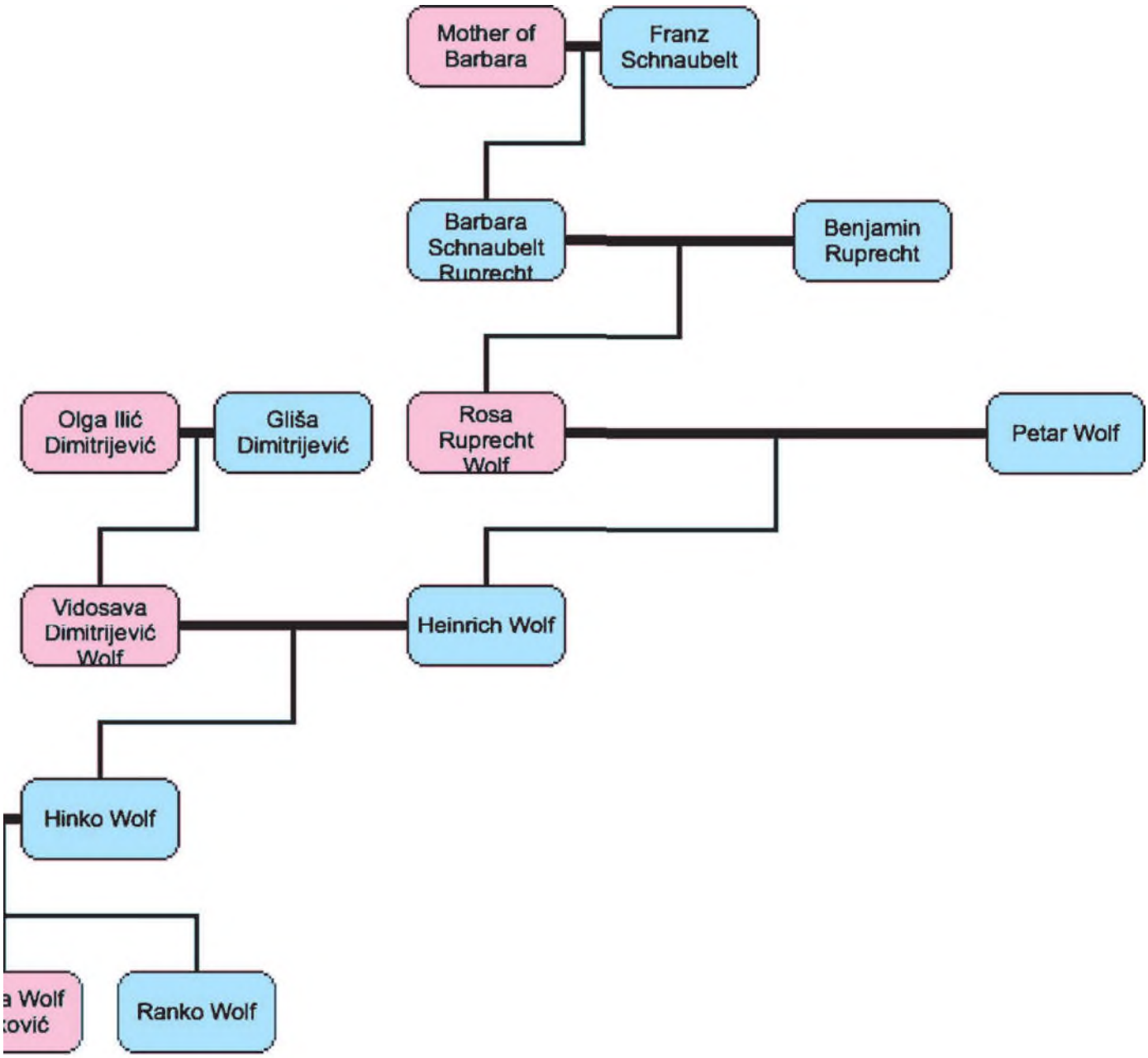
Povodom stote godišnjice rođenja Radenka Wolf ukazala se prilika da se u kratkom osvrtu na njegov životni put stave na papir činjenice, sjećanja, uspomene, da se ne zaboravi. Radeći na ovom tekstu shvatila sam da je život Radenka Wolfa bio bogatiji nego što stane u jedan članak, da je dokumentacija koju posjedujem također opširnija od potreba jednog članka. Dakle, mnoge stvari nisu dotaknute, no pokušala sam prikazati obitelj iz koje je potekao, školovanje, interese koje je imao i pobrojiti ukratko što je radio tijekom radnog vijeka.

1. Obitelisko stablo



Milka Benković (− 1923.)
Katarina (Stolac) Mihalić (1821. −)
Martin Mihalić (1822. −)
Tomo Mihalić (1860. – 1944.)

Vidosava (Dimitrijević) Wolf (1865. – 1944.)
Heinrich Wolf (1844. – 1899.)
Hinko Wolf (1886. − 1961.)
Marija Mihalić Wolf (1889. – 1959.)



Sl. 1.: Obiteljsko stablo Radenka Wolfa

Pavica (Wolf) Crnković (1916. – 1997.)
Ranko Wolf (1925. – 2018.)
Radenko Wolf (1919. – 1997.)
Grozdana (Markovina) Wolf (1923. – 2003.)
Željka Wolf Papišta (1947. – 2016.)
Višnja Wolf-Kmetić (1951. −)

2. Životopisni datumi

1919. 02. 15.	rođen u Zagrebu
1925.	osnovnu školu i osnovnu glazbenu školu polazio u Zagrebu
1929.	realnu gimnaziju i srednju glazbenu školu polazio u Zagrebu
1937.	maturirao i upisao studij na TF-u[1] (Strojarski odjel, smjer elektrotehnika)
1939.	fakultetska praksa na brodu s/s Kostrena; u Casablanci primio vijest o početku Drugog svjetskog rata
1943. 02. 25.	diplomirao s odličnim uspjehom na TF-u
1943.	mobiliziran u vojsku
1945.	Križni put od Bleiburga do južne Srbije
1945. − 1947.	referent i projektant u RK[2] (mali motori)
1946.	oženio se Grozdanom Markovina iz Novalje s kojom je imao dvije kćeri
1946. 12.	ugovorni asistent na TF-u
1947. 02. − – 1947. 08.	zaposlio se u Glavnoj direkciji Savezne elektroindustrije
1947. 09.	stalni asistent u Zavodu za elektrostrojarstvo TF-a
1951.	stalni honorarni suradnik RK-a (projektiranje nove serije malih asinkronih motora, razvoj regulacijskih uređaja)
1953. 10. − – 1954. 02.	studijski boravak na Sveučilištu u Birminghamu
1956.	doktorirao na ETF-u[3] (naslov disertacije: Projektiranje jednofaznih asinhronih motora s pomoćnom fazom za zalet)
1956.	izabran za docenta ETF-a
1957.	šef tvorničkih laboratorija u RK-u
1959.	izabran za izvanrednog profesora ETF-a
1962.	upravitelj Zavoda za rotacione strojeve u ETI-RK[4]
1963.	predstavnik naručitelja kod ispitivanja generatora za HE Dubrovnik u SAD-u (Schenectady, NY) u tvornici General Motors
1964.	izabran za redovitog profesora ETF-a
1964. – 1966.	dekan Fakulteta i član Sveučilišnog savjeta ETF-a
1970.	dobio Republičku nagradu *Nikola Tesla* za znanstvena dostignuća na polju elektrotehnike.
1975.	izabran za člana suradnika JAZU[5]
1975.	odlikovan Ordenom rada sa zlatnim vijencem

[1] Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

[2] Tvornica *Rade Končar*

[3] Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

[4] Elektrotehnički institut *Rade Končar*

[5] Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti

1980.	dobio Zlatnu plaketu *Josip Lončar* za značajni doprinos razvoju ETF-a
1980.	dobio plaketu JUKO CIGRÉ[6] za doprinos razvoju Komiteta za razvoj velikih električnih mreža
1987.	umirovljen
1997.	umro u Zagrebu

2. Roditelji Radenka Wolfa

Roditelji Radenka Wolfa bili su profesor Hinko Wolf (1886. – 1961.) i Marija Wolf rođ. Mihalić (1889. –1959.).

Majka Marija Mihalić Wolf



a) 1908. godine b) 1916. godine c) 1931. godine

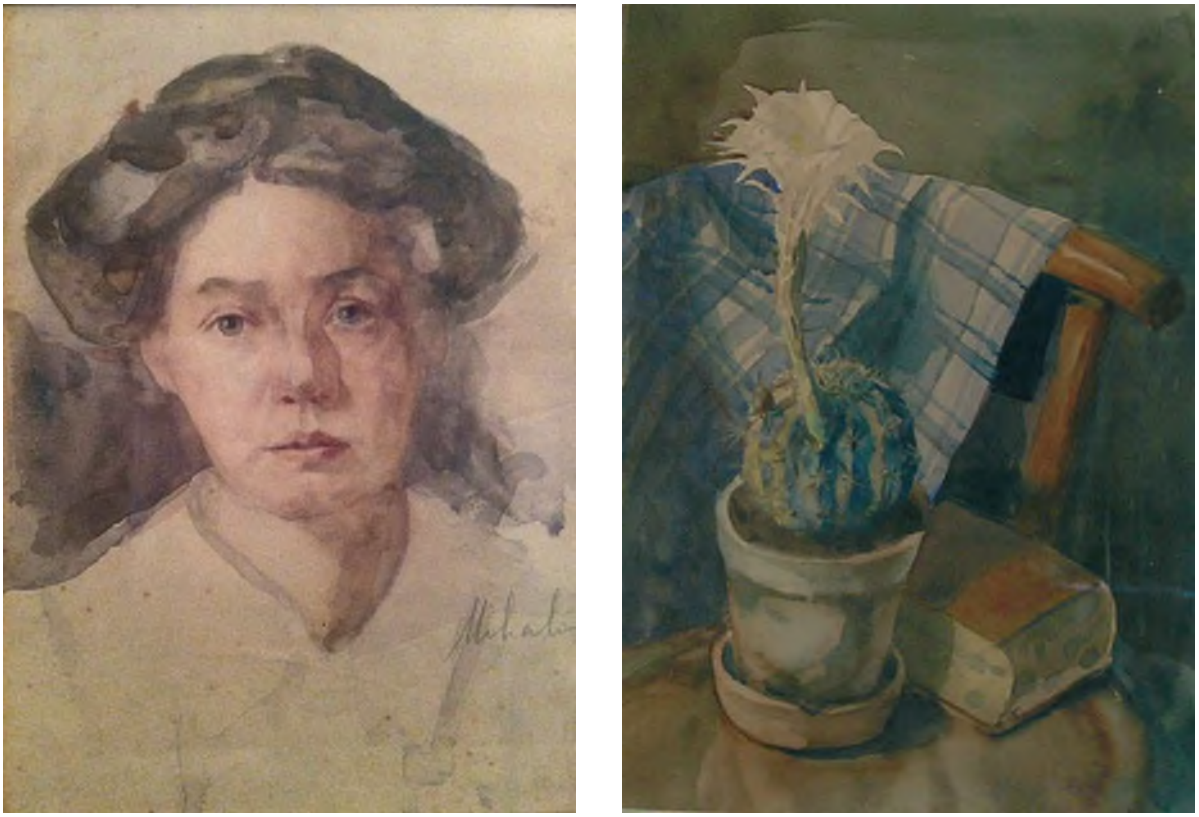
Sl. 2.: Marija Mihalić Wolf, majka Radenka Wolfa

Marija Mihalić rođena je u Virovitici u učiteljskoj obitelji. Djetinjstvo je provela u rodnom gradu uz stariju sestru i mlađeg brata. Ondje je pohađala osnovnu školu, kao i Višu pučku školu realnog smjera. Uz osnovnu školsku naobrazbu stječe i osnovnu glazbenu naobrazbu, koja ju je učinila poznavateljem i ljubiteljem glazbe do kraja života.

S navršenih 14 godina odlazi u Zagreb gdje živi do kraja školovanja kod svoje bake Alojzije Benković u Vlaškoj ulici. Od 1903. do 1907. pohađa zagrebački ženski licej. Zaključni ispit na ženskom liceju polaže 1907. godine.

[6]Jugoslavenski komitet Međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave (Conseil International des Grands Réseaux Électriques)

Dodatno tome, stječe 1908. godine Svjedodžbu zrelosti na Kraljevskoj realnoj gimnaziji u Zagrebu. Od 1908. do 1912. studira na privremenoj Višoj školi za umjetnost i obrt u Zagrebu tečaj slikarstva, te dobiva zaključnu svjedodžbu kao kandidatkinja za učiteljstvo prostoručnog risanja. Nastavnici su joj bili Robert Auer, Menci Clement Crnčić, Bela Čikoš Sesija[7], Ferdo Kovačević[8], Juraj Majcen, David Segen[9], Branko Šenoa, Rudolf Valdec i drugi. Po završetku studija 1912. godine dobiva Svjedodžbu osposobnicu za učiteljsku službu u višim pučkim školama za predmete matematika, geometrijsko risanje, prostoručno risanje i krasopis. Nakon odslušana dva semestra na Filozofskom fakultetu u Zagrebu 1913. dobiva Svjedodžbu o učiteljskoj sposobnosti da može podučavati prostoručno risanje u svim razredima, a geometričko u nižim razredima srednjih škola. Time počinje njezin pedagoški rad, prvo na ženskom liceju, poslije od 1921. godine u ženskoj realnoj gimnaziji u Zagrebu, koji je trajao sve do umirovljenja 1946. godine.



Sl. 3.: Marija Mihalić Wolf: a) *Autoportret* (akvarel, 1912.), b) *Kaktus u cvatu* (akvarel, 1935.)

[7]Bela Čikoš Sesija (Osijek, 1864. – Zagreb, 1931.), hrvatski slikar i likovni pedagog, jedan od osnivača Akademije likovnih umjetnosti u Zagrebu

[8]Ferdo Kovačević (1870. – 1927.); hrvatski slikar, rodom iz Smiljana, sin pionira hrvatske telegrafije Ferdinanda Kovačevića

[9]Prvi doktor znanosti iz matematike na Sveučilištu u Zagrebu

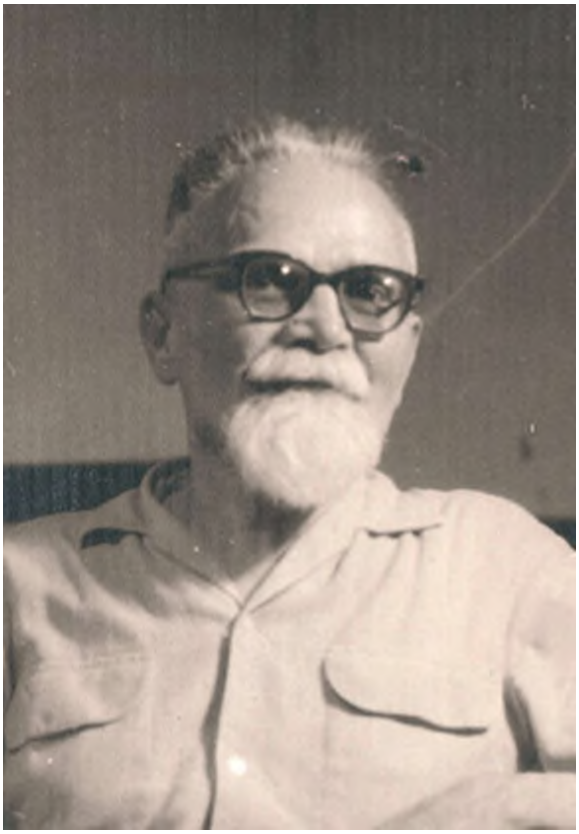
Godine 1915. udaje se za profesora matematike na realnoj gimnaziji Hinka Wolfa. Podignuli su i odgojili troje djece: kćer Pavicu (1916.), te sinove Radenka (1919.) i Ranka (1925). Uz brigu i posao u obitelji s troje djece, te nastavnički rad koji je zdušno obavljala i u kojem je mnogim generacijama usadila smisao i ljubav za likovno izražavanje, nikad je nije napustila potreba za slikanjem. Nakon prvih školskih radova sve više se posvećuje akvarelu, koji ostaje njezina najmilija tehnika, pa je i najveći dio slikarske ostavštine u toj tehnici. Te se slike nalaze u posjedu njezine unučadi i praunučadi. Tu su radovi iz školskog razdoblja, mnoge studije ornamentike i njezine primjene, pa do autoportreta, obiteljskih portreta, mrtve prirode i pejzaža.

Marija Mihalić Wolf umrla je 1959. godine u Zagrebu.

Otac Hinko Wolf



a) 1915. godine



b) 1959. godine

Sl. 4.: Profesor Hinko Wolf, otac Radenka Wolfa

Hinko Wolf rođen je u Hrtkovcima 1886. godine. Njegov otac Heinrich Wolf bio je podrijetlom iz Kölna, a zatekao se na prostoru Hrtkovaca kao vojni liječnik. Tu je upoznao Vidosavu Dimitrijević i ostao. Oženili su se i imali osmero djece. Heinrich se mlad razbolio i umro. Sin Hinko otišao je u Zagreb



a) 1889. godine



b) 1880. godine

Sl. 5.: Heinrich Wolf i Vidosava Dimitrijević Wolf, djed i baka Radenka Wolfa s očeve strane



a) 1895. godine



b) 1895. godine

Sl. 6.: Tomo Mihalić i Milka Mihalić, djed i baka Radenka Wolfa s majčine strane

na studij matematike, završio studij i predavao u III. muškoj realnoj gimnaziji. Pomagao je majci oko mlađe braće i sestara, bio je jako brižan oko uže i šire obitelji. Hinko Wolf umro je 1969. godine u Zagrebu.

Evo što je Zlatko Crnković[10] napisao u časopisu Matice hrvatske *Vijenac* (br. 167. od 27. srpnja 2000. godine) u rubrici Književnost o profesoru Hinku Wolfu pod naslovom Moj profesor matematike.

> "Od svih je mojih učitelja i nastavnika najsnažniji dojam na mene ostavio profesor matematike Hinko Wolf iz Treće muške gimnazije. Iako tada već pred mirovinom, još je bio strah i trepet svih đaka, osobito onih kojima matematika nije išla od ruke, a to je bila većina. Ni ja nisam vjerovao da imam smisla za matematiku, napose nakon lošeg iskustva u nižim razredima Druge muške gimnazije u Križanićevoj, s profesorom Eškinjom.
>
> A onda sam prešao u Treću mušku i dobio iz matematike profesora Wolfa, pomalo smiješnu figuru koja bi se možda najbolje mogla opisati pučkom prispodobom 'pedalj brade, lakat muža'. Bio je Wolf zaista čovječuljak duge, bijele brade, ali imao je nešto posebno u svom držanju, ozbiljnom i narogušenom, nešto što je ulijevalo poštovanje, pa i strah. Nosio je naočale s debelim staklima koje je dizao s očiju kad bi štogod crtao na ploči ili čitao iz svog malog notesa, u koji je savjesno bilježio kojekakve napomene i ocjene svojih učenika. Taj mu je notes očito bio kudikamo važniji od razrednog dnevnika u koji su se unosile ocjene nakon svakog ispitivanja đaka. Imao je i posebnu dikciju, razgovijetnu i otegnutu. Učenike je prozivao rastavljajući u izgovoru slogove, na primjer: 'R-e-e-e-bolj'. Taj bi Rebolj, jedan od najslabijih učenika u razredu, pogotovo iz matematike, nevoljko ustao.
>
> Wolf je katkad bio i duhovit na račun nas, đaka. Imao je i neke uzrečice i poštapalice koje nama nisu bile smiješne, ali su njemu kanda pružale veliko zadovoljstvo dok ih je polagano i staloženo izgovarao. Onima među nama koji su bili visoki i dobro razvijeni za svoje godine, a matematika im je slabo išla, preporučivao je usrdnim glasom da odu u zanat, najbolje u dimnjačare. Tvrdio je da ima mnogo zanata koji vape za šegrtima.
>
> Najveća mu je vrlina ipak bila što je bio izvanredan pedagog. Umio je majstorski objasniti i vrlo zamršene zadatke i poučke. Imao je i strpljenja sa svima nama, malokad bi se razljutio i obrecnuo na koga. Nije se

[10] Zlatko Crnković (Čaglin pokraj Požege, 1931. − Zagreb, 2013.), hrvatski prevoditelj, književnik, književni kritičar i urednik

uzalud među nama govorilo da onaj tko ima dovoljan kod Wolfa zaslužuje odličan kod svakog drugog profesora. Uz njega sam i ja ne samo razumio matematiku bolje nego ikad, nego je čak i zavolio. Nije mi nikad bilo teško kod kuće rješavati neke zadatke po nekoliko sati na dan. Bilo je to za mene nešto kao rješavanje križaljki za druge. Rekao bih, štoviše, da i nisam bio posebno nadaren za matematiku, ali mi je išla od ruke zato što sam je volio.

I tako sam, začudo, postao najbolji matematičar u razredu i Wolfov miljenik. Jedini mi je pravi konkurent bio Zdenko Badel, mlađi brat narodnog heroja Marijana Badela, koji je poginuo u partizanima i po kojem se zvala naša radna brigada na Autoputu. (Sam Zdenko, koliko znam, nije nikad bio na 'dobrovoljnim' radnim akcijama.)

Zdenko je bio iz imućne obitelji nekadašnjeg vlasnika tvornice alkoholnih pića i octa iz Sesveta, koji je nekoliko godina poslije Drugog svjetskog rata, nakon što je kao bivši kapitalist izdržao zatvorsku kaznu, emigrirao u Južnu Ameriku i ondje uspješno nastavio poslovnu karijeru. Zdenka je neko vrijeme u školu dovozio privatni šofer u Mercedesu. Bio je i jedan od prvih vlasnika Vespe u Zagrebu, na čemu smo mu svi zavidjeli. Stanovao je u ponajljepšoj kući na Novoj Vesi, obloženoj mramorom. Tamo je nekolicina nas iz škole odlazila igrati šah i stolni tenis. Zdenko je bio i dobar sportaš i šahist, pa mi je i tu bio konkurencija.

Jednom sam se dobrano namučio dok nisam riješio domaću zadaću iz matematike. Čim sam ujutro došao u školu, Zdenko me pitao jesam li riješio najteži zadatak. Odgovorio sam mu da jesam, a on mi je priznao da nije, i predložio da kažemo profesoru da nitko u razredu nije uspio riješiti taj zadatak. Pristao sam na njegov prijedlog laka srca. Nisam uopće pomislio da ga odbijem. Zašto? Iz nekakve solidarnosti sa svima ostalima. I tako smo izvijestili profesora (mislim da je i to uradio Zdenko) da nismo uspjeli riješiti domaću zadaću. Nije se on zato naljutio na nas, samo je nezadovoljno zavrtio glavom.

U petom sam razredu doživio s Wolfom nešto suprotno, što me poprilično iživciralo. Profesor je usred sata matematike u našem razredu ustanovio da neki od nas nemaju napisanu domaću zadaću. Nisam je ovaj put ni ja imao, ali nitko od nas nije priznao da je nismo znali riješiti. On se pak ozbiljno naljutio i zapovjedio da svi stavimo preda se na klupu otvorene zadaćnice da vidi tko sve nema riješenu zadaću. Znao sam da će se u meni posebno gorko razočarati, pa sam stisnuo zube očekujući od njega ozbiljne prijekore.

Tada se dogodilo nešto nevjerojatno. Profesor je išao od klupe do klupe i zavirivao u otvorene zadaćnice. Kad je došao do mene, nije bacio pogled u moju zadaćnicu, nego mi se samo zagledao u oči i sugestivnim mi glasom rekao: 'Vi, Crnkoviću, imate zadaću!' Neodlučno sam potvrdio da imam, iako se mogao lako uvjeriti da je nemam. Tada sam se tek pobojao da će me, nakon što obiđe sve klupe, pozvati na ploču da pred svima riješim taj prokleti zadatak. Strepio sam pri pomisli kako ću se osramotiti i razočarati strogog profesora.

Ali on je i opet pokazao da je vrstan pedagog. Vjerojatno je naslutio da ni ja nisam napisao zadaću pa me nije htio kompromitirati pred cijelim razredom. Na tome sam mu i dan-danas zahvalan. Ipak, do kraja tog sata pretrpio sam grdne muke. Možda bi mi ipak lakše bilo da sam mu priznao da nemam zadaće?"



Sl. 7.: Radenko Wolf ispred pianina (1930.)

3. Školovanje Radenka Wolfa

Radenko je djetinjstvo proveo na Šalati, Voćarska 81, na Vrhovcu i Josipovcu 13, gdje su živjeli, a pohađao je, osim redovne, i glazbenu školu, odsjek klavir. Vrlo često posjećivao je koncerte u Glazbenom zavodu, a s prijateljima se volio baviti sportom, pa je tako igrao tenis, skijali su se na Cmroku i Sljemenu, klizali se na srednjoškolskom igralištu i na Tuškancu i o tome je vrlo rado pripovijedao. Završio je srednju glazbenu školu, odsjek za glasovir i bio je veliki poznavatelj i ljubitelj dobre glazbe. Čitav život volio je svirati, ali i slušati glazbu.



Sl. 8.: Planinarska članska iskaznica 1935. godine



КРАЉЕВИНА ЈУГОСЛАВИЈА

ДРЖАВНА трећа мушка реална ГИМНАЗИЈА У Загребу 1-ом

Број 35

СВЕДОЧАНСТВО

О ВИШЕМ ТЕЧАЈНОМ ИСПИТУ

Г. Волф (Wolf) Раденко,

син-кћи Винка Волфа, професора,

рођен 15 фебруара 1919 год. у Загребу

(срез _____, бановина Савска),

вере римокатоличке, свршио је школске године 1936/1937

осми разред држ. III мушке реалне гимназије

у Загребу и полагао је први пут виши течајни испит

(испит зрелости) у времену од 10 јуна

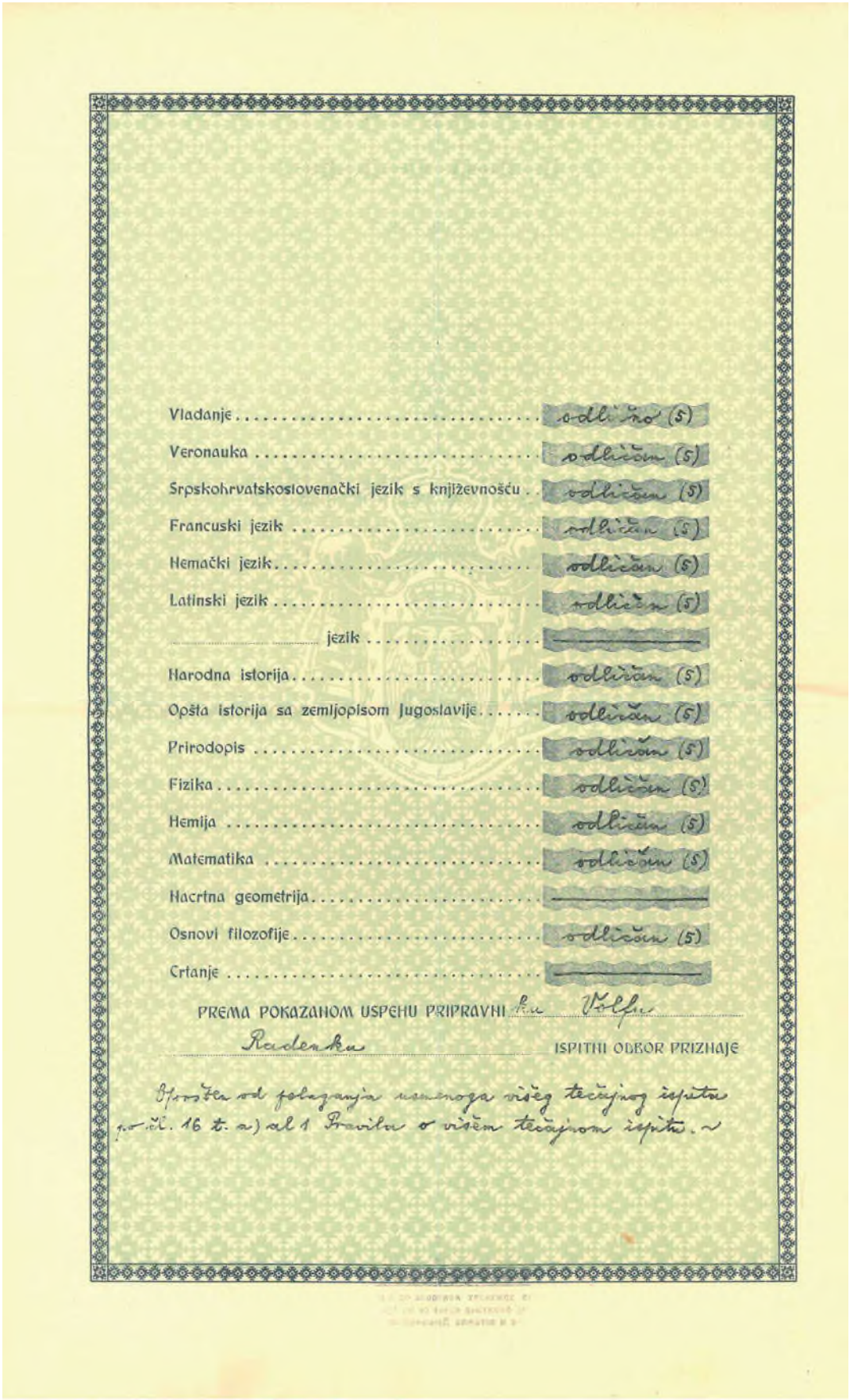
до 18 јуна 1937 године.

Prema uspehu pokazanom na višem tečajnom ispitu i godišnjim ocenama iz najstarijih razreda Ispitni ~~~ odbor izdaje ovo svedočanstvo:

По члану 22 Закона о установљењу нових државних монопола од 3 августа 1933 год., штампар који се ухвати да штампа овај формулар казни се по Кривичном закону.

Цена 5 дин. 16-279-III-35-о. Издање и штампа Државне штампарије Краљевине Југославије у Београду.

Sl. 9.: Svjedodžba o položenom ispitu zrelosti (velika matura)



Vladanje	odlično (5)
Veronauka	odličan (5)
Srpskohrvatskoslovenački jezik s književnošću	odličan (5)
Francuski jezik	odličan (5)
Nemački jezik	odličan (5)
Latinski jezik	odličan (5)
..... jezik	———
Narodna istorija	odličan (5)
Opšta istorija sa zemljopisom Jugoslavije	odličan (5)
Prirodopis	odličan (5)
Fizika	odličan (5)
Hemija	odličan (5)
Matematika	odličan (5)
Nacrtna geometrija	———
Osnovi filozofije	odličan (5)
Crtanje	———

PREMA POKAZANOM USPEHU PRIPRAVNI Ivan Volpe

Radenku ISPITNI ODBOR PRIZNAJE

Oproštena od polaganja usmenoga višeg tečajnog ispita
po čl. 16 t. a) al 1 Pravila o višem tečajnom ispitu. ~

Sl. 9. Svjedodžba o položenom ispitu zrelosti (velika matura) (nastavak)



ZRELOST I SPREMNOST ZA FAKULTETSKE STUDIJE NA UNIVERZITETIMA I VIŠIM STRUČNIM ŠKOLAMA

U Zagrebu 23 juna 1937 GOD.

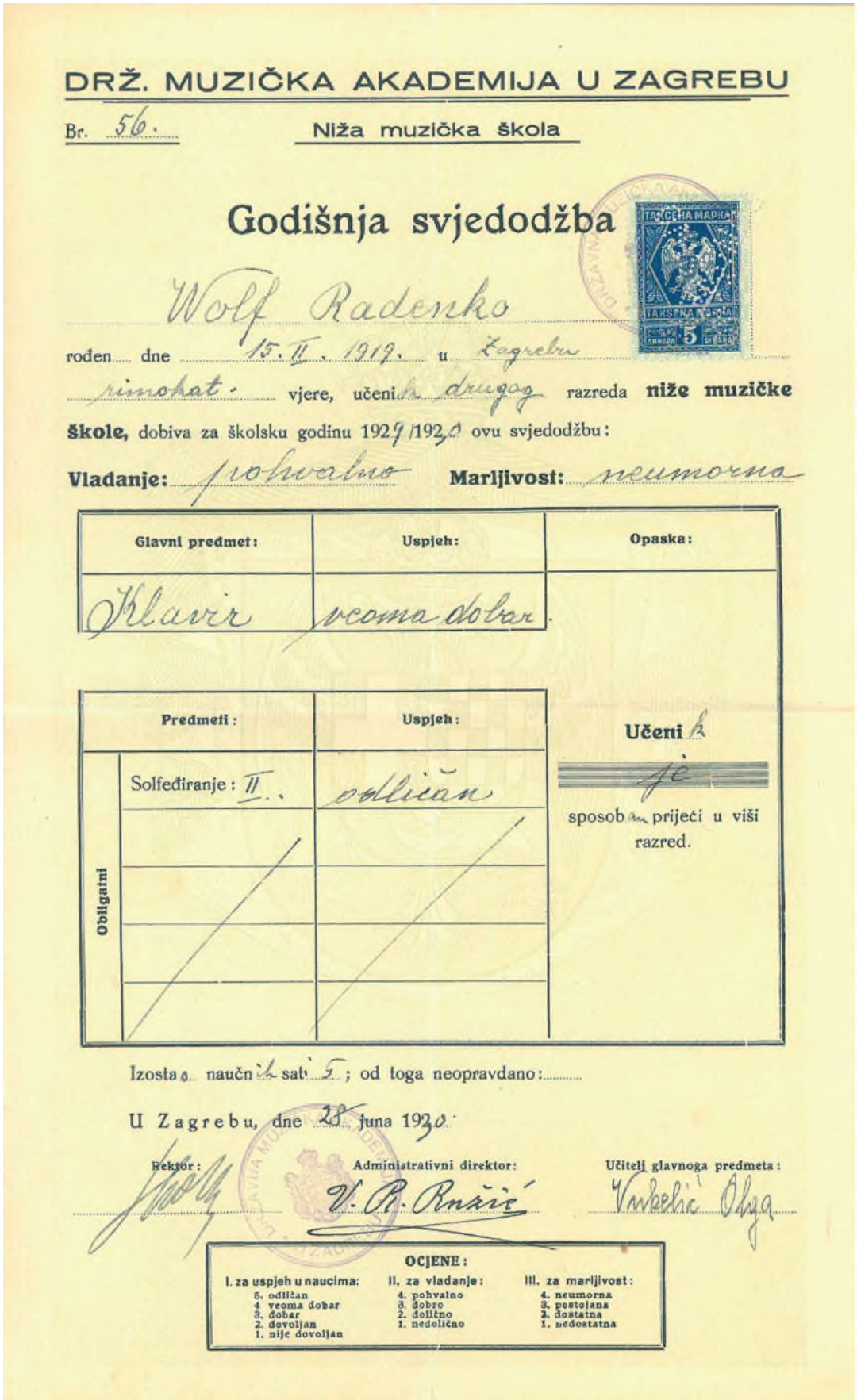
Predsednik ispitnog odbora.

Potpredsednik ispitnog odbora.

ČLANOVI:

OCENE: Za uspeh u naukama: odličan (5), vrlo dobar (4), dobar (3), slab (2), rđav (1).
Za vladanje: odlično (5), vrlo dobro (4), dobro (3), loše (1).

Sl. 9. Svjedodžba o položenom ispitu zrelosti (velika matura) (nastavak)



DRŽ. MUZIČKA AKADEMIJA U ZAGREBU

Br. 56. Niža muzička škola

Godišnja svjedodžba

Wolf Radenko

roden dne 15. II. 1919. u Zagrebu

rimokat. vjere, učenik drugog razreda **niže muzičke škole,** dobiva za školsku godinu 1929/1930 ovu svjedodžbu:

Vladanje: pohvalno **Marljivost:** neumorno

Glavni predmet:	Uspjeh:	Opaska:
Klavir	vrlo dobar	

	Predmeti:	Uspjeh:
Obligatni	Solfeđiranje: II.	odličan

Učeni k je sposoban prijeći u viši razred.

Izostao naučnih sati 5; od toga neopravdano:

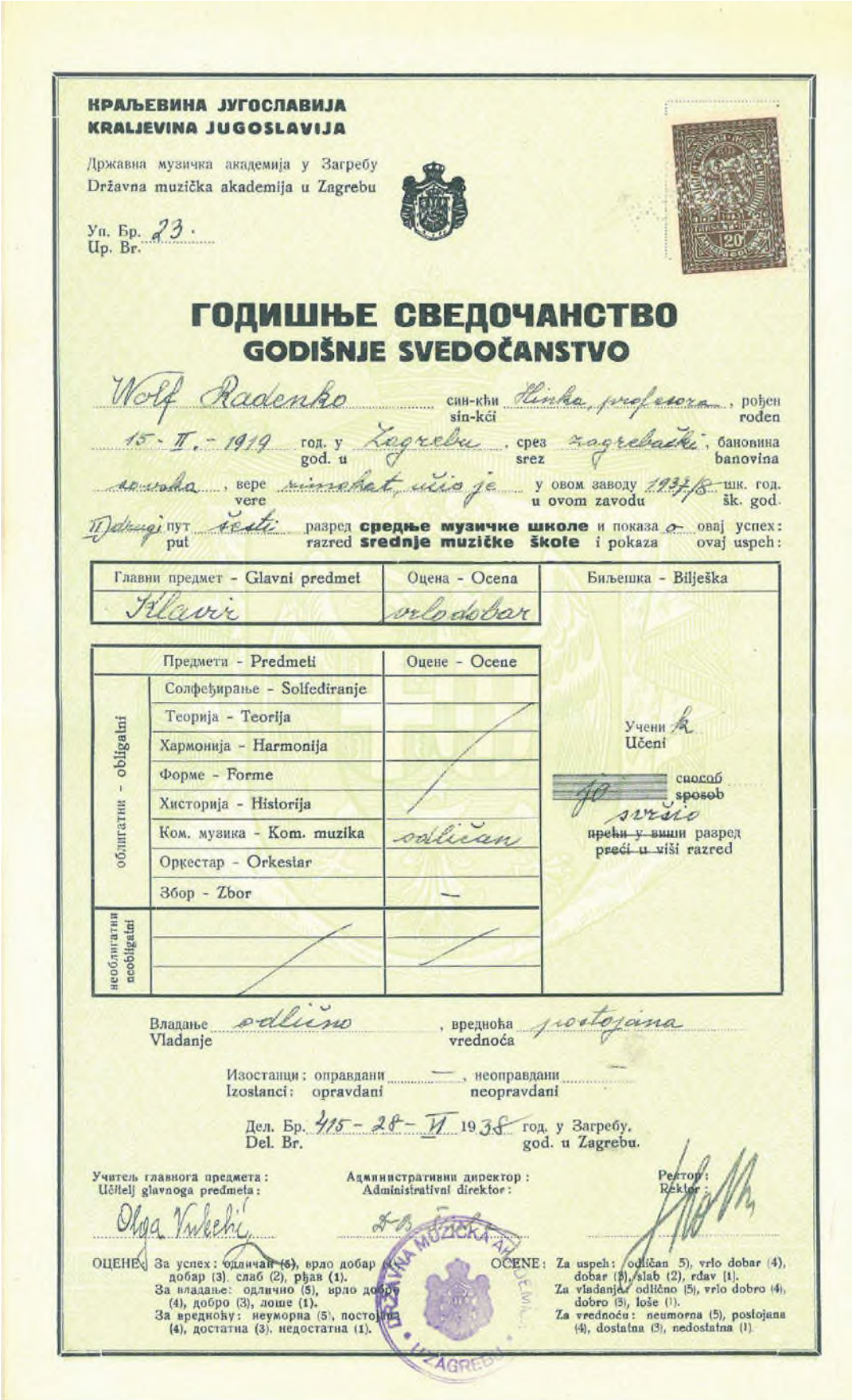
U Zagrebu, dne 28. juna 1930.

Rektor: Adm. direktor: V. R. Rnjić Učitelj glavnoga predmeta: Vrbelić Olga

OCJENE:

I. za uspjeh u naucima:	II. za vladanje:	III. za marljivost:
5. odličan	4. pohvalno	4. neumorna
4. veoma dobar	3. dobro	3. postojana
3. dobar	2. dolično	2. dostatna
2. dovoljan	1. nedolično	1. nedostatna
1. nije dovoljan		

Sl. 10.: a) Svjedodžba niže glazbene (muzičke) škole



КРАЉЕВИНА ЈУГОСЛАВИЈА
KRALJEVINA JUGOSLAVIJA

Државна музичка академија у Загребу
Državna muzička akademija u Zagrebu

Уп. Бр. 23.
Up. Br.

ГОДИШЊЕ СВЕДОЧАНСТВО
GODIŠNJE SVEDOČANSTVO

Wolf Radenko син-кћи sin-kći Hinka, profesora, рођен rođen
15. II. 1919 год. у god. u Zagrebu, срез srez zagrebački, бановина banovina
rimokat, вере vere, који је ... у овом заводу u ovom zavodu 1937/8 шк. год. šk. god.
Други пут put шести разред **средње музичке школе** и показа разред **srednje muzičke škole** i pokaza о овај успех: ovaj uspeh:

Главни предмет - Glavni predmet	Оцена - Ocena	Биљешка - Bilješka
Klavir	vrlo dobar	

	Предмети - Predmeti	Оцене - Ocene
обилагатни - obligatni	Солфеђирање - Solfeđiranje	
	Теорија - Teorija	
	Хармонија - Harmonija	
	Форме - Forme	
	Хисторија - Historija	
	Ком. музика - Kom. muzika	odličan
	Оркестар - Orkestar	
	Збор - Zbor	—
необлигатни neobligatni		

Учени/ла Učeni/la
~~положи~~ ~~položi~~ способ sposob
~~прелаз у виши разред~~ свршио
~~prelaz u viši razred~~ prešao u viši razred

Владање Vladanje odlično, вредноћа vrednoća prostojana

Изостанци: оправдани Izostanci: opravdani —, неоправдани neopravdani —

Дел. Бр. Del. Br. 415-28-II 1938 год. у Загребу. god. u Zagrebu.

Учитељ главнога предмета: Učitelj glavnoga predmeta: Olga Vukelić

Административни директор: Administrativni direktor:

Ректор: Rektor:

ОЦЕНЕ: За успех: одличан (5), врло добар (4), добар (3), слаб (2), рђав (1). За владање: одлично (5), врло добро (4), добро (3), лоше (1). За вредноћу: неуморна (5), постојана (4), достатна (3), недостатна (1).

ОCENE: Za uspeh: odličan 5), vrlo dobar (4), dobar (3), slab (2), rdav (1). Za vladanje: odlično (5), vrlo dobro (4), dobro (3), loše (1). Za vrednoću: neumorna (5), postojana (4), dostatna (3), nedostatna (1).

Sl. 10.: b) Svjedodžba srednje glazbene (muzičke) škole – završni razred

Djed Tomo bio je učitelj. Radenko je imao posebno lijep odnos s njim, što se vidi iz pisama koja mu je djed znao pisati.

Doslovan prijepis:

Dragi Radenko! Virovitica 2. svibnja 1931.

U Velikoj sam našao tetu Marijanu i uju Nenu[11] zdrave. Bilo mi je kod njih ugodno. Prvi put sam vidio sadanji njihov stan, koji je zgodan, a oni nastoje da poljepšaju dvorište nasadom cvijeća, grmlja i voćaka. Iz nutra su poljepšali stan pletenom garniturom sa jastucima što ih je izradila teta Marijana. Isto tako je izradila velike zastore na svih 5 prozora. Prigodom lijepih sunčanih dana boravio sam u dvorištu na toplom suncu.

Jednog dana ujutro u 5 sati teta Marijana i ja išli smo u Trenkovo pješice. Za potpuni sat stigli smo tamo k vrtlaru u grad. Razgledao sam prostorije pod staklenim prozorima, u kojima je lijepo cvijeće. Osobito me zanimala 2 patuljasta stabla limuna sa krasnim plodom tako krupnim, kakovih nisam vidio u Zagrebu. Marijana je kupila nekoliko ruža penjalica a i krasne salate za jesti. Tom prilikom vodio me nadziratelj po vrlo lijepo uređenom parku. Putevi očišćeni, trava pograbljana, pokošena, pa sada raste jednako visoko. Drveće pravilno razređeno, sama velika zgrada dvorac, izvana ugodnom bojom objeljena, u blizini su uredne kuće za stanovanje gospodarskih činovnika i namještenika. Cijelo uređenje i pažnja odaje plemenito i požrtvovno srce vlasnice toga posjeda gđe udove Rakodcaj. Prije rata zvalo se to mjesto Mitrovica. Sadanje ime je dobilo po barunu Trenku jer je to imanje bilo za carice Marije Terezije njegovo.

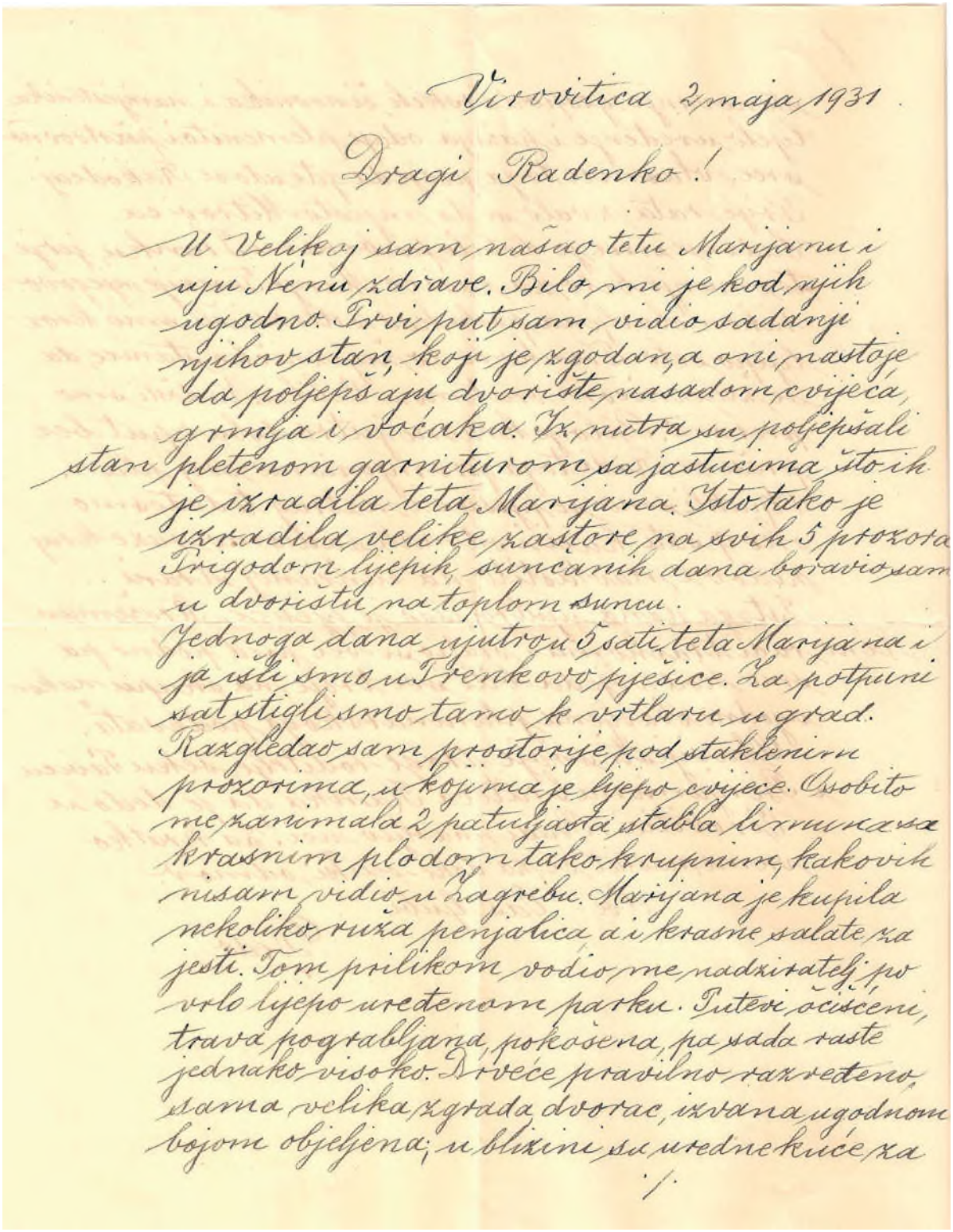
Nakon obavljena posla kod vrtlara išli smo kroz lijepo selo Trenkovo do željezničke stanice, da se željeznicom vratimo u Veliku. Nu došli smo prerano. Bilo je krasno jutro, dobar put bez prašine. Radi toga promijenismo svoj plan. Otputili smo se pješice i natrag te dođosmo oko 9 sati kući i odmah sadismo ruže kraj zidova navlastito na sunčanoj strani.

Istoga dana ujutro išao je pješice u Stražeman. Neno radi trachoma i vratio se već pred podne pa smo kod objeda bili svi troje na okupu nakon ugodno obavljena planinarskoga podhvata. Obavijesti svoje drage roditelje, seku Pavicu i Benjamina brateca Ranka da je dedo u Virovitici. Budi marljiv uči! Za kratko vreme nastat će za đake veliki odmor.

Sve vas ljubi

Dedo

[11] Teta Marijana je bila sestra Hinka Wolfa, a Srećko Mihalić zvani uja Neno bio je brat Marije (Mihalić) Wolf.



Virovitica 2/maja/1931.

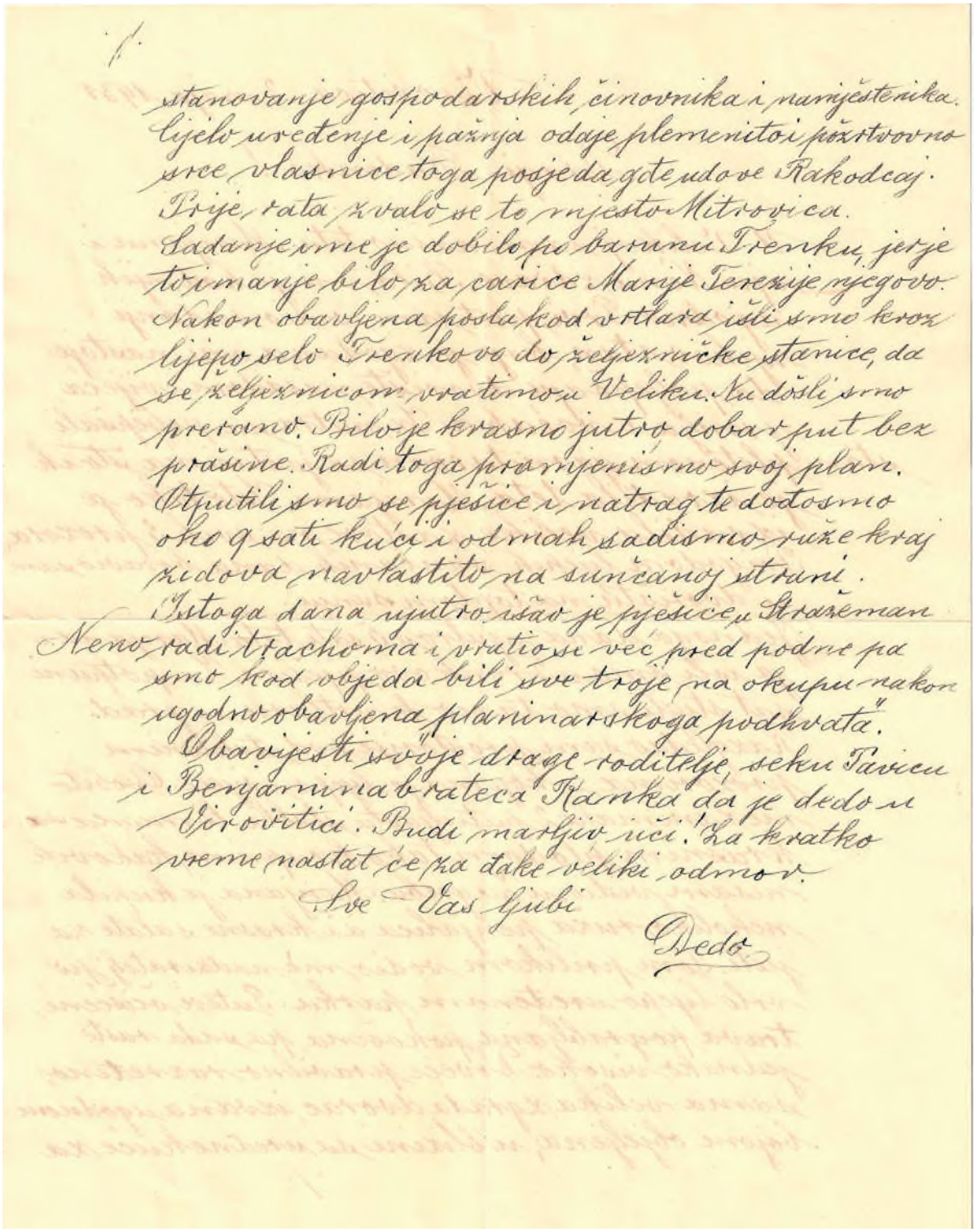
Dragi Radenko!

U Velikoj sam našao tetu Marijanu i uju Nenu zdrave. Bilo mi je kod njih ugodno. Prvi put sam vidio sadanji njihov stan, koji je zgodan, a oni nastoje da poljepšaju dvorište nasadom cvijeća, grmlja i voćaka. Iz nutra su poljepšali stan pletenom garniturom sa jastucima što ih je izradila teta Marijana. Isto tako je izradila velike zastore na svih 5 prozora. Trigodom ljepih, suncanih dana boravio sam u dvorištu na toplom suncu.

Jednoga dana ujutro u 5 sati, teta Marijana i ja, išli smo u Trenkovo pješice. Za potpuni sat stigli smo tamo k vrtlaru u grad. Razgledao sam prostorije pod staklenim prozorima, u kojima je lijepo cvijeće. Osobito me zanimala 2 patuljasta stabla limunova s krasnim plodom tako krupnim, kakovih nisam vidio u Zagrebu. Marijana je kupila nekoliko ruža penjalica a i krasne salate za jesti. Tom prilikom vodio me nadzirateljev po vrlo lijepo uredenom parku. Putevi očišćeni, trava pograbljana, pokošena, pa sada raste jednako visoko. Drveće pravilno razredeno, sama velika zgrada dvorac, izvana ugodnom bojom obojena; u blizini su uredne kuće za

/.

Sl. 11.: Pismo djeda Tome



stanovanje gospodarskih činovnika i namještenika.
Lijepo uredenje i pažnja odaje plemenitoi požrtvovno
srce vlasnice toga posjeda, gdje udove Rakodcaj.
Prije rata zvalo se to mjesto Mitrovica.
Sadanje ime je dobilo po barunu Trenku, jerje
to imanje bilo za carice Marije Terezije njegovo.
Nakon obavljena posla kod vrtlara išli smo kroz
lijepo selo Trenkovo do željezničke stanice, da
se željeznicom vratimo u Veliku. Tu došli smo
prerano. Bilo je krasno jutro dobar put bez
prašine. Radi toga promjenismo svoj plan.
Otputili smo se pješice i natrag te dodosmo
oko 9 sati kući i odmah sadismo ruže kraj
zidova navlastito na sunčanoj strani.
Istoga dana ujutro išao je pješice u Strašeman
Neno radi trachoma i vratio se već pred podne pa
smo kod objeda bili sve troje na okupu nakon
ugodno obavljena planinarskoga podkvata.
Obavijesti svoje drage roditelje, seku Tavicu
i Benjamina brateca Ranka da je dedo u
Vjerovitici. Budi marljiv učci! Za kratko
vrieme nastat će za dake veliki odmor.
Sve Vas ljubi
Dedo

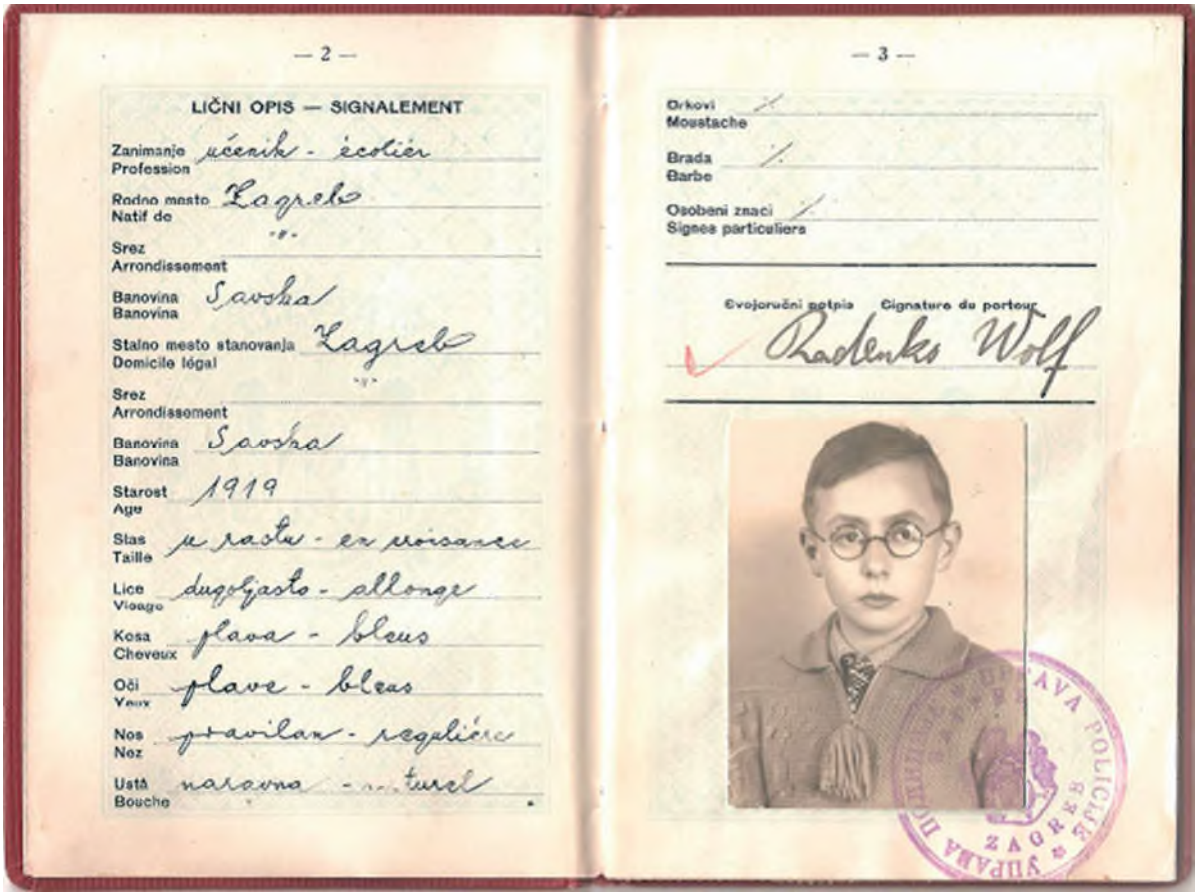
Sl. 11. Pismo djeda Tome (nastavak)

Obitelj Dorfler

Iako se u kući govorilo i njemački, kad je imao 14 godina prvi put je otišao u Graz kod obitelji prof. dr. Dorfler, kako bi još bolje naučio jezik. U toj su obitelji bila dva sina, Otto i Kurt, i kći Hilde, njegovi vršnjaci. Obitelj Dorfler bi preko ljeta unajmila kuću na selu kamo bi se svi preselili. Boravili su u Bad Ausseeu, Schladmingu, Ritzmansdorfu, a svakodnevno bi odlazili planinariti, obilazili su rute od dva-tri dana u području Salzkammerguta. To prijateljstvo trajalo je do kraja života, a traje i danas između drugih generacija! Od 1933. do 1937. godine svako je ljeto odlazio u Austriju. O tom razdoblju života vrlo je rado pripovijedao prepričavajući razne zgode i nezgode s planine.

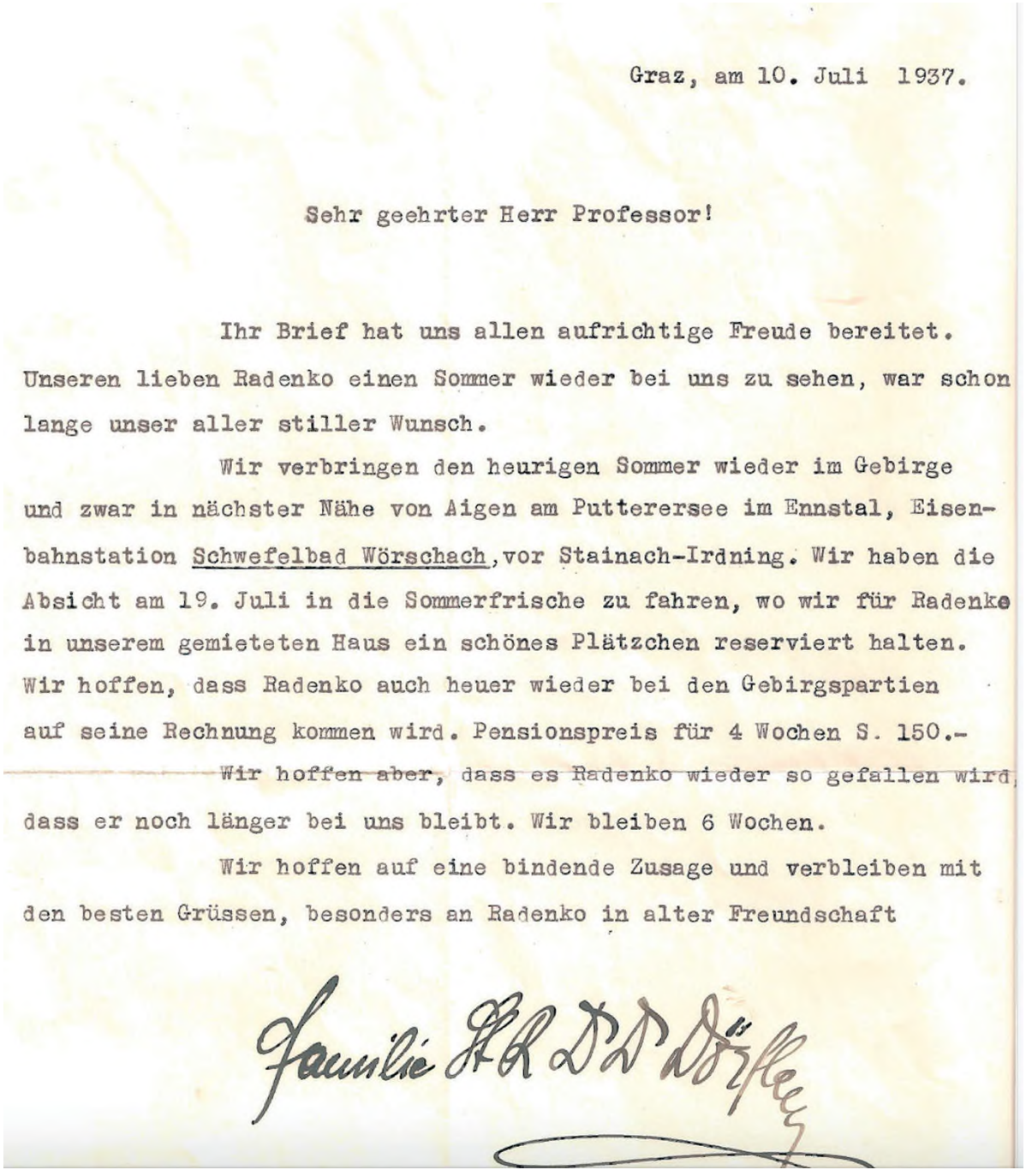
Radenko se bavio fotografijom od rane mladosti, znao je odabrati vrlo lijepe motive, a čak je sam i razvijao slike. Ostavio je vrlo lijepe zapise s planinarenja po Austriji, a i kasnijeg vremena.

Jedna od dogodovština govori kako su Kurt i Radenko krenuli na planinarenje, a ponijeli su hrane za jedan dan. No, planinarenje je bilo tako lijepo da



Sl. 12.: Prva putovnica (oko 1930.)

ih je zatekla noć, pa su na jednom imanju zamolili bi li mogli prenoćiti na sjeniku ako drugi dan ujutro nacijepaju drva. Tako je i bilo. Prenoćili su na sjeniku, drugo jutro nacijepali su drva, dobili doručak i krenuli dalje. No, bili su još žedni, pa su na livadi u Kurtov šešir pomuzli kravu, napili se i produljili dalje.



Graz, am 10. Juli 1937.

Sehr geehrter Herr Professor!

Ihr Brief hat uns allen aufrichtige Freude bereitet. Unseren lieben Radenko einen Sommer wieder bei uns zu sehen, war schon lange unser aller stiller Wunsch.

Wir verbringen den heurigen Sommer wieder im Gebirge und zwar in nächster Nähe von Aigen am Putterersee im Ennstal, Eisenbahnstation Schwefelbad Wörschach, vor Stainach-Irdning. Wir haben die Absicht am 19. Juli in die Sommerfrische zu fahren, wo wir für Radenko in unserem gemieteten Haus ein schönes Plätzchen reserviert halten. Wir hoffen, dass Radenko auch heuer wieder bei den Gebirgspartien auf seine Rechnung kommen wird. Pensionspreis für 4 Wochen S. 150.-

Wir hoffen aber, dass es Radenko wieder so gefallen wird, dass er noch länger bei uns bleibt. Wir bleiben 6 Wochen.

Wir hoffen auf eine bindende Zusage und verbleiben mit den besten Grüssen, besonders an Radenko in alter Freundschaft

Familie HR DD Dörfler

Sl. 13.: Pismo prof. dr. Dorflera obitelji Wolf

Prijevod pisma:

Graz, 10. listopada 1937.

Vrlo poštovani gospodine profesore,

Vaše pismo nam je svima priredilo veliko zadovoljstvo. Već dugo je naša tiha želja da našeg dragog Radenka jednog ljeta ponovno vidimo kod nas. I ovo ljeto ćemo provesti u brdima, u blizini Aigena na jezeru Pütter u dolini Ennstal, željezničke stanica Schwefelbad Wörschach, Stainach-Irdning. Mi imamo namjeru putovati 19. srpnja na ljetovanje, gdje smo za Radenka u našoj unajmljenoj kući rezervirali lijepo mjesto. Nadamo se da će Radenko i ove godine doći na svoj račun u planinarskim pothvatima. Cijena pansiona za 4 tjedna je 150.- S, no mi se nadamo da će se Radenku opet tako svidjeti da će ostati još dulje kod nas. Mi ostajemo 6 tjedana. Nadamo se pozitivnoj odluci i ostavljamo vas uz lijepe pozdrave, posebno Radenku u starom prijateljstvu.

Obitelj *Dorfler*



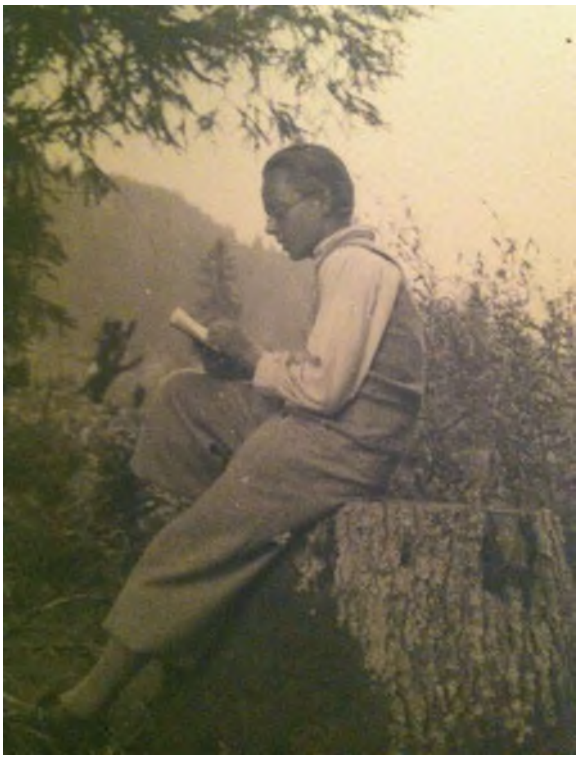
Sl. 14.: Hilde, roditelji Dorfler, kućna pomoćnica, a na mlinu sjede Otto, Radenko i Kurt (mlin u Ennstalu, 11. kolovoza 1937.)



Sl. 15.: Na osvojenom vrhu Grimming: Otto, Ottov prijatelj i Radenko (Austrija, 1934.)



Sl. 16.: Radenko Wolf i Otto Dorfler zadubljeni u šah



Sl. 17.: Radenko, 1937.

Graz, am 14.9.1935.

Mein lieber Ra !

Für Deinen Brief und die Ferienaufnahmen, die heuer besonders schön ausgefallen sind, danke ich Dir persönlich und im Namen aller recht, recht herzlich!
Heuer bin auch ich in der Lage, Dir wenigstens einige Photos zu senden: natürlich lange nicht so viele - einige ganz schlechte Negative liess ich überhaupt nicht kopieren - und auch lange nicht so schön! Ich bin selber damit ganz und gar nicht zufrieden, jetzt, nachdem ich Deine Aufnahmen gesehen habe, erst recht nicht!
Auf meiner Heimreise hatte ich ausgesprochen schlechtes Wetter: 50% Regen, 50% Nebel, in Hieflau war ich eingeregnet.
Kurt ist noch nicht in Graz; er hat uns aus Tirol geschrieben.

Wenn das Wetter so prächtig bleibt - wir haben in Graz seit 8 Tagen wolkenlosen Himmel ! -, will ich noch eine 3-tägige Bergtour und einen längeren Radausflug machen, damit ich für den "ziemlich verregneten" Sommer eine Entschädigung habe.
Ich bin sehr, sehr froh, dass ich wieder in Graz bin, allerdings die schönen hohen Berge kann ich nicht so schnell vergessen; aber trotzdem wünsche ich Dir, dass Du ebenso gern in Agram bist, wie ich in Graz!!!
Nun, lieber Ra, danke ich Dir nochmals für die Aufnahmen, wünsche Dir recht viel Erfolg in der Schule und bleibe mit vielen herzlichen Grüssen und einem kräftigen "Berg-Heil!"

Dein Otto.

Viele Grüsse soll ich Dir senden: Von meinen Eltern, Hilda, Küberl und Lilli.

Sl. 18.: Pismo Otta Dorflera Radenku

Prijevod pisma:

Graz, 14. 9. 1935.

Dragi moj Ra!

Ljubazno ti zahvaljujem na pismu i na slikama s ljetovanja, koje su ove godine naročito lijepo ispale, u svoje ime i u ime čitave obitelji.

Ove godine sam u mogućnosti da ti pošaljem bar neke od slika, ali ne tako mnogo − neke loše negative nisam niti dao razviti – a nisu niti približno tako lijepe. Nisam uopće zadovoljan slikama, naročito sada kada sam vidio tvoje.

Na putu kući pratilo me naročito loše vrijeme: 50 % kiša, 50 % magla, u Hieflauu sam dobro pokisnuo.

Kurt još nije u Grazu; pisao nam je iz Tirola.

Ako vrijeme ostane ovako sjajno – u Grazu je nebo već osam dana bez oblaka! – ići ću još na jednu trodnevnu planinarsku turu i jedan dulji izlet biciklom, da za 'poprilično kišno' ljeto dobijem kompenzaciju.

Jako, jako sam sretan da sam ponovno u Grazu iako lijepo visoko gorje ne mogu tako brzo zaboraviti. I tebi želim da si sretan što si u Zagrebu, kao što sam ja u Grazu.

Sada, dragi Ra, zahvaljujem ti još jednom na slikama, želim ti mnogo uspjeha u školi i ostaj sa mnogo srdačnih pozdrava i jednim snažnim planinarskim pozdravom

Tvoj *Otto*

Mnogo pozdrava šaljem ti u ime: mojih roditelja, Hilde, Kuberla i Lilli.



SLIKA POSJEDNIKA

Vlastoručni potpis posjednika:
Wolf Radenko

U ZAGREBU, dne 28 septembra 1937

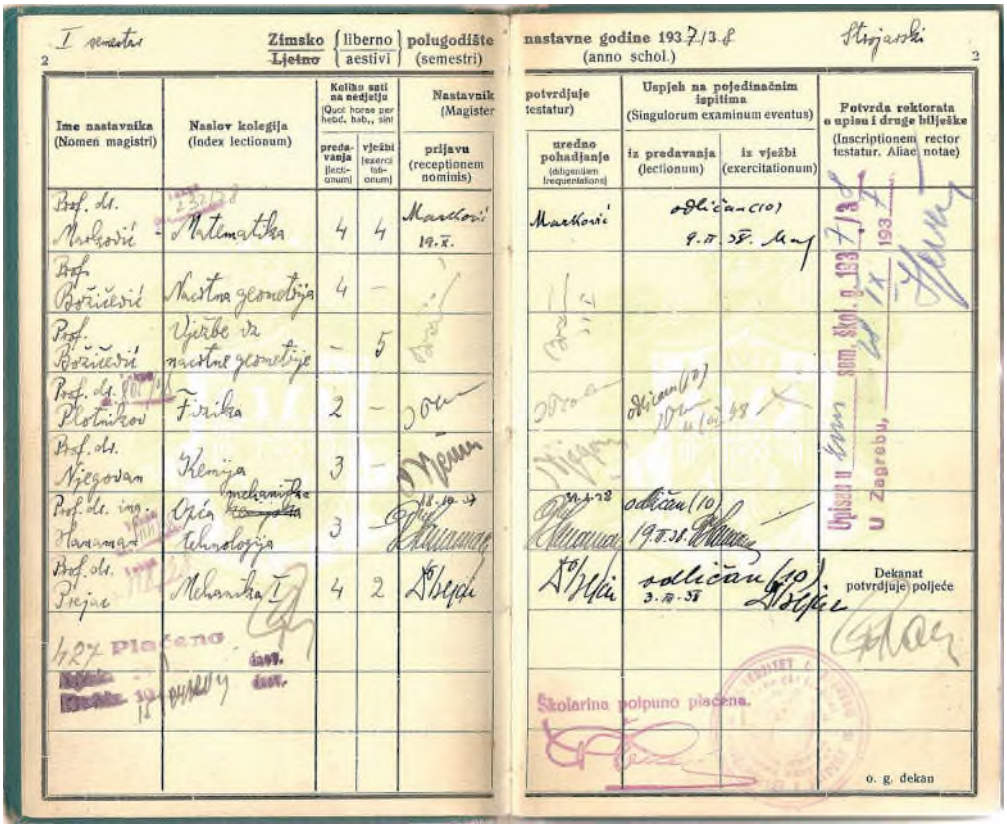
397 Broj 104/1937 Legitimacije IVa 2748/6665

Kraljevina Jugoslavija
(Regnum Yugoslavia)
Univerzitet u Zagrebu
(Universitas Zagrebensis)
Fakultet: Tehnički
(Facultas)

INDEKS KOLEGIJA
(INDEX LECTIONUM)

Porodično i rodno ime slušaoca: Wolf Radenko
(Cognomen et nomen studiosi)
Porodično i rodjeno ime oca i matere: Wolf Hinko, Marija
(Cognomen et nomen patris et matris)
Dan, mjesec i godina rodjenja: 15 februar 1919
(Annus, mensis et dies natalis)
Mjesto rodjenja: Zagreb
(Locus oriundi)
Nadležna općina: Zagreb
(Commune proprium)
Državljanstvo: jugoslavensko
(Civitatis particeps)
Broj i datum svjedodžbe ispita zrelosti s oznakom zavoda koji ju je izdao: 64.35 od 23 juna 1937 Drž. III m. real. gimnazija u Zagrebu.
(Numerus, anno, mensis et dies testimonii examinis maturitatis peracti cum nomine instituti, a quo edictum est)

Sravnio s originalnim ispravama i ovjerio:
(Cum documentis principalibus fide digne comparationem testatur)



2 I semestar Zimsko / Ljetno { liberno / aestivi } polugodište (semestri)

Ime nastavnika (Nomen magistri)	Naslov kolegija (Index lectionum)	Koliko sati na nedjelju (Quot horas per hebd. hab., sin) predavanja (lectionum)	vježbi (exercitationum)	Nastavnik (Magister) prijavu (receptionem nominis)
Prof. dr. Mardešić	Matematika	4	4	Mardešić 19.X.
Prof. Božičević	Nacrtna geometrija	4	–	
Prof. Božičević	Vježbe iz nacrtne geometrije	–	5	
Prof. dr. Plotnikov	Fizika	2	–	
Prof. dr. Njegovan	Klenja	3	–	
Prof. dr. ing. Havranek	Opća tehnologija	3		
Prof. dr. Prejna	Mehanika I	4	2	
42% plaćeno				

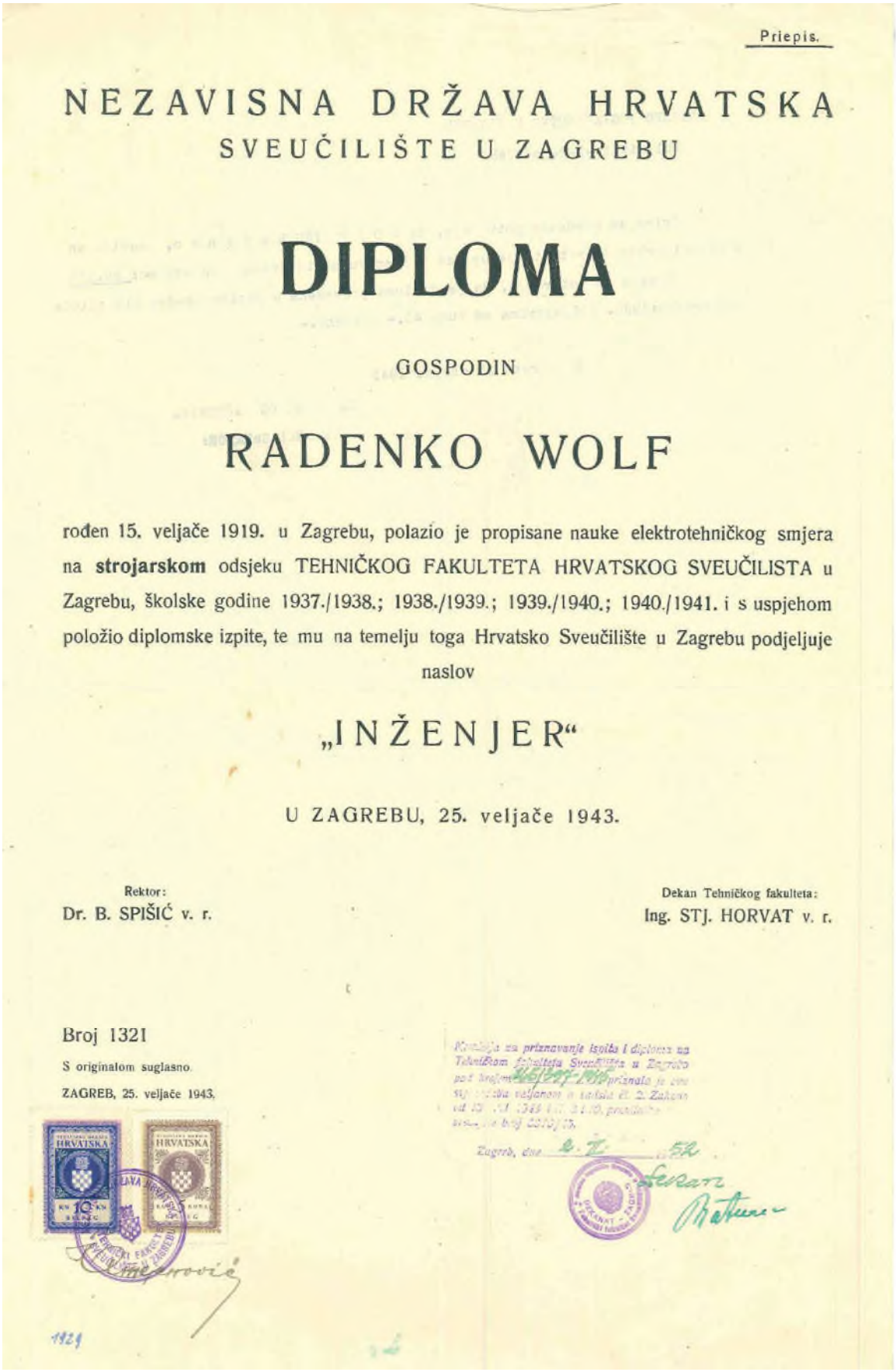
nastavne godine 1937/38 (anno schol.) Stojanski 2

potvrdjuje testatur)	Uspjeh na pojedinačnim ispitima (Singulorum examinum eventus)		Potvrda rektorata o upisu i druge bilješke (Inscriptionem rector testatur. Aliae notae)
uredno pohadjanje (diligentiam frequentationis)	iz predavanja (lectionum)	iz vježbi (exercitationum)	
Mardešić	odličan (10) 9.II.		Upisan u 1. sem. škol. g. 1937/38 u Zagrebu, 1/X 1937
	odličan (10) 19.II.38.		
	odličan (10) 3.II.38.		Dekanat potvrdjuje poljeće

Školarina potpuno plaćena.

o. g. dekan

Sl. 19.: Indeks Radenka Wolfa na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu



Priepis.

NEZAVISNA DRŽAVA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

DIPLOMA

GOSPODIN

RADENKO WOLF

rođen 15. veljače 1919. u Zagrebu, polazio je propisane nauke elektrotehničkog smjera na **strojarskom** odsjeku TEHNIČKOG FAKULTETA HRVATSKOG SVEUČILISTA u Zagrebu, školske godine 1937./1938.; 1938./1939.; 1939./1940.; 1940./1941. i s uspjehom položio diplomske izpite, te mu na temelju toga Hrvatsko Sveučilište u Zagrebu podjeljuje naslov

„INŽENJER"

U ZAGREBU, 25. veljače 1943.

Rektor:
Dr. B. SPIŠIĆ v. r.

Dekan Tehničkog fakulteta:
Ing. STJ. HORVAT v. r.

Broj 1321
S originalom suglasno.
ZAGREB, 25. veljače 1943.

Sl. 20.: Diploma Radenka Wolfa po završetku Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

FEDERATIVNA NARODNA REPUBLIKA JUGOSLAVIJA
NARODNA REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

DIPLOMA

WOLF ING. RADENKO

rođen 15. veljače 1919. godine u Zagrebu, u Narodnoj Republici Hrvatskoj, diplomirao je na dan 25. veljače 1943. godine na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, i na dan 14. travnja 1956. godine obranio disertaciju pod naslovom: »PROJEKTIRANJE JEDNOFAZNIH ASINHRONIH MOTORA S POMOĆNOM FAZOM ZA ZALET«.

Time je ispunio sve uvjete, koje Zakon o stjecanju naučnoga stepena doktora nauka predvida za stjecanje naučnoga stepena doktora nauka.

Na osnovu toga, Sveučilište u Zagrebu dodjeljuje imenovanom naučni stepen

DOKTORA TEHNIČKIH NAUKA

i u potvrdu toga izdaje mu ovu diplomu potvrđenu pečatom Sveučilišta i potpisima rektora i članova komisije pred kojom je disertacija bilá branjena.

U ZAGREBU, dne 15. svibnja 1956. godine.

Broj 1536-1956.

Članovi komisije:

Dr. ing. DANILO BLANUŠA, v. r.

Ing. ANTON DOLENC, v. r.

Dr. JOSIP LONČAR, v. r.

Dr. ing. BOŽIDAR STEFANINI, v. r.

Dr. ing. TOMO BOSANAC, v. r.

Rektor Sveučilišta:

Dr. ing. HRVOJE IVEKOVIĆ, v. r.

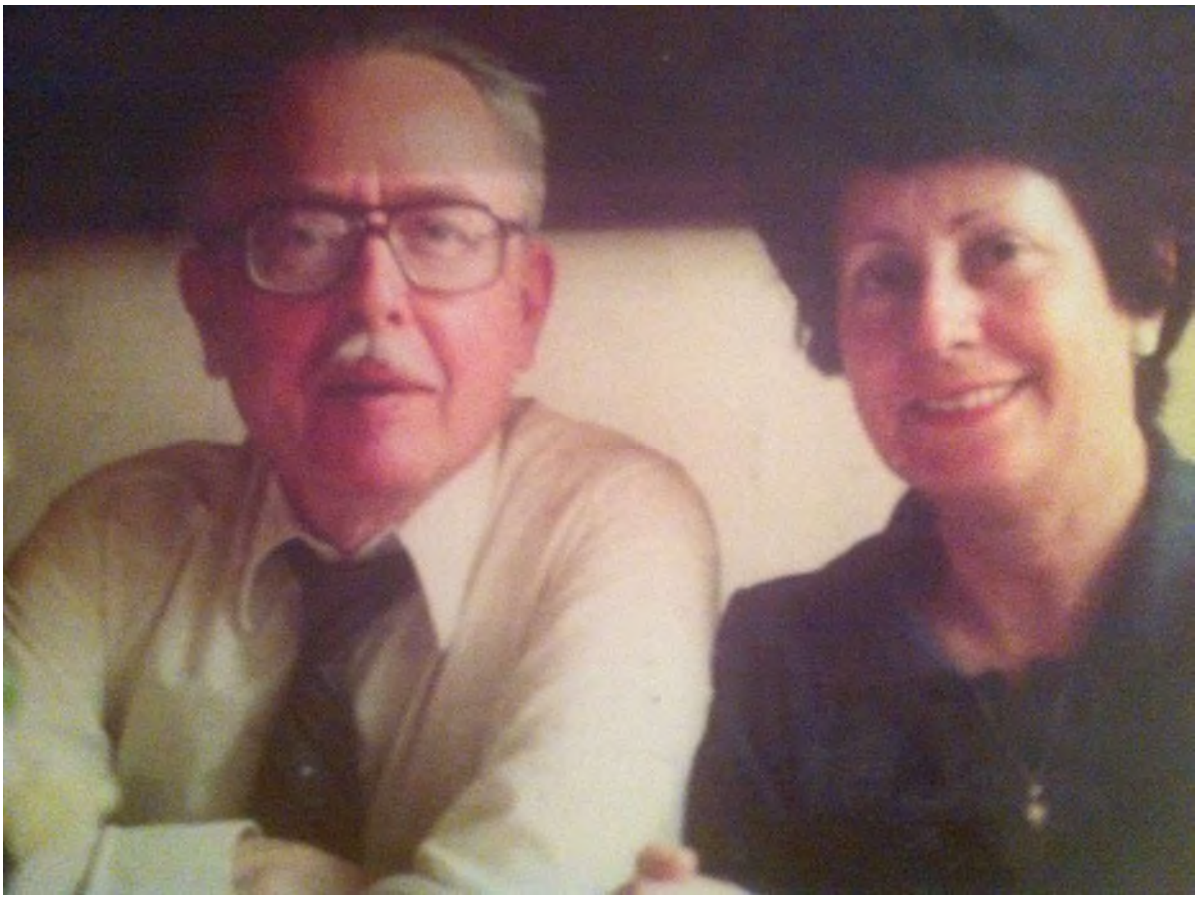
Po čl. 6. točka 7. Zakona o taksama i čl. 6. Pravilnika za izvršenje zakona o taksama oslobođeno od plaćanja takse.

Sl. 21.: Diploma Radenka Wolfa po položenom doktoratu





1946. godina



1986. godina

Sl. 22.: Radenko Wolf i njegova supruga Grozdana Markovina Wolf

4. Fakultetske nastavne dužnosti

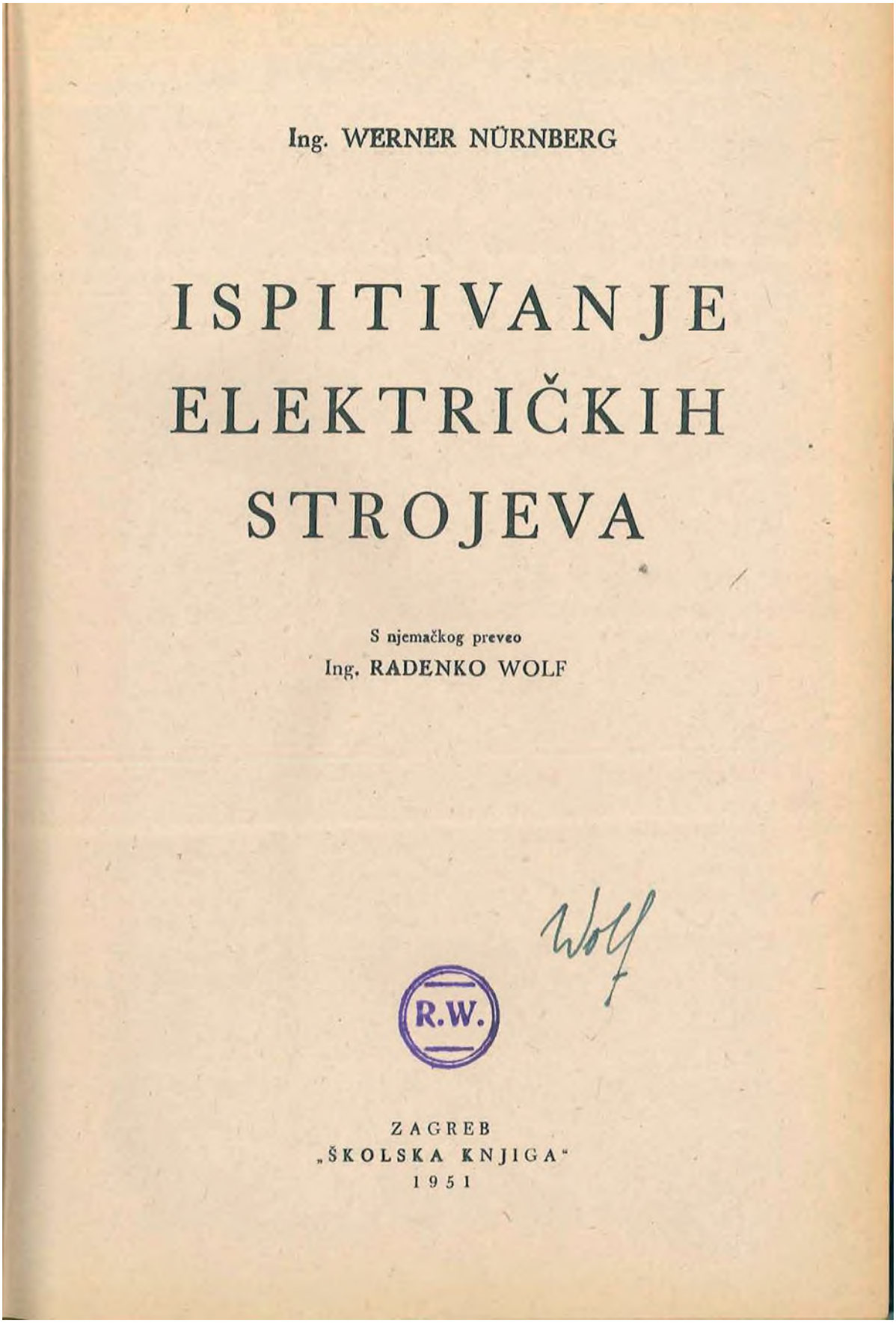
Radenko Wolf bio je kao profesor vrlo savjestan, detaljan u izlaganjima, precizan. Poštovao je studenta i kad god je bilo potrebno našao bi vremena da dodatno porazgovara ako nešto nije bilo jasno. Osim teorije, studentima je prenosio i svoja vrlo konkretna iskustva iz prakse. Jednom prilikom ispričao je kako je njemu profesor Anton Dolenc rekao da u pogonu gdje su strojevi pod naponom uvijek stavi ruke u džepove kako ne bi došao u napast da nešto dodirne. Tako je i on svojim studentima u laboratoriju govorio da stave ruke u džepove!

Kad je 1973. pisao knjigu *Uvod u teoriju električnih strojeva* davao je gotova poglavlja svojim studentima demonstratorima da pročitaju kako bi prodiskutirali materiju i ukazali na mogućnost poboljšanja, jer on je pisao skripta i knjige za studente kako bi im olakšao razumijevanje gradiva. Bio je vrlo sistematičan, uredan i precizan.

Jednom prilikom na ispit je došao student i dobro je znao gradivo. Kad je već odlučivao o dobroj ocjeni, postavio je prof. Wolf pitanje iz zadnjeg poglavlja i nije dobio odgovor. Student mu je priznao da nije stigao proučiti zadnje poglavlje. Na to iskreno priznanje profesor je dao studentu svoja skripta, pokazao mu gdje je slobodna soba i dao mu sat vremena da pročita to poglavlje. Ispit je završio dobrom ocjenom na obostrano zadovoljstvo!

Još 1952. preveo je s njemačkog knjigu W. Nürnberga *Ispitivanje električnih strojeva* (*Die Prüfung elektrischer Maschinen*), a između 1960. i 1964. napisao skripta *Ispitivanje električnih strojeva I., II.* i *III*. Na taj način popunjena je velika praznina u raspoloživoj stručnoj literaturi nastala prilikama poslije Drugog svjetskog rata. Paralelno s tim učinjen je i znatan korak u unapređivanju stručnog nazivlja velikog područja elektrotehnike.

Skripta *Ispitivanje električnih strojeva I., II.* i *III.* dugo godina bila su jedina raspoloživa literatura za predmet Ispitivanje električnih strojeva na IV. godini studija elektrostrojarstva. Osim toga, napisao je prof. Wolf 1975. godine udžbenik *Uvod u teoriju električnih strojeva* kao potrebno djelo za studente koji žele solidno svladati osnovna zbivanja u svim električnim strojevima na kojima se baziraju njihove analize, proračuni i konstrukcije. U međuvremenu uveden je na II. godini predmet Osnove električnih strojeva, namijenjen svim studentima elektrotehnike. Za potrebe svih studenata očito je bio potreban udžbenik koji će poslužiti kao temeljit uvod u opće pojmove elektrostrojarstva za one koji žele nastaviti sa studijem električnih strojeva, no istodobno kao pregled širokog područja električnih strojeva za buduće elektroinženjere svih smjerova. Tako je nastao udžbenik monografija *Osnove električnih strojeva* 1985. godine, koji je doživio tri izdanja. Djelo od gotovo 600 stranica pisano je tako da su označene tri vrste teksta, te se može čitati na tri razine interesa, od osnovne informacije



Sl. 23.: Knjiga *Ispitivanje električnih strojeva* (1951.)

do temeljitog studija. Tekst je ilustriran mnogobrojnim pitanjima i zadacima, koji nisu rješavani, ali je naveden konačni rezultat.

Za *Tehničku enciklopediju* JLZ-a (danas Leksikografski zavod *Miroslav Krleža*), profesor Wolf sudjelovao je sa skupinom suradnika u pisanju članka od preko 60 stranica *Električni strojevi*, a sam je napisao članak *Električni strojevi – mali* od 11 stranica.

Prof. Wolf bio je mentor velikom broju magistranada i doktoranada, koji su uspješno obranili svoje radove odnosno disertacije.

Nakon umirovljenja nastavio je znanstvenu djelatnost na ETF-u u svim oblicima, a posebno u dijelu koji se odnosi na vođenje magistranada odnosno doktoranada, te rad u komisijama znanstvenog karaktera. Bio je aktivan istraživač na znanstvenim projektima Ministarstva znanosti RH.

5. Fakultetske društvene dužnosti

Prof. Wolf bio je u razdoblju 1964. −1966. dekan Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U razdoblju 1973. − 1982. bio je predstojnik Zavoda za elektrostrojarstvo ETF-a. Kroz to vrijeme nastojao je održati dobru praksu koju je uveo još prof. Anton Dolenc, a to su uske veze Zavoda s industrijom, i to korištenjem specijalista iz privrede u nastavi, pružanjem mogućnosti prakse za studente i mlade inženjere pri radovima u kojima je Zavod surađivao s



Sl. 24.: Prof. dr. sc. Radenko Wolf, dekan Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu od 1964. do 1966. godine

privredom, te povezivanjem tema diplomskih zadataka i tema magistarskih radova s potrebama razvoja u industriji.

Na ETF-u je dugo godina obavljao brojne dužnosti, među ostalim i predstojnika Komisije za opremu, predsjednika Kadrovske komisije te predsjednika Komisije za postdiplomsku nastavu.

6. Suradnja s Tvornicom *Rade Končar*

U okviru stalne honorarne suradnje s Tvornicom *Rade Končar* radio je na razvoju nove serije malih asinkronih motora, a zatim na razvoju novih regulacijskih uređaja, što je u ono vrijeme bio smion korak u novo područje razvoja i proizvodnje potrebno za popunjavanje asortimana tvornice koja je upravo osvajala samostalnu proizvodnju velikih hidrogeneratora za vlastito i svjetsko tržište. Prvi takav regulator postavljen je i ispitan u slovenskoj hidroelektrani Vuhred na Dravi.

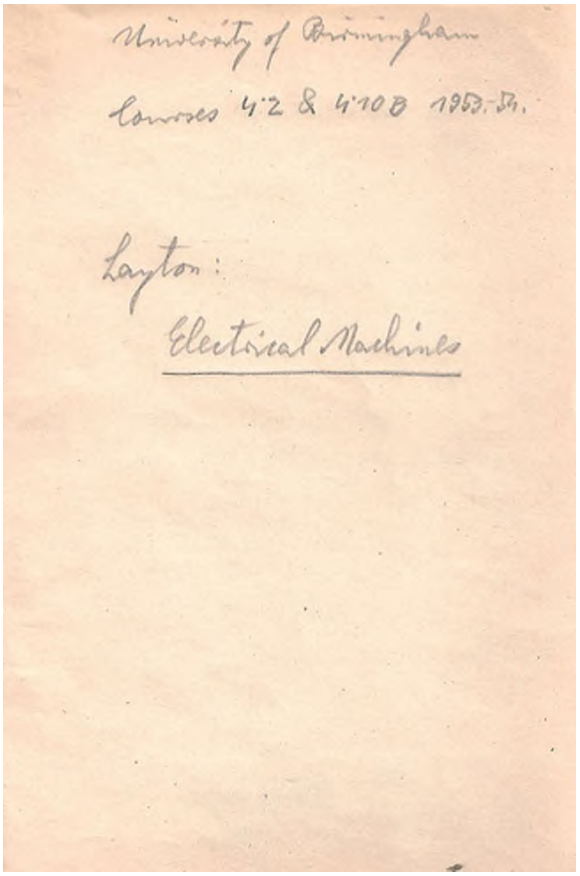
7. Suradnja s europskim sveučilištima

a) Birmingham i Southampton

Od listopada 1953. do veljače 1954. bio je na studijskom boravku na Sveučilištu u Birminghamu, na katedri prof. Tustina, kojeg je u to vrijeme zamjenjivao dr. Ward.

Na toj katedri u središtu pažnje bilo je područje automatske regulacije, u ono vrijeme još potpuno zanemarivano kod nas. Boravak u Birminghamu bio je susret i upoznavanje s metodama dodiplomskih i poslijediplomskih studija uobičajenim u Engleskoj, te izvor brojnih poznanstava koja su se u idućim godinama prenijela na Sveučilište u Southamptonu. Ondje je predstojnik Odjela elektrotehnike bio prof. Hammond, pa je preko veze s njim došlo do višestruke izmjene posjeta, pri čemu je prof. Wolf održao nekoliko predavanja u vezi sa svojim istraživanjima na području asinkronih motora.

Prof. Hammond održao je na ETF-u nekoliko predavanja u vezi s elektromagnetskim poljima u čeonim prostorima električnih strojeva, a slična predavanja ponovio je u Splitu i Titogradu. Uspostavljene veze sa Southamptonom dovele su do doktorata nekoliko naših kandidata na tom Sveučilištu. Inicijativa prof. Wolfa da se uspostavi i ugovor o suradnji dvaju fakulteta po uzoru na postojeći ugovor s TU-om Dresden, nažalost, nije mogla biti realizirana iz financijskih razloga.





Sl. 25.: Bilješke Radenka Wolfa s predavanja profesora Laytona o električnim strojevima (Electrical machines) na Sveučilištu u Birminghamu (University of Birmingham)

Southamptonski kontakti bili su poticaj za radove koji su se bavili opterećenjem električnih strojeva njihanjem i rezultirali su elaboratima Zavoda za elektrostrojarstvo ETF-a. Jedan dio tih radova prezentiran je na Međunarodnoj konferenciji o električnim strojevima (ICEM) u Ateni 1980. godine kao referat, te je objavljen u zborniku savjetovanja.



Sl. 26.: Prof. Hammond i prof. Wolf na putu za Split



Sl. 27.: Gospođa Hammond, prof. Hammond i Grozdana Wolf (sasvim lijevo) u Splitu

b) Hannover

Drugi važan kontakt uspostavio je prof. Wolf s TH-om Hannover, gdje je Katedru električnih strojeva vodio prof. Jordan, poznati autor brojnih radova iz područja asinkronih strojeva. Slučajna diskusija na Konferenciji o asinkronim motorima u Budimpešti 1966. godine dovela je do trajne razmjene iskustava i publikacija, do predavanja prof. Jordana na ETF-u i prof. Wolfa u Hannoveru. Smrću prof. Jordana ti su kontakti nažalost prekinuti.

c) Dresden

TU Dresden priređuje svake 2-3 godine Znanstvenu konferenciju sekcije elektrotehnika kao međunarodnu priredbu s glavnom temom o električnim strojevima i elektromotornim pogonima. Sveučilište u Zagrebu sklopilo je s TU-om Dresden ugovor o znanstvenoj suradnji. U okviru tog ugovora vrši se stalna razmjena posjeta znanstvenih radnika iz TU-a Dresden i iz Zagreba, te razmjena iskustava, literature i sl. ETF šalje redovito 2-3 predstavnika Zavoda za elektrostrojarstvo na znanstvenu konferenciju. Prof. Wolf u tome je sudjelovao četiri puta s referatima koji se na Konferenciji izlažu i brane te publiciraju u Zborniku. Na konferencijama sudjeluju ugledni znanstvenici iz cijele Europe. U okviru sveučilišnog ugovora naši posjeti Dresdenu uzvraćaju se posjetima njihovih znanstvenika Zagrebu. Osim kontakata sa znanstvenicima iz Dresdena, te znanstvene konferencije omogućile su upoznavanje brojnih znanstvenika iz Poljske, Čehoslovačke (danas Češke i Slovačke), Austrije i drugih zemalja, koji se bave problemima električnih strojeva.

Zaključak

Nakon svega što je napisano o znanstvenom i stručnom radu profesora Wolfa, mislim da je bitno reći da je bio jako dobar čovjek. Bio je dobar sin, dobar otac i suprug, brižan i pažljiv, uvijek spreman saslušati druge, pomoći savjetom i staloženim načinom. Nikad nije ishitreno reagirao, a svoje znanje uvijek je bio spreman nesebično podijeliti.

Dodatak: Popis znanstvenih i stručnih radova prof. Radenka Wolfa

a) Znanstveni radovi

1. Wolf, Radenko, O mjerenju ugrijanja sinhronih strojeva u praznom hodu i kratkom spoju, *Elektrotehnički vjesnik* 7 (1953), 151.
2. Wolf, Radenko, Faktor snage asinhronog motora, *Elektrotehnički vjesnik* 7 (1953) 256.
3. Wolf, Radenko, *Projektiranje jednofaznih asinhronih motora s pomoćnom fazom za zalet* (disertacija), Elektrotehnički fakultet Zagreb (1955) str. 162.
4. Wolf, Radenko; Jadrić, Martin, Einfluss der Symmetrie und der Kurvenform der Spannungen auf das statische und dynamische Verhalten des Drehstrommotors, *Acta Technica* ČSAV 13, (1968) 267-291.
5. Wolf, Radenko; Jadrić, Martin, Utjecaj nesimetrije i nesinusnog oblika napona na statičke i dinamičke karakteristike trofaznog asinhronog motora, *Elektrotehnika*, Zagreb, br. 3 (1969), str. 233-250.
6. Wolf, Radenko; Cettolo, Mirko, Die Messung des Luftspaltfeldes bei Einphasenmaschinen, *Elektrie*, VEB Berlin, DDR, 6/1978, str. 343-343.
7. Wolf, Radenko; Ban, Drago; Cettolo, Mirko; Kovačević, Zoran, Dijagnostička ispitivanja kaveza rotora asinhronog motora, *Elektrotehnika*, Zagreb, godište 34/1991, str. 187-196.
8. Wolf, Radenko, Puštanje u pogon regulatora ABMn I u elektrani Vuhred, *Informacije Rade Končar* br. 4, (1956) – referat 112 na II zasjedanju CIGRE u Niškoj Banji.
9. Wolf, Radenko, Ispitivanje sinhronih generatora i propisi, Zbornik predavanja sa seminara 'Elektroindustrijska problematika velikih elektrana', Elektrotehničko društvo Hrvatske, Zagreb, (1957), 4.5, str. 22.
10. Wolf, Radenko, Uzbudni sistem i regulacija napona, Zbornik predavanja sa seminara 'Elektroindustrijska problematika velikih elektrana', Elektrotehničko društvo Hrvatske, Zagreb, (1957), 7.4, str. 16.
11. Wolf, Radenko, Značaj industrijskih električnih laboratorija i ispitnih stanica u suvremenoj proizvodnji, Zbornik radova I. jugoslavenskog simpozija o električnim mjerenjima i mjernoj opremi, Ljubljana, (1961), str. 13-16.
12. Wolf, Radenko, Ispitivanje električnih strojeva u proizvodnji i pogonu, Zbornik radova JUREMA (1963), I. knjiga, str. 91, Zagreb.
13. Wolf, Radenko, Novi načini hlađenja i korisnost turbogeneratora, *Informacije Rade Končar* 38 (1965), str. 3-13, referat br. 114/1964 na VII zasjedanju CIGRE na Bledu.
14. Wolf, Radenko, Nove metode projektiranja i analize električnih strojeva, Zbornik referata sa seminara inovacije znanja, Tehnički fakultet Univerziteta *Veljko Vlahović*, Titograd (1976), str. 25.
15. Wolf, Radenko, Terminologija JUS-a i međunarodna terminologija, Zbornik radova II. jugoslavenskog savjetovanja *Standardizacija 1976*.

16. Jurković, Berislav; Sirotić, Zvonimir; Wolf, Radenko, Nasljedstvo *Nikole Tesle* u oblasti električnih strojeva, Zbornik radova Simpozija *Nikola Tesla*, I. knjiga JAZU, Zagreb, (1976), str. 105-117.
17. Wolf, Radenko; Ban, Drago, Ispitivanje velikih asinhronih motora u kratkom spoju, Referat XIV. savjetovanja elektroenergetičara Jugoslavije (CIGRE) u Sarajevu (1979), grupa 11, referat 11.14, str. 213-219.
18. Wolf, Radenko, Terminologija i transfer tehnologije, Radovi II. savjetovanja *Transfer tehnologije u Hrvatskoj* Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Hrvatske, Poreč (1977), str. 7.
19. Wolf, Radenko, Loading of Large Machines at heat Run by Power Swinging, Proceedings of International Conference on Electrical Machines (ICEM), Atena (1980), Part 3, pp 2040-2047.
20. Wolf, Radenko; Kovačević, Zoran, Ein Beitrag zur Messung an unsymmetrisch belasteten Synchronmaschinen, X. Wissenschaftliche Konferenz der Sektion Elektrotechnik TU Dresden, (1984), Ref M 3-04, S. 73-76.
21. Wolf, Radenko; Kovačević, Zoran, Eksperimentalno utvrđivanje nesimetričnog tereta sinhronog generatora, XVII. savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije (CIGRE), Struga, (1985), ref. 11.24, str. 223-232.

b) Radovi monografskog karaktera

22. Černelč, Jože; Dolenc, Anton; Frančić, Božidar; Ibrahimpašić, Mesud; Jurković, Berislav; Sirotić, Zvonimir; Smolčić, Zlatko; Wolf, Radenko, Električni strojevi, Tehnička enciklopedija JLZ, sv. 4., str. 153-214, (1973).
23. Wolf, Radenko, Električni strojevi – mali, Tehnička enciklopedija JLZ, sv. 4., str. 214-225, (1973).
24. Wolf, Radenko, *Uvod u teoriju električnih strojeva*, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga, Zagreb, (1975), str. 248.
25. Wolf, Radenko, *Osnove električnih strojeva*, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu – monografija, Školska knjiga, Zagreb (1991), str. 573.

c) Udžbenici i skripta

26. W. Nürnberg, *Ispitivanje električnih strojeva* (Prijevod s njemačkog R. Wolf) Školska knjiga, (1952).
27. Wolf, Radenko, *Ispitivanje električnih strojeva I*. (skripta), Sveučilište u Zagrebu, (1960), str. 108.
28. Wolf, Radenko, *Ispitivanje električnih strojeva II*. (skripta), Sveučilište u Zagrebu, (1962), str. 127.
29. Wolf, Radenko, *Ispitivanje električnih strojeva III*. (skripta), Sveučilište u Zagrebu, (1964), str. 196.

d) Obranjeni elaborati, studije i projekti

30. Wolf, Radenko; Bratoljić, Tihomir; Dobša, Josip, Ispitivanje karakteristika generatora i uzbudnika u elektrani Rijeka, Institut za elektroprivredu Zagreb, (1955), str. 5.
31. Wolf, Radenko; Bratoljić, Tihomir, Prijelaz elektrane Rijeka od 42 na 50 Hz – udešavanje i stavljanje u pogon automatskih regulatora napona, Institut za elektroprivredu Zagreb, str. 5.
32. Wolf, Radenko; Haznadar, Zijad, Dodatni gubici i momentne karakteristike, I. dio: Metode mjerenja dodatnih gubitaka, Elaborat E 32004, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1962, str. 16.
33. Wolf, Radenko; Haznadar, Zijad, Dodatni gubici i momentne karakteristike, II. dio: Mjerenje momenta, Elaborat E 32012, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1963, str. 18.
34. Wolf, Radenko; Haznadar, Zijad, Dodatni gubici i momentne karakteristike, III. dio: Pregled rada i zaključci, Elaborat 32020, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1964, str. 14.
35. Wolf, Radenko; Jadrić, Martin, Primjena digitalnog računskog stroja na analizu prelaznih pojava u asinhronom stroju, Elaborat E 32053, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1967, str. 30.
36. Čunko, Stjepan; Wolf, Radenko; Šantak, Stjepan; Galeković, Drago, Napajanje istosmjernog motora valovitom strujom, Elaborat E 32057, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1968, str. 75.
37. Wolf, Radenko i suradnici, Laboratoriji Elektrotehničkog odjela Tehničkog fakulteta u Prištini, knjiga I, II, III, projekt, Zavod za elektrostrojarstvo Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu, 1970.
38. Wolf, Radenko. Kvaliteta i karakteristike visokonaponskih asinhronih motora za pojne pumpe i ventilatore mlinskih postrojenja termoelektrana, Elaborat Zavoda za elektrostrojarstvo Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu broj 0211-24/194-76, 1977., str. 26.
39. Jurković, Berislav; Pašalić, Nedžad; Wolf, Radenko, Numerički upravljani strojevi, elementi za elektropogon, Elaborat Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu, 1977., str. 26.
40. Wolf, Radenko; Jurković, Berislav; Ban, Drago; Cettolo, Mirko, Analiza metoda za mjerenje zagrijanja električnih strojeva velikih snaga, Elaborat za SIZ I. Zagreb, Elektrotehnički fakultet, ZES 110, 1980, str. 12.
41. Wolf, Radenko; Jurković, Berislav; Ban, Drago; Cettolo, Mirko, Opterećenja njihanjem pri mjerenju zagrijavanja električnih strojeva, Elaborat za SIZ I. Zagreb, Elektrotehnički fakultet, ZES 111-1, 111-2, 111-3, str. 40+21+37, 1981.
42. Wolf, Radenko; Jurković, Berislav; Ilić, Ivan; Himmelreich, Zvonimir; Kadić, Mijo; Šragalj, Aleksandar; Zoričić, Željko, Koncepcija ispitne stanice nove tvornice rotacionih strojeva *Rade Končar*, Kukuljanovo, studija/projekt za *Rade Končar* Rijeka, Elektrotehnički fakultet Zagreb, Elaborat ZES 207, 1984., str. 193.
43. Wolf, Radenko; Cettolo, Mirko, Ispitivanje univerzalnog motora, Elaborat za SIZ I., Zagreb, Elektrotehnički fakultet, ZES 257, 1985, str. 27. Obranjeno 19. 11. 1985.

44. Wolf, Radenko; Ban, Drago, Linearni motor sa oscilatornim gibanjem, Elaborat za SIZ I.; Zagreb, Elektrotehnički fakultet, ZES 3201, 1986, str. 40+10. Obranjeno 18. 11. 1986.
45. Wolf, Radenko; Ban, Drago. Ispitivanje linearnog motora sa oscilatornim gibanjem. Elaborat za SIZ I., Zagreb, Elektrotehnički fakultet, ZES 317, 1987, str. 5+7.
46. Wolf, Radenko. Ein Elektromotor mit Linearer oszilatorischen Bewegung. XI. Wissensch Konferenz der Sektion Elektrotechnik der TU Dresden 1987., Ref. M1-12, S 39.41.

e) Razvojno-eksperimentalna istraživanja

47. Wolf, Radenko; Hoić, Ivan; Haramija, Branko; Kittler, Stjepan; Skala, Marijana, Principijelna studija o koncepciji serije malih asinhronih motora prema IEC preporukama, Elaborat E 32006.
48. Bučić, Mato; Sirotić, Zvonko; Prpić, Branko; Wolf, Radenko, Studij medija za hlađenje rotacionih strojeva, Elaborat E 32008, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1962., str. 13.
49. Tore, Aleksa; Gašparac, Josip; Wolf, Radenko, Ispitivanje zaštite u upotrebi motora pri specijalnim uslovima poljoprivredne proizvodnje, Elaborat E 32011, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1962., str. 20.
50. Prpić, Branko; Sirotić, Zvonko; Wolf, Radenko, Studij tehnologije i konstrukcije specijalnih brtvljenja rotacionih strojeva prema plinovima i parama, Elaborat E 32014, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1963., str. 85.
51. Tore, Aleksa; Wolf, Radenko, Metoda za optimalno dimenzioniranje trofaznih asinhronih motora na računskim strojevima, Elaborat E 32017, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1963., str. 34.
52. Dolenc, Anton; Wolf, Radenko; Jurković, Berislav, Report on Failure of Rotor of Generator B intended HPS Sholayar Kerala, Zavod za elektrostrojarstvo Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu, 1965., str. 44.
53. Wolf, Radenko, Analiza prilika u asinhronom motoru nesimetrično napajanom preko pojačala (predstudija), Elaborat E 32034, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1967., str. 30.
54. Wolf, Radenko, Jednofazni motori za pranje rublja (predstudija), Elaborat E 32069, Institut *Rade Končar*, Zagreb, 1968., str. 7.
55. Wolf, Radenko; Sirotić, Zvonko, Analiza mogućnosti povećanja snage agregata, HE Varaždin.
56. Wolf, Radenko, Suvremene metode u analizi i projektiranju električnih strojeva, Kolokvij na znanstvenom vijeću Elektrotehničkog fakulteta, Zagreb, 1975.

f) Održana javna predavanja u inozemstvu

1. TH Hannover, svibanj 1967. Wahl des Rotorwiderstandes bei Einphasen-Asynchronmotoren mit Kondensatoranlauf.

2. TH Hannover, svibanj 1967. Einfluss der Symmetrie und der Kurvenform der Spannung auf das statische und dynamische verhalten des Drehstrommotors.
3. Univ. Southampton, lipanj 1967. The Choice of Rotor Resistance for Capacitor–Start Single-Phase Induction Motors.
4. Univ. Southampton, lipanj 1967. Influence of the Applied Voltage on Dynamic Behaviour of Induction Motors.
5. TU Dresden, 8. Wiss. Konferenz der Sektion Elektrotechnik. 1978. Die Messung des Luftspaltfeldes bei Einphasenmaschinen.
6. International Conference on Electrical Machines (ICEM), Athens, 1980. Loading of Large Machines at Heat-Run by Power Swinging.
7. TU Dresden, 9. Wiss. Konferenz der Sektion Elektrotechnik, 1981., Messprobleme an elektrischen Maschinen bei Speisung uber leistungselektronische Stellglieder.
8. TU Dresden, 10. Wiss. Konferenz der Sektion Elektrotechnik, 1984., Ein Beitrag zur messung an unsymetrisch belasteten Synchronmaschinen.
9. TU Dresden, 11. Wiss. Konferenz der Sektion Elektrotechnik, 1987. Ein Elektromotor mit linearer oszilatorischen Bewegung.

Centennial of Professor Radenko Wolf

Višnja Wolf-Kmetić

Abstract: Radenko Wolf was born on February 15, 1919 in Zagreb. He attended elementary school and high school in Zagreb. Upon high school graduation he enrolled as a student at the Electrical Engineering School of the University of Zagreb where he graduated on February 25, 1943. He was employed at "Rade Končar" company, as well as at the Electrical Engineering School of the University of Zagreb. Although he was involved in scientific research, he never stopped collaborating with the factory production of rotating machinery. Having obtained his Ph.D. degree in 1956 he became docent at the Electrical Engineering school of the University of Zagreb, where he was a full time professor since 1964. In 1987 he retreated into retirement. He died in 1997 in Zagreb.

Key words: Radenko Wolf, Electrotechnical institute 'Rade Končar', School of electrical engeneering at the University of Zagreb, Department of Electrical Machines



Darko Veljan, Vladimir Volenec

Profesor geometrije Dominik Palman[1] (Senj, 1924. − Zagreb, 2006.)

Sažetak: Dominik Palman bio je dugogodišnji profesor geometrijskih predmeta na Matematičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Pripadao je tradicionalnoj zagrebačkoj školi sintetičke geometrije, ali izvrsno je poznavao sve grane klasičnih geometrija, od elementarne euklidske, eliptičke i hiperboličke, nacrtne, projektivne, analitičke, izotropne, djelomice i diferencijalne, a posebno je bio stručnjak za projektivno-metričke geometrije u smislu Cayleyja i Kleina. Prof. dr. sc. Dominik Palman objavio je 33 striktno znanstvena rada, najčešće u *Glasniku mat*., te u *Radu Jugoslavenske (Hrvatske) akademije znanosti i umjetnosti* (JAZU, odn. HAZU), kao i u austrijskom časopisu *Sitzungsber. Österreich. Akad. Wiss*. Osim znanstvenih radova, objavio je i više stručnih, metodičkih i popularizatorskih članaka iz geometrije u domaćim časopisima *Mat.-fiz. list* i *Matematika*. Objavio je tri sveučilišna udžbenika i šest popularnih knjiga, kao i šest prijevoda knjiga iz geometrije. Ukupno, oko 60 bibliografskih jedinica. Bio je vrstan slikar amater, fotograf, jedriličar, poznavatelj klasične glazbe i povijesti, kulinarski i enološki entuzijast i hedonist, izvrsno obrazovan i načitan, duhovit i zanimljiv sugovornik i uvijek vezan za svoj rodni Senj. Palman je obavljao i neke društvene dužnosti, primjerice, pročelnika Matematičkog odjela i voditelja Geometrijskog seminara te člana Suda časti Hrvatskog matematičkog društva. Bio je odličan predavač i zaljubljenik u geometriju i edukaciju geometrije.

Ključne riječi: geometrija, nastava geometrije, Dominik Palman, profesor geometrije, projektivno-metrička geometrija, Senj, Zagreb

[1]Članak je referiran na znanstvenom skupu *Hrvatski prirodoslovci 27*, Senj, 19./20. listopada 2018.

Uvod i životopis

Profesor dr. sc. Dominik Palman (slika 1.), rođen je 9. kolovoza 1924. u Senju. Otac mu je bio Ivan (1897. − 1970.), po zanimanju knjigovođa, a majka Ivka, rođ. Hlebec (1895. − 1974.), krojačica. Imao je brata Izidora (1929. − 1989.), inženjera geodezije.



Slika 1.: Prof. dr. sc. Dominik Palman

Osnovnu je školu Dominik Palman, za prijatelje i rodbinu Nedjeljko-Nedo, završio u rodnom Senju. Ondje je završio i čuvenu gimnaziju, na koju je cijelog života bio vrlo ponosan i cijelog života s njom ostao blisko povezan, kao i sa Senjom i preko Kluba maturanata sa senjskom gimnazijom i s kolegama − učenicima, prijateljima i profesorima. Matematiku i nacrtnu geometriju predavao mu je profesor Vladimir Benčić. Maturirao je u lipnju ratne 1942. godine. Najesen iste godine, usprkos željama, nije se uspio upisati na Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, jer je prije toga regrutiran (unovačen) kao vojni obveznik. Ubrzo su ga kao i mnoge druge obrazovane hrvatske mladiće te dobi uputili na vojnu obuku u Stockerau, Donja Austrija, gdje je proveo neko vrijeme, a ostatak rata proveo je u vojno-tehničkoj službi. Poslije je znao reći da mu je Stockerau možda spasio i život, jer je mogao zaglaviti i u Staljingradu. Ratne godine i one nakon demobilizacije, prema kasnijim kazivanjima, nisu mu ostale u ugodnom sjećanju i o njima nije puno govorio. Tek mu je 1947. dopušteno upisati Tehnički fakultet, Elektrotehnički odsjek, smjer jaka struja. Matematiku mu je tijekom studija predavao profesor Danilo Blanuša [1]. Ondje je i diplomirao 15. 12. 1951. s temom diplomskog rada *Grafičke metode za mehanički proračun vodiča*, a pod vodstvom profesora Božidara Stefaninija. Tim je D. Palman stekao naziv diplomirani inženjer. Još kao student radio je kao laborant asistent na Katedri za nacrtnu geometriju na Tehničkom fakultetu. Predstojnik Katedre bio je poznati geometričar profesor Vilko Niče (1902. − 1987.) [2]. I Blanuša i Niče su inače bili bečki studenti. Od tih studentskih dana nastala je i trajna veza Niče-Palman, prvo u smislu profesor-student, ali ponajviše jer su obojica imala izvrstan prostorni zor, obojica su izvrsno risala svoje zamisli i obojica su voljela i imala smisla za geometriju, a posebice za nacrtnu (deskriptivnu). Tako su se i prepoznali. Palman je u povodu 85. godišnjice rođenja

profesora Ničea i sam napisao prigodničarski tekst u časopisu *Matematika*, 4 (1987.), 5-6.

Godinu dana nakon diplomiranja, Dominik Palman zaposlio se 22. 11. 1952. u Konstrukcijskom uredu tvornice *Rade Končar* − tvornice električnih strojeva − Zagreb kao konstruktor istosmjernih električnih strojeva. Nakon godinu i pol prešao je u *Elektroprojekt*, kao projektant (izmjeničnih) hidroelektrana u tom zagrebačkom poduzeću za projektiranje elektroenergetskih postrojenja. Tu je radio gotovo tri godine, do 30. 4. 1957.

No, cijelo 6-godišnje vrijeme nakon diplomiranja Dominik Palman bio je zaokupljen znanstvenim radom, stjecanjem novih spoznaja i napredovanjem. Već 1953. objavljuje prvi znanstveni članak, broj 1. u popisu radova [3], objavljen u *Radu JAZU*, a iduće godine drugi u *Glasnik mat.*, broj 2. u popisu [3]; taj popis prikazan je i u ovom članku. I odonda se uglavnom smjenjuju *Rad* i *Glasnik* kao časopisi gdje je Palman objavljivao svoje znanstvene radove. Doktorirao je 1957. pod vodstvom V. Ničea na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF) Sveučilišta u Zagrebu s radnjom *Potpuno cirkularne krivulje trećeg reda u hiperboličkoj ravnini*. Promoviran je u doktora znanosti 18. 1. 1958. Dana 1. 10. 1958. zapošljava se kao asistent u Geometrijskom institutu (današnjem Geometrijskom zavodu) Matematičkog odsjeka PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Habilitirao je, tj. održao nastupno predavanje 14. 4. 1960., s radom *Projektivna metrika i izometričke transformacije na plohama drugog reda,* čime je nakon dva mjeseca stekao znanstveno-nastavni naziv docent iz područja matematičkih znanosti (odn. nauka, kako se tad službeno nazivala znanost). Povjerenstvo čije je izvješće i mišljenje o napredovanju prihvaćeno bilo je u sastavu: Vilko Niče, Stanko Bilinski i Viktor Sedmak. U listopadu 1965. D. Palman promaknut je u zvanje izvanredni profesor, a u isto je zvanje ponovno izabran krajem 1970. godine. U studenom 1972. promaknut je u zvanje redoviti (tad redovni) profesor, da bi nakon nekoliko godina bio izabran u stalno zvanje redoviti profesor. Cijeli je radni vijek proveo uglavnom u Zagrebu, osim što je akad. god. 1960./1961. i 1966./1967. te pola semestra 1978./1979. kao stipendist zaklade *Alexander von Humboldt* proveo na Matematičkom institutu Visoke tehničke škole Sveučilišta Karlsruhe u Njemačkoj. Ondje je znanstveno i stručno surađivao s još jednim bečkim studentom, profesorom Karlom Strubeckerom (1904. − 1991.). Glavna znanstvena preokupacija profesora Dominika Palmana bila je projektivna sintetička geometrija, a posebno teorija krivulja i ploha 3. i 4. reda, kompleksi i kongruencije i tvorevine pravčaste geometrije. Također se bavio ravninama i plohama s neeuklidskim metrikama, posebno izotropnim ravninama i prostorima, na što ga je potaknuo prof. Strubecker.

Projektivna je ravnina (topološki ekvivalentna) krug u kojem su poistovjećene nasuprotne točke obodne kružnice. Slično je i u višim dimenzijama (umjesto kruga − kugla). U projektivnoj se ravnini svaka dva pravca sijeku makar u

neizmjernosti. Izotropija dolazi od grčkih riječi ‘izos’ − jednak i ‘tropos’ − način. Grubo govoreći, izotropni prostor ima takvu metriku da mu geometrija ne ovisi o smjerovima. Formalno, ploha S je izotropna ako za svako $p \in S$, i jedinične vektore $\boldsymbol{u}, \boldsymbol{v} \in T_p(S)$, postoji izometrija f od S tako da je $f(p) = p$ i $f(\boldsymbol{u}) = \boldsymbol{v}$. Primjeri izotropnih ploha su euklidska, projektivna i hiperbolička ravnina, dok, primjerice, torus nije izotropna ploha.

Glavni su Palmanovi znanstveni doprinosi u vezi Cesàrovih krivulja i njihovih poopćenja u izotropnom prostoru kao i ploha u posebnom položaju naspram apsolutne figure u izotropnom prostoru, kako sam kaže u [7].

Spomenimo usput zanimljivu znanstvenu nit Zagreb-Karlsruhe. Ondje je 1910. doktorirao hrvatsko-švicarski kemičar, nobelovac za kemiju 1939. Lavoslav Ružička (1887. − 1976.); nadalje, ondje je svoja istraživanja o vezi neeuklidske geometrije i teorije relativnosti Njemačkom matematičkom društvu 1911. izlagao hrvatski matematičar Vladimir Varićak (1865. − 1942.) [4]; ondje je na studijskom boravku bio i Varićakov student Vilko Niče, i na koncu i Ničeov student Palman.

Profesor Dominik Palman ukupno je objavio 60 znanstvenih i stručnih radova i knjiga, a održao je i niz znanstvenih i stručnih predavanja u zemlji i inozemstvu, o čemu će još biti riječi. U bogatoj nastavničkoj karijeri predavao je niz geometrijskih predmeta, o čemu će također biti riječi. U mirovinu je profesor Dominik Palman otišao 1. 10. 1994., zajedno sa svojim kolegom, suautorom i prijateljem prof. dr. sc. Borisom Pavkovićem (1931. − 2006.) [5]. Dakako, zajedno su tom prilikom priredili nezaboravan domjenak na koji su bili pozvani svi zaposleni kao i kolege i službenici koji su već primali “zaslužnice”.

Profesor Dominik Palman bio je pročelnik Matematičkog odsjeka (odjela, kako se tad zvao), akad. god. 1963./1964. i 1964./1965., a poslije je godinama predsjedao sastancima tzv. zbora radnih ljudi, formalnim sastancima svih zaposlenika tadašnjeg OOUR-a u samoupravnom socijalističkom sustavu, gdje su radnici “tobož” mogli iskazati svoja mišljenja na teme o platnim razredima, koeficijentima, općenito o ukupnim sredstvima i plaćama, praznicima, obustavama rada (službenih štrajkova nije bilo) itd., koje su im prezentirane s viših instanci. Palman se tog (jalovog) posla prihvatio kako bi ispunio “kvotu” društvenih djelatnosti i s određenim sarkazmom vodio takva 2-3 sastanka godišnje u trajanju od po pola sata. Palman je bio i predstojnik Geometrijskog zavoda, kao njegov najstariji član nakon odlaska akademika Stanka Bilinskog (1909. − 1998.) u mirovinu 1978. v. [6)].

Profesor Palman dugo je godina bio i suvoditelj Geometrijskog seminara, a na sastanke seminara redovito je dolazio i poslije umirovljenja i često postavljao pitanja predavačima. Umro je u Zagrebu u svojem stanu na Črnomercu 27. 4. 2006., a samo mjesec dana prije toga bio je na Geometrijskom seminaru na PMF-u na Bijeničkoj cesti 30. Također je, takoreći od početka svoje profesionalne karijere matematičara, bio član Hrvatskog matematičkog društva (HMD), koje se

dugo vremena zvalo Društvo matematičara i fizičara SRH. Od 1994. do smrti bio je i član Suda časti tog Društva. Njegov kolega, koautor i prijatelj i također aktivan član HMD-a Boris Pavković umro je oko mjesec i pol poslije.

Znanstveni rad profesora Dominika Palmana

Popis znanstvenih radova

1. O jednoj prostornoj kubnoj inverziji i nekim njenim proizvodima, *Rad JAZU*, 296 (1953), 199-214.
2. Die Flächen 3. Ordnung mit vier Doppelpunkten, *Glasnik mat. fiz. astr.*, **9**(1954.), 129-150.
3. O jednoj vrsti ploha 3. reda sa četiri dvostruke točke i o cirkularnim krivuljama 3. reda*, Rad JAZU*, 302 (1957.), 145-170.
4. Flächendritter Ordnung mit zwei absoluten Doppelpunkten die den absoluten Kegelschnitt enthalten, und zirkuläre Kurvendritter Ordnung, *Glasnik mat. fiz. astr.*, 13 (1958.), 41-55.
5. Die Scheitel einer zirkulären Kurve 3. Ordnung, *Glasnik mat. fiz. astr.*, 13 (1958.), 97-105.
6. Vollkommen zirkuläre Kurven 3. Ordnung in der hiperbolischen Ebene, *Glasnik mat. fiz. astr.*, **14** (1959.), 19-74.
7. Konstruktion der einfachen Brennpunkte einer zirkulären Kurve 3. Ordnung, *Glasnik mat. fiz. astr.*, **15** (1960.), 189-197.
8. Projektive Metrik und isometrische Transformationen der Flächen 2. Ordnung, *Glasnik mat. fiz. astr.*, **15** (1960.), 199-220.
9. Über nichteuklidische Schraubungen I, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss.*, **170** (1962.), 207-237.
10. Achsenkongruenz der vier fachen Brennpunkte der ebenen Schnittkurveneiner Fläche 3. Ordnung, *Glasnik mat. fiz. astr.*, **19** (1964.), 63-73.
11. Über einen Strophoiden komplex 3. Ordnung, *Glasnik mat. fiz. astr*., **19** (1964), 257-268.
12. Über nichteuklidische Schraubungen II, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss*., **175** (1966.), 171-188.
13. Cesàrokurven im isotropen Raum, *Glasnik mat*., **3** (23) (1968.), 49-76.
14. Über nichteuklidische Schraubungen III, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss*., **177** (1968.), 1-19.
15. Über eine Strahlkongruenz 4. Ordnungund 2. Klasse, *Glasnik mat.*, **6** (26) (1971), 313-324.
16. Strahlflächenals Verallgemeinerung der Cesàrokurven im isotropen Raum, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss*., **180** (1972.), 111-135.

17. Über Flachen 3. Ordnung in nichteuklidischen Raumals Komplex flächendes Bahntangenten komplexes der nichteuklidischen Schraubungund als Fusspunktflächen einer linearen Strahlenkonguenz, *Glasnik mat*., **8** (28) (1973.), 93-112.
18. Fusspunkt fläche einer linearen hyperbolischen Strahlenkongruenz im isotropen Raum, *Glasnik mat*., **9**(29) (1974.), 289-301.
19. Über die Kugelschnitteder Torusfläche des isotropen Raumes I_3, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss*., **187** (1979.), 51-68.
20. Sphärische Quartiken auf dem Torus im einfach isotropen Raum, *Glasnik mat.*, **14** (34) (1979.), 345-357.
21. Drehzykliden 4. Ordnung (Typus I) des einfach isotropen Raumes, *Glasnik mat*., **15** (35) (1980.), 133-148.
22. Plückersches Konoid und Steinersche Fläche als Flächendes einfach isotropen Raumes, *Rad JAZU*, 386 (1980.), 73-87.
23. Dupinsche Zykliden des einfach isotropen Raumes, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss.* 190 (1982.), 427-443.
24. Drehzykliden des einfach isotropen Raumes, *Rad JAZU*, 408 (1984.), 51-59.
25. Drehzykliden im einfach isotropen Raum (Types III)*, Rad JAZU*, 421 (1986.), 9-25.
26. Sphärische Quartiken auf Drehzykliden des einfach isotropen Raumes, *Ber. math.-stat. Sektion Forschungsges. Joanneum*, Graz, Nr. 263 (1986.), 1-17.
27. Über einen Potenzbegriff für Drehzykliden des einfach isotropen Raumes, *Sitzungber. Österreich. Akad. Wiss*., **195** (1986.), 307-318.
28. Über zirkuläre Kurven 3. Ordnung in der isotropen Ebene, *Rad JAZU*, 444 (1989.), 37-46.
29. Drehzykliden des Galileischen Raumes G_3, *Math. Pannonica*, **2** (1990.), 95-104.
30. Vollständig zirkuläre Kurven 4. Ordnung der isotropen Ebene, *Rad HAZU*, 456 (1991.), 15-32.
31. Eine Verallgemeinerung des Potenzbegriffes in der isotropen Ebeneund im einfach isotropen Raum, *Rad HAZU*, 456 (1991.), 81-93.
32. Vollständig zirkuläre Kurven 4. Ordnung der isotropen Ebene I_2 mit einem dreifachenabsoluten Punkt, *Rad HAZU*, 467 (1994.), 31-39.
33. Zykliden 3. Ordnung des Galileischen Raumes G_3, *Math. Pannonica*, **6** (1995.), 285-295.

Znanstveni rad profesora Palmana može se dosta precizno podijeliti na osam cjelina, pri čemu samo nekoliko radova pripada po dvama područjima. Ukupno ima 33 rada, koji su vrlo opsežni, pa samo tri rada imaju manje od deset, tj. devet stranica, a postoji i rad od 56 stranica. Prikazat ćemo radove po područjima.

Preslikavanja u (euklidskom i projektivnom) prostoru: dva rada pod brojevima 1. i 8. U radu 1. poopćava se pojam prostorne inverzije tako da se umjesto snopa pravaca koristi jedna linearna kongruencija. To je jedna kubna inverzija koja bilo kojoj ravnini pridružuje kubnu plohu. Ispituje se pritom kako se može dobiti poznatih 27 pravaca takve plohe. U radu 8. definira se na plohi 2. reda projektivna metrika, što je poopćenje Cayley-Kleinove interpretacije u projektivnoj ravnini, a zatim se u toj metrici proučavaju izometrije.

Plohe: četiri rada pod brojevima 2., 3., 4. i 10. Sva četiri rada proučavaju svojstva ploha 3. reda. U prvim dvama radovima riječ je o plohama 3. reda s četirima dvostrukim točkama, a dobivene su primjenom spomenute Palmanove kubne inverzije. U radu 4. proučavane su cirkularne kubne plohe s dvjema apsolutnim dvostrukim točkama. U radu 10. proučava se općenita cirkularna kubna ploha i dobiva se jedna kongruencija, tzv. kongruencija osi četverostrukih fokusa.

Krivulje: četiri rada pod brojevima 3., 4., 5. i 7. Osim radova 3. i 4., u kojima su u vezi s cirkularnim kubnim plohama proučavane i cirkularne kubne krivulje, u radu 5. proučavaju se tjemena cirkularne kubne krivulje. Tih tjemena ima 16, od kojih je najviše osam realno, a može ih realno biti osam, četiri, dva ili jedno. U radu 7. proučavani su jednostruki fokusi cirkularnih kubnih krivulja. Tih fokusa ima 16, od kojih su najviše četiri realna.

Klasične neeuklidske geometrije *(*kao projektivno-metričke geometrije u smislu Cayleyja i Kleina): šest radova pod brojevima 6., 8., 9., 12., 14. i 17. U radu 6., koji je zapravo doktorska disertacija Dominika Palmana, detaljno su istražene potpuno cirkularne krivulje 3. reda u hiperboličkoj ravnini, tj. one kubne krivulje koje apsolutnu koniku diraju u trima točkama. Rad 8. već je spomenut. U radovima 9., 12. i 14. Palman je potaknut radovima Strubeckera vrlo detaljno obradio zavojna gibanja u neeuklidskim prostorima. Riječ je o jednoj jednoparametarskoj neprekidnoj grupi gibanja u takvom prostoru. Proučava se kompleks tangenata putanja pri tim gibanjima te neke kongruencije tog kompleksa. U radu 17. iz spomenutog se kompleksa dobiva njegova ploha 3. reda s četirima dvostrukim točkama i, osim toga, opća kubna ploha dobiva se kao nožišna ploha jedne linearne kongruencije.

Pravčasta geometrija: tri rada pod brojevima 10., 11. i 15. Osim spomenutog rada 10., u radu 11. proučava se kompleks 3. reda, koji je nazvan strofoidalnim kompleksom zbog analogije sa svojstvima strofoide u ravnini. U radu 15. izvedena je iz Plückerova konoida jedna kongruencija 4. reda i 2. razreda.

Izotropni prostor: 13 radova pod brojevima 13., 16., 18.-27. i 31. Profesor Palman (uz profesora Pavkovića) zaslužan je za početak bavljenja izotropnom geometrijom u Hrvatskoj. Njega je za to područje zainteresirao profesor Strubecker prilikom Palmanova boravka u Karlsruheu. U radu 13. promatra se u izotropnom prostoru analogon Cesàrovih krivulja, poznatih u euklidskom prostoru, a u radu 16. proučavane su vitopere pravčaste plohe kao poopćenja tih krivulja. U radu 18. istražuju se nožišne plohe linearne hiperboličke kongruencije u izotropnom prostoru. To su plohe 3. reda s koničnom dvostrukom točkom u apsolutnoj točki, među njima je i Plückerov konoid. U radovima 19. i 20. istražene su presječne krivulje 4. reda torusa sa sferama u izotropnom prostoru. U radovima 21., 24., 25. i 26. ti se rezultati poopćavaju tako da se umjesto torusa uzima općenita rotacijska ciklida, tj. ploha 4. reda koja ima apsolutne pravce za dvostruke točke. U radovima 22. i 23. proučavaju se posebne plohe izotropnog prostora: Plückerov konoid, Steinerova ciklida i Dupinova ciklida. U radovima 27. i 31. pojam potencije točke s obzirom na sferu proširuje se i na slučajeve rotacijskih ciklida i nekih drugih ploha u izotropnom prostoru, a analogno razmatranje učinjeno je i u izotropnoj ravnini.

Izotropna ravnina: četiri rada pod brojevima 28., 30., 31. i 32. Osim navedenog rada 31., u radu 28. iscrpno se proučavaju cirkularne krivulje 3. reda, a u radovima 30. i 32. potpuno cirkularne krivulje 4. reda u izotropnoj ravnini, tj. takve krivulje koje osim apsolutne točke nemaju drugih sjecišta s apsolutnim pravcem.

Galilejev prostor: dva rada pod brojevima 29. i 33. U tim se radovima proučavaju opće rotacijske ciklide i ciklide 3. reda Galilejeva prostora.

Stručne i nastavne aktivnosti

Kako je navedeno, prvih 5-6 godina staža Dominik Palman radio je kao elektroinženjer, ali od 1958. pa nadalje, do umirovljenja 1994., bio je zaposlen na Matematičkom odjelu PMF-a u Zagrebu prošavši sve akademske faze, od asistenta, docenta, izvanrednog do redovitog profesora u trajnom zvanju. Od 1958., nakon doktorata kod prof. Ničea, najprije je bio asistent na Geometrijskom zavodu PMF-a. Godine 1960. na istom je Zavodu izabran za docenta, 1965. za izvanrednog, a 1972. za redovitog profesora. Držao je vježbe i predavanja iz mnogih geometrijskih predmeta [7].

Dugo je godina na dodiplomskom studiju za profesore matematike s nacrtnom geometrijom i srodne studije držao predavanja i vježbe iz predmeta Nacrtna geometrija, a također je na tom studiju neko vrijeme predavao Konstruktivnu geometriju, te predmete Projektivna geometrija i Neeuklidska geometrija. U

više je navrata na poslijediplomskom studiju držao kolegije Projektivne ravnine i Projektivni prostori. Također je niz godina predavao neke od navedenih predmeta i na sveučilištima u Rijeci i Osijeku. Prije kompjuterske dobi i računalne grafike, nacrtnu je geometriju povremeno predavao i na nekim od tehničkih fakulteta u Zagrebu. Imao je izvrstan prostorni zor i bio je vrlo vješt u geometrijskom i tehničkom crtanju. Bio je vrlo marljiv i predan poslu znanstvenika i profesora.

Generacije studenata i kolega zasigurno ga pamte kako u plavoj kuti nosi drvena ravnala i drveni šestar s metalnim šiljkom na jednom kraku i kredom u metalnom otvoru na drugom kraku. Bio je voditelj pedeset diplomskih radova i triju magistarskih radova na PMF-u te nekoliko doktorskih disertacija. Bio je i član povjerenstava za diplomske i magistarske radove i disertacije i izvan PMF-a. Isto je tako bio predsjednik ili član povjerenstava za napredovanja mnogih matematičara, posebno geometričara, ne samo na PMF-u nego i na tehničkim i drugim fakultetima diljem zemlje. Navedimo samo neke naslove diplomskih radova pod vodstvom Palmana: *Zasnivanje geometrije na pojmu zrcaljenja* (V. Volenec, suautor ovog članka, 1965.), *Nedesarguove projektivne ravnine nad kvazipoljima* (iz 1977.), *Morfologija poliedara* (iz 1982.), *Zavojnice i zavojne plohe* (iz 1994.), te magisterije *Singerove grupe i cikličke projektivne ravnine, Projektivna geometrija i teorija mreža, Projektivne minikvaternionske ravnine*.

Kako je spomenuto, Palman se usavršavao kao Humboldtov stipendist u Karlsruheu u Njemačkoj 1960./1961., 1966./1967., i tri mjeseca 1978./1979., gdje je surađivao s prof. Strubeckerom. Ovdje valja naglasiti da je Dominik Palman u stručnom i znanstvenom pogledu izdanak tzv. zagrebačke sintetičke geometrijske škole, čiji su pokretači Vladimir Varićak [8], David Segen (oko 1860. − oko 1925., prvi doktorand matematike (1889.) na zagrebačkom sveučilištu), a posebno Juraj Majcen (1875. − 1924.), također plodan autor s oko 100 radova i nekoliko srednjoškolskih udžbenika iz geometrije, a njihovi nastavljači Rudolf Cesarec (1889. − 1972.), Juraj Božičević (1877. − 1947.), v. [9], Juraj Justinijanović (1895. − 1965.), v. [10] i spomenuti Vilko Niče, koji se uglavnom bavio sintetičkom projektivnom geometrijom i napisao brojne radove na te teme, a predavao Nacrtnu geometriju prvo na Tehničkom fakultetu, a zatim na (tadašnjem) Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu i honorarno na PMF-u. O Ničeu v. [11] i već spomenuti [2].

Profesor Palman obnašao je dužnost predstojnika Geometrijskog zavoda Matematičkog odjela PMF-a, suvoditelja Geometrijskog seminara, ali je dulje vrijeme bio i voditelj znanstvenog projekta Ministarstva znanosti i tehnologije pod nazivom *Diferencijalna i projektivna geometrija*. I ponovimo, bio je predstojnik Matematičkog odsjeka (odjela) PMF-a 1963./1964. i 1964./1965. Bio je dugogodišnji član Suda časti HMD-a.

Sintetička geometrija ne služi se koordinatama i ne dolazi do geometrijskih činjenica računskim putem kao što se to često radi, primjerice, u analitičkoj, hiperboličkoj, aritmetičkoj, algebarskoj, tropičnoj, katkad i u euklidskoj i projektivnoj, a posebno diferencijalnoj, kombinatornoj, računarskoj i nekim drugim geometrijskim disciplinama, nego su zaključivanja izravna i temeljena na "čistim" geometrijskim konstrukcijama, zoru i intuiciji. Upravo je takva "čista" geometrija bila omiljena Dominiku Palmanu. On je volio "čiste" geometrijske razloge, prave geometrijske uvide kao razloge, a ne "tako je račun pokazao". Zato je i pisao stručne članke i pisao ili prevodio knjige prvenstveno iz konstruktivne, nacrtne i projektivne geometrije. Danas je takva "čista" sintetička geometrija malo izvan glavnih tokova, a pridjevi u nazivima pojedinih geometrijskih disciplina daju prednost objektu izučavanja, a ne metodi izučavanja. Kažimo da su mnogi geometrijski programski paketi bazirani na algoritmima iz tih proučavanja. Profesor Palman volio je upravo takvu "čistu" geometriju i želio je takav trag ostaviti u nasljeđe generacijama učenika i studenata i zato je napisao članke i knjige koje ćemo navesti.

U prvom redu navedimo sveučilišni udžbenik po kojem je (15-ak godina) držao i predavanja, a i danas je dio obvezne literature iz tog predmeta

– D. Palman, *Projektivna geometrija*, Školska knjiga, Zagreb, 1984., (344 str.).

Nadalje, u suautorstvu s kolegama koji su također izvodili nastavu i vježbe iz nacrtne geometrije nastala je zbirka zadataka (valja reći da je to jedino suautorstvo u cijelom Palmanovu opusu, osim dvaju prijevoda s Pavkovićem), a sam je napisao udžbenik iz nacrtne geometrije:

– Z. Kurnik, D. Palman, B. Pavković, *Zadaci iz nacrtne geometrije, Mongeova projekcija*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1973., (236 str.),
– D. Palman, *Projiciranja i metode nacrtne geoemtrije*, Školska knjiga, Zagreb, 1982., (214 str.).

U sljedećih šest knjiga izložio je teme iz područja elementarne, nacrtne i projektivne geometrije na čitljiv način, ujednačenim stilom i svakako "sintetičko-geometrijskim" metodama, dakle bez puno računanja, osim nužnih, ali zato obilno ilustriranim geometrijskim crtežima i konstrukcijama, u čemu je bio iznimno vješt. Knjige su pisane za široku publiku, s konkretnim temama, za učenike početnih razreda srednjih škola do diplomiranih profesora i mentora. Pisao ih je neumorno i još duboko u mirovini. Evo što piše u Predgovoru jedne od njih (a slično i u ostalima):

> "Knjiga je namijenjena onim nastavnicima matematičarima koji imaju naklonosti prema geometriji. S druge strane, velika većina izlaganja primjerena je već višim razredima srednje škole. Prema tome, ona bi mogla korisno poslužiti u dodatnoj nastavi, pri izboru tema za seminarske i maturalne radove i tome slično."

Evo tih knjiga:

- D. Palman, *Trokut i kružnica*, Element, Zagreb, 1994. (2004. 2. izmij. izd.), 211 str. i 272 crteža)
- D. Palman, *Geometrijske konstrukcije*, Element, Zagreb, 1996., 208 str. i 260 crteža
- D. Palman, *Planimetrija*, Element, Zagreb, 1999., 238 str.
- D. Palman, *Nacrtna geometrija*, Element, Zagreb, 2001., 200 str.
- D. Palman, *Stereometrija*, Element, Zagreb, 2005., 188 str.
- D. Palman, *Projektivne konstrukcije*, Element, Zagreb, 2005., 84 str.

Recimo, knjiga *Trokut i kružnica* je dojmljiva. Nema poznatijeg teorema o trokutu a da nije tu uključen. Primjerice, Stewartsov, Cevin i Menelajev, Simsonov (o pravcu), Feuerbachov (o devet točaka), teorem o Lemoineovoj točki, teoremi o Brocardovim točkama i figurama, Nagelovim i Tarryjevim točkama, Tuckerovim, Lemoineovim i Taylorovim kružnicama trokuta, Kiepertovim hiperbolama i Steinerovim elipsama, Erdös-Modellova nejednakost itd. Zatim su tu primjenom inverzije dokazani Ptolomejev, Feuerbachov, Miquelov teorem, razrađen Apolonijev problem, dokazan Gaussov teorem o pravcu, Pompeiujev teorem i teorem "o leptiru". Istina, nema nekih klasičnih teorema, usko vezanih baš za trokut i kružnicu kao što je Thébaultov teorem [12].

U knjigu je, međutim, uvršten i poznati Morleyjev teorem iz 1899., koji kaže da sjecišta susjednih trisektrisa (trodjelnica) kutova bilo kojeg trokuta čine vrhove jednakostraničnog trokuta. Palman iznosi jednostavni planimetrijski dokaz (koji se obično pripisuje H. Coxeteru i J. Conwayu) i u biti ide ovako. Neka je ABC polazni trokut, a P, Q, R sjecišta susjednih trodjelnica. Pretpostavimo da je trokut PQR jednakostraničan i produžimo AQ i BP do W, BR i CQ do U, te AR i CP do V. Tad se lako vidi da su trokuti URQ, VRP i WPQ jednakokračni i kutovi uz baze su im A/3 – 60 stupnjeva itd. Dakle, da se dokaže Morley, pođemo od jednakostraničnog trokuta PQR, konstruiramo prema van točke U, V, W s odgovarajućim kutovima uz baze PQ, QR i RP i neka je A sjecište VR i WQ itd. Tad se lako vidi da trokut ABC zaista ima kutove A, B i C, tj. da je sličan polaznom trokutu.

U njegovim je knjigama popis literature obično vrlo oskudan, svega nekoliko knjiga; u nekima citira i neke od svojih ranijih knjiga, a u nekima uopće nema literature, ne citira ni standardne hrvatske udžbenike o sličnoj građi (npr. B. Pavković i D. Veljan, *Matematika 1* i pripadna zbirka zadataka za 1. razred srednjih škola, Školska knjiga, Zagreb, 1983. i druge), ili sveučilišni udžbenik [13]; no, kao, npr., u *Trokut i kružnica*, uopće nema popisa literature, ali ima dosta zadataka, kazalo pojmova i popis od 30-ak matematičara koji se spominju u knjizi.

Iz sličnih pobuda, dakle, objašnjenja onoga iz geometrije što se uči ili bi se trebalo učiti u redovnoj ili dodatnoj nastavi u srednjim školama, D. Palman napisao je više stručnih članaka, svaki od barem 5-6 stranica, koji su svi objavljeni u *Matematičko-fizičkom listu* ili u stručno-metodičkom časopisu *Matematika*, koji je, nažalost, prestao izlaziti krajem 1990. Evo nekih tema (točni bibliografski podatci su u [5]): Geometrijske konfiguracije, Konačne projektivne ravnine, Problem 36 oficira i latinski kvadrati (ove dvije teme su zapravo matematičko-kombinatorne), Mohr-Mascheronijeve i Poncelet-Steinerove konstrukcije, Brocardove točke trokuta, Primjena Pascalovog i Brianchonovog teorema na konstrukcije konika, Simsonov pravac trokuta, Kružnica devet točaka i Feuerbachov teorem, Napoleonovi trokuti i izogonički centri trokuta, Zlatni rez i Ptolomejev teorem, te konstrukcija pravilnog peterokuta i deseterokuta, Konstrukcija korijena kvadratne jednadžbe i konstrukcija pravilnog peterokuta.

Kako je rečeno, D. Palman nije na dodiplomskom studiju studirao matematiku, pa je poslije sam želio nadoknaditi propušteno i naučiti sadržaje koje nije učio u mladosti. Akademici Blanuša i Ničе kao fakultetski profesori su mu ipak bili poticajni, ali on je želio i više. Zato je čitao i učio (a usput i prevodio) strane knjige. Bio je vrlo pronicljiv i radišan. Osim toga, profesor Palman želio je poboljšati položaj zanemarene nastave geometrije u školama, prevodeći s različitih jezika dobre knjige iz geometrije. Najčešće je prevodio sam, a neke sa svojim dugogodišnjim i vrlo bliskim prijateljem, također zaljubljenikom u geometriju i dobrim poznavateljem ruskog jezika profesorom Borisom Pavkovićem, s kojim je dijelio i kabinet na 3. katu na Marulićevu trgu 19, a i tri godine u novoj zgradi. U svakom slučaju, može se reći da su predavanja, stručne knjige, članci i prijevodi profesora Palmana imali važnu ulogu i pridonijeli popularizaciji i općem poznavanju geometrije u Hrvatskoj. Zasigurno su Palmanovo veliko znanje, odanost i ljubav prema geometrijskim idejama bili presudni u tome. Evo i koje smo vrijedne matematičke knjige tako dobili na hrvatskom jeziku:

- K. Strubecker, *Nacrtna geometrija*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971., 298 str. (prijevod s njemačkog D. Palman)
- G. Choquet, *Nastava geometrije*, Školska knjiga, Zagreb, 1974., 198 str. (prijevod s francuskog D. Palman i B. Pavković)
- I. Grossman i W. Magnus, *Grupe i njihovi grafovi*, Školska knjiga, Zagreb, 1974., 216 str. (prijevod s engleskog D. Palman)
- H. S. M. Coxeter, *Projektivna geometrija*, Školska knjiga, Zagreb, 1977., 194 str. (prijevod s engleskog D. Palman)
- H. Meschkowski, *Temelji euklidske geometrije*, Školska knjiga, Zagreb, 1978., 244 str. (prijevod s njemačkog D. Palman)
- A. I. Fetisov, *O euklidskoj i neeuklidskim geometrijama*, Školska knjiga, Zagreb, 1981., 260 str. (prijevod s ruskog D. Palman i B. Pavković).



Slika 2.: Naslovnice nekih Palmanovih knjiga ili prijevoda

Treba imati u vidu, a to je zasigurno spoznao i Palman, da je geometrija (uz aritmetiku) temeljna, najstarija, prava deduktivna grana matematike, iz koje su se postupno kao znanosti razvila sva ostala područja matematike, te da je ona kroz Euklidove *Elemente* (iz oko 300 godina pr. Kr.) ostala kroz više od 2000 godina uzor matematičko-logičkog, formalno-deduktivnog, aksiomatskog stila zaključivanja u matematici i uz intuiciju, zor, crteže i konstrukcije dala glavni zamah razvoju drugih egzaktnih znanosti i inženjerstvu. Zato je Palman i volio geometriju i njoj se posvetio.

Valja istaknuti da je nakon izvjesnog zasićenja i stanke sad opet u porastu interes za klasičnu elementarnu euklidsku geometriju, poznatu pod engleskim akronimom CEEG[2]. Primjerice, otvoreni problem iz CEEG-a je da se opiše figura koja se dobije analogno Morleyjevu teoremu, ali ne za kutove, nego za trodjelnice stranica trokuta. (Pripadni 6-erokut je očito afino-pravilan, ali što je s analognim Morleyevim trokutom?). Također je otvoreno da se opiše Morleyjev tetraedar danog tetraedra dobiven trisekcijama diedralnih kutova [14]. Ili, recimo, koji poliedar s n vrhova upisan u jediničnu sferu ima najveći obujam?

Osim članstva u Hrvatskom matematičkom društvu, prof. Palman bio je član i sličnog austrijskog društva i jedan od inicijatora geometrijskih susreta i seminara Zagreb-Graz na kojima je i sam više puta izlagao. Bio je i član Kluba hrvatskih humboldtovaca u Zagrebu.

Još neke crtice iz života D. Palmana

Kao što je rečeno, Dominik Palman bio je iznimno svestrana osoba. Osim tehničkog crtanja s kojim se susreo i prije i za vrijeme studija tehnike, a posebno poslije kao inženjer, profesor Palman bio je i uspješan slikar amater. Narisao je velik broj lijepih akvarela i grafika primorskih pejzaža, najčešće sa senjskim motivima, a s njima je sudjelovao i na nekoliko kolektivnih izložbi. Neke od slika uspio je i solidno unovčiti, a neke od njih i danas vise u uredu predstojnika Matematičkog odsjeka PMF-a. Izbor većine tema njegovih slika pokazuje da je bio zaljubljenik u more i svoj rodni Senj. Skupljao je i stare razglednice i fotografije Senja, a i sam je bio fotograf amater crno bijelih fotografija. I, dakako, sam je razvijao filmove i izrađivao fotografije. Imao je u Senju 2002. i izložbu svojih fotki i grafika te mapu u izdanju Ogranka Matice hrvatske Senj pod nazivom *Ulice, portuni, volte, kantuni* s motivima Senja.

Nije Palman volio samo gledati i slikati more i brodove, i kupati se i zaplivati u našem čistom moru nego je volio i ploviti morem kao vrstan jedriličar. U tu je svrhu godinama imao vlastitu jedrilicu koju je inženjerski i estetski sam

[2] engl. *classical Euclidean elementary geometry*, klasična euklidska elementarna geometrija

održavao. Uglavnom je obilazio jadranske otoke, a jednom je došao i do grčkog Krfa. Već je tad na jedrilici imao vrhunske glazbene linije na kojima je usred morske pučine volio sam ili u društvu slušati Wagnera i drugu klasičnu glazbu. Iako odrastao u hrvatskom i katoličkom okruženju i takvim se uvijek osjećao, moglo bi se reći da je u kulturološkom smislu bio i germanofil i austrofil, dok je po obrazovanju bio klasičar, a po življenju srednjoeuropejac i primorac − mediteranac.

Kao osoba, profesor Palman bio je dobroćudan, pomalo distanciran, a držao je do svoje privatnosti i poštivao tuđu. Nikad nije bio znatiželjan o osobnim pitanjima druge osobe, osim ako ova nije sama o tome govorila, a i tad se nije volio puno dirati u to. Koliko je poznato, u Zagrebu je uglavnom živio sam u stanu na Črnomercu, osim jednogodišnje bračne pustolovine. Nije imao djece. Uživao je u životu i veselio mu se. S nenametljivim je užitkom kao pravi sladokusac, često (posebno u društvu žena), govorio o svojim kulinarskim postignućima i iskustvima i to u doba 1970-ih, 80-ih i 90-ih, prije interneta i kad je na TV bila možda samo jedna kulinarska emisija (*Karapandža*), a ne na stotine kao danas. I pored pojedinih knjiga kuhinjskih recepata, sam je kreativno smišljao nove kulinarske algoritme i na to je bio vrlo ponosan.

Pričao je Palman i o plovidbi svojom jedrilicom, povijesti Etruščana i drugim ranim civilizacijama, o svojim Senjanima i "starima" i njihovim izrekama "proverbima" i "poukama". Rečeno je da je bio i stručnjak za vina i samouki enolog, a imao je i veću literaturu o vinima. U društvu prijatelja, volio je i popiti "koju" čašicu dobrog vina, a u nedostatku istog, ne bi odbio i "koju" kriglu ili bocu piva. TV serija *Croatia finest* o kuharu Dhruvu Bakeru koji otkriva ljepote i kulinarska čuda Hrvatske kao da je pisana po Palmanovu scenariju.

Kad bi se u rujnu nakon ljetovanja vratio u Zagreb iz svojeg Senja, znao bi govoriti da mu je njegova stara teta najbolja, jer bi mu znala reći: "Nedo, ja razumijem da si popiješ litru-dve, pa dobro i pet-šest, al pij umjereno." Nastavio bi u šaljivom tonu: "Eto vidiš, ja slušam svoju tetu i ponašam se po regulama prave senjske građanke." Drugom bi prilikom u nekoj birtiji, nakon treće-četvrte pive naglo ustao, ozbiljnim pogledom ošinuo svoje prijatelje za stolom i rekao: "Šta ćeš, volja jaka − mjehur slab" i otišao kamo je trebalo. U stvari, bila je to jedna od duhovitih dosjetki koju je Palman čuo od svojeg profesora Blanuše (v. [15]). Jednom je, ćaskajući na uličnoj terasi buffeta *Plješivica* blizu bivše lokacije PMF-a na Marulićevu trgu, nakon prolaska cisterne s gorivom rekao: "Vidiš Boris, za tebe ne znam, ali ja sam jednu takvu do sada sigurno smazal." Na izreku: "Pijem pivo – fućka mi se živo", Palman je jednom nadodao: "Pivo pjeni − fućka se i meni!" Ali, nije on bio ni alkoholičar ni sebičnjak, bio je samo duhovit.

Svake bi godine za poklade, i kao umirovljenik, dolazio na fakultet s krafnama za dar tajnicama. Pričao bi tad s nostalgijom kako su u njegovu senjskom

djetinjstvu i mama i tete za poklade pekle krafne, a "(...) meni, ko malon ditetu je to šmekalo pa san ih znal pojesti... i previše..." Što se pak tiče njegova odnosa prema tadašnjim službenim vlastima, prema njima se odnosio s nenadmašnim, ali diskretnim šarmom sarkazma i ironije. Tako, primjerice, na sastancima Fakultetskog vijeća negdje iz 7. reda i prije nego bi predsjedavajući pitao prisutne "Tko je za prijedlog?", uz blagi bi osmijeh glasno rekao "Slažemo!", dajući time nenametljivo na znanje što zapravo misli o svemu tome. Što se tiče studenata i njegove dugogodišnje profesorske prakse, ima i tu više anegdota. Tako je izvjesna studentica Micika K. bila jedna od tema ćaskanja nakon napornog znanstvenog i nastavnog rada. Naime, ta Micika nikako nije na ispitu mogla dokazati da razumije o čemu govori i Palman ju je više puta rušio. I sad, nakon desetak neuspješnih pokušaja, i nakon što ju je opet srušio, ona mu kaže: "Ja ću se baciti kroz prozor", a Palman, znajući da ova blefira kako bi je pustio, "mrtav-hladan" otvori prozor i veli: "Evo, ja ću vam pomoći." Micika je tad ljutito napustila kabinet i poslije položila ispit kod drugog profesora.

Evo, takav je, šarmantan, profinjen i uvijek spreman za duhovitu dosjetku, široko obrazovan intelektualac bio naš dragi profesor geometrije Dominik Palman.

Ovaj je rad temeljen na članku [16].

Literatura

[1] D. Veljan: Akademik Danilo Blanuša, matematičar i profesor (Osijek, 1903. − Zagreb, 1987.), *Prirodoslovlje*,**14** (2014.), 171-188.

[2] S. Gorjanc: *Stogodišnjica rođenja Vilka Ničea (1902. − 1987.),* KoG **6**, 2002., 3-10.

[3] V. Volenec: Popis i opis znanstvenih radova prof. dr. sc. Dominika Palmana, *Glasnik mat.*, **41** (61), Prilozi, 2006., 396-399.

[4] D. Veljan: Akademik Vladimir Varićak – znanstvenik i profesor, u: Vladimir Varićak, *Rasprave i građa za povijest znanosti*, Knj. 18, ur. S. Paušek-Baždar i K. Ilakovac, HAZU, Zagreb, 2018., 111-131.

[5] S. Mardešić, M. Polonijo, V. Volenec: In memoriam prof. dr. sc. Dominik Palman, In memoriam prof. dr. sc. Boris Pavković, *Glasnik mat.*, **41** (61), Prilozi, 2006., 390-415.

[6] B. Pavković i V. Volenec: In memoriam Stanko Bilinski, *Glasnik mat.*, **33** (53), 1998., 323-333.

[7] − 120 godina nastave prirodoslovlja i matematike na Sveučilištu u Zagrebu, *Spomenica PMF*, ur. S. Paušek-Baždar, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 1996.

[8] − Vladimir Varićak (1865. − 1942.) u hrvatskoj i svjetskoj znanosti, Knj. 18, ur. S. Paušek-Baždar i K. Ilakovac, HAZU, Zagreb, 2018.

[9] S. Mardešić: Juraj Božičević − istaknuti profesor nacrtne geometrije u Splitu i Zagrebu, *Prirodoslovlje*, **12** (2012.), 179-184.

[10] K. Horvatić-Baldasar: Dr. sc. Juraj Justinijanović, profesor nacrtne geometrije u Splitu, Dubrovniku i Zagrebu, *Prirodoslovlje*, **12** (2012.), 185-190.

[11] B. Hanžek i I. Soljačić: Akademik Vilko Niče (1902. − 1987.), DG Jahrbuch, **23** (2016.), 39-52.

[12] D. Veljan i V. Volenec: Thébault's theorem, *Elemente der Mathematik*, **63** (1), 2008., 6-13.

[13] B. Pavković i D. Veljan: *Elementarna matematika 1*, Školska knjiga, Zagreb, 2004., 2. izd.

[14] D. Svrtan i D. Veljan: Side lengths of Morley triangles and tetrahedra, *Forum geometricorum*, **17** (2017.), 123-142.

[15] D. Veljan: Akademik i profesor Danilo Blanuša – anegdote i šale, 7. simp. Povijest i filozofija tehnike (PIFT) 2018., ur. Zvonko Benčić, Kiklos – Krug knjige, Zagreb, 2018., 559-567.

[16] D. Veljan i V. Volenec, Profesor geometrije Dominik Palman (Senj, 1924. – Zagreb, 2006.), *Prirodoslovlje*, **18** (2018), 87-104.

Professor of Geometry, Dominik Palman (Senj, 1924 − Zagreb, 2006)

Darko Veljan
Vladimir Volenec

Abstract: Professor Dominik Palman was a long-standing professor of geometry at the Department of Mathematics of the Faculty of Natural Sciences and Mathematics at the University of Zagreb. He belonged to the traditional Zagreb school of synthetic geometry, but he also knew very well all parts of classical geometry, from elementary Euclidean, elliptic and hyperbolic geometry, descriptive, projective, analytic, isotropic, in a sense differential, and in particular, he was an expert in projective-metric geometry initiated by Cayley and Klein. Prof. dr. sc. Dominik Palman published 33 strictly research papers, most commonly in Glasnik mat. and in Rad of the Yugoslav (Croatian) Academy of Science and Art (JAZU, or HAZU), as well as in the Austrian journal Sitzungsber. Österreich. Akad. Wiss. He pulished not only research papers, but also professional and methodical as well as popular works in geometry, mainly published in Croatian journals Mat.-fiz. list and Matematika. He published 3 university textbooks, 6 popular books and 6 translations of books in geometry. In total, about 60 bib-

liographic units. He was a very good painter, photographer, sailor, and very well in knowing classical music and history. Also, he was a real culinary and enology expert and hedonist. He was very well educated and was an erudite, witty and interesting and pleasant in conversations, never forgetting his hometown Senj. Palman executed some official duties, such as the dean of the Department of Mathematics, the head of the Geometry Seminar, and a member of the court of honor of the Croatian Mathematical Society. He was an excellent lecturer and in love with geometry and its teaching.

Key words: Dominik Palman, geometry, projective-metric geometry and geometry education professor



Ernst Mihalek

Profesor Mladen Dokmanić i njegov doprinos izboru naponskih razina te razvitku hrvatskog elektroenergetskog sustava

Sažetak: O profesoru Mladenu Dokmaniću malo se govori, a predavao je na ETF-u na katedri Prijenosne mreže i bio suradnik Instituta za elektroprivredu Zagreb. U okviru struke elektroenergetskih mreža ostao je poznat najviše po doprinosu izboru naponskih razina u elektroenergetskom sustavu te po izvornim studijama razvitka distribucijskih mreža i dimenzioniranja njihovih sastavnica. Poznata su i njegova skripta *Elektroenergetske mreže.*

Ključne riječi: profesor Mladen Dokmanić, standardizacija napona, razdjelne mreže

1. Kratka biografija i služba

Profesor Mladen Dokmanić rođen je u Šćitarjevu kraj Velike Gorice 8. veljače 1908., a umro je u Zagrebu 12. prosinca 1980. godine. Gimnaziju je završio 1929. u Novoj Gradiški, a na Elektrostrojarskom odjelu Tehničkog fakulteta u Zagrebu diplomirao je 1937. godine. Akad. god. 1938./1939. bio je asistent dnevničar za predmet Hidraulički strojevi. Od 1937. godine kao inženjer radi u Banovinskom elektrotehničkom poduzeću (od 1941. Državno elektrotehničko poduzeće, danas Hrvatska elektroprivreda − HEP) do 1945. godine. Radio je na projektiranju i gradnji električnih razdjelnih mreža od 6 kV do 30 kV.



Sl. 1.: Profesor Mladen Dokmanić

Projektirao je i vodio gradnju voda Zagreb − Vinodol nazivnog napona 110 kV, prvog takvog dalekovoda u nas, a sudjelovao i u izgradnji voda Zagreb − Rajhenburg (Brestanica, Slovenija) od 110 kV. Od 1945. do 1952. radio je na projektiranju i gradnji električnih mreža i transformatorskih stanica u Električnom poduzeću Hrvatske kao šef odjela i tehnički upravitelj njegove zagrebačke podružnice, zatim kao šef odjela za gradnju termoelektrana i hidroelektrana u Hrvatskoj u ravnateljstvu zagrebačke Elektrane te na teorijskim poslovima u energetskom odjelu Glavne direkcije za elektroprivredu Hrvatske.

Zanimljivo je da je profesor Dokmanić, puno prije izgradnje dalekovoda najviših napona u Hrvatskoj, zagovarao izgradnju dalekovoda od 380 kV, ali 'pobijedila' je struja koja je zagovarala izgradnju dalekovoda od 220 kV. Zbog takvih je "vidovitih" ideja bio ozbiljno podcjenjivan. To je vidljivo i po tome što danas napon od 220 kV u odnosu na napon od 400 kV ima minorno značenje u prijenosu električne energije od elektrana do potrošačkih centara.

Od 1946. godine kao honorarni nastavnik na Tehničkom fakultetu u Zagrebu predavao je predmete Prijenos električne energije te Mreže i instalacije, a za docenta je izabran 1952. godine. Nakon habilitacije iz područja oblikovanja razdjelnih mreža, na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu izabran je 1965. za izvanrednog profesora. Umirovljen je 1978. godine.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

MLADEN DOKMANIĆ

ELEKTROENERGETSKE MREŽE

PRVI DIO

ZAGREB 1966

Sl. 2.: Naslovnica Dokmanićeve skripte *Elektromagnetske mreže*

Kao suradnik Instituta za elektroprivredu Zagreb (IE) izradio je dvadesetak studija i projekata razdjelnih mreža za područja Slavonije, Baranje, Plitvičkih jezera, Zadra, Zagreba i Šibenika. U Jedinici za razdjelne mreže u Institutu za elektroprivredu Zagreb posebno je bio spominjan njegov rad *Elektrifikacija Baranje* (pretpostavljam da se tako zvao), negdje oko 1960. godine ili nešto prije, koji je dugo vremena bio uzor za izradu planova razvitka razdjelnih mreža na mnogim distribucijskim područjima u Hrvatskoj (Istra, Primorje, Zagorje, Prigorje i sl.). U tim studijama i elaboratima uvijek se, kao osnovno, izrađivala prognoza potrošnje električne energije i snage. Zanimljivo je da je profesor Dokmanić upozoravao da su prognoze uglavnom "meteorologija" i da se planer razvitka mreže ne smije u njih jako pouzdavati, posebno kad je riječ o dugoročnim prognozama. Samo po sebi to mnogo govori o njegovu znanju, prije svega kad se zna da su se onda prognoze obavljale bez oslonca na statističke metode i modele – tako je bar bilo u grupi za razdjelne mreže u IE-u u vrijeme sve do kraja 1970-ih. S novim suradnicima to je potom polako ispravljeno jer se počelo u studijama i u razradama sve više razmatrati prijelaz na novi srednji napon od 20 kV (dotad je srednji napon bio 10 kV i 35(30) kV), pa je stručniji pristup bio nužan.

U studijskim je radovima profesor Dokmanić obradio izbor i standardizaciju napona, izbor presjeka vodiča, gustoću transformatorskih stanica i ekonomsko oblikovanje dalekovoda, problem optimalnog presjeka vodiča dalekovoda te ekonomsku gustoću struje, ekonomsku prijenosnu snagu i optimalni presjek vodiča. Stručne i znanstvene radove objavljivao je u časopisu *Elektroprivreda* (1950., 1956.), u *Elektrotehničkom vjesniku* (1950.), u *Biltenu Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske* (1954.) i u zbornicima referata *Conférence Internationale des Grands Réseaux Électriques* (CIGRÉ).

Napisao je opširna i uzorna skripta *Elektroenergetske mreže* (Zagreb, 1966.), za izdavanje kojih nije dobio financijsku potporu (!), pa smo kao studenti sami platili prijepis njegova rukopisa, po kojoj smo skripti u daljnjem učili za ispit.

2. Odabir niza naponskih razina

Svrha rada je dati osvrt i ukazati na rad profesora Dokmanića [2], u kojem je prvi pokazao da se hijerarhija nazivnih napona u distribucijskim mrežama odabire po 'geometrijskom redu' s obzirom na to kakav se doseg napajanja (opskrbe) želi postići. To je citirano i u studiji [3].

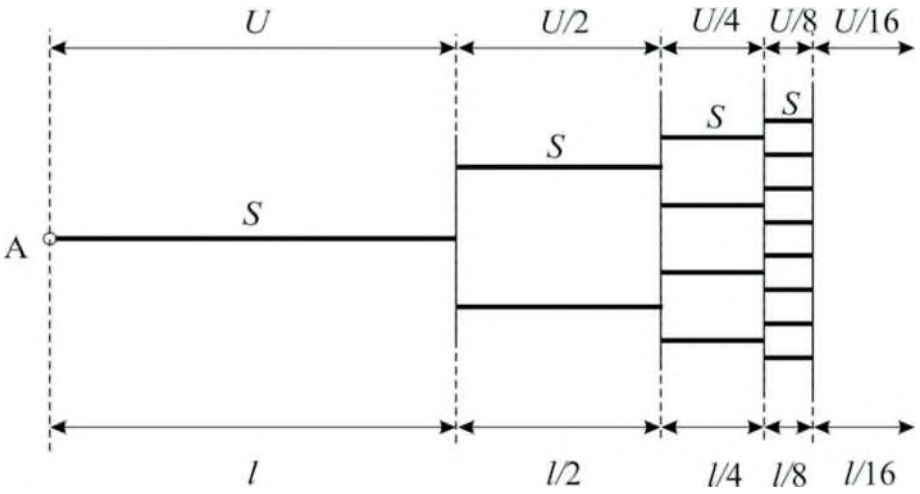
2.1. Razdjelni sustav s polovičnim naponskim koracima (naponski sustav 1)

Točka A na slici 3. (naponski sustav 1) predočuje izvor napajanja iz kojeg se napajanje nastavlja putem voda određenog presjeka vodiča *S* i nazivnog napona *U*. S pomoću tog napona može se prenijeti određena snaga *P* (kilovati ili megavati) na određenu udaljenost *l* (km) uz određeni gubitak napona. Na kraju tog voda je transformatorska stanica koja transformira napon na pola pa se jednaka snaga uz isti gubitak napona može prenijeti putem dvaju vodova od polovine duljine *l*/2 prethodnog. Analogno se to događa i u idućem koraku, tj. kad se uz četvrtinu početnog napona ista snaga i uz isti gubitak napona prenosi putem četiriju vodova četvrtine duljine *l*/4 itd. S obzirom na to da se s određene razine na dvostruko nižu naponsku razinu u takvom sustavu prenosi jednaka snaga *P*, onda se to razmatranje može predočiti matematički kao:

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = U \cdot g \cdot S \cdot \cos\varphi = 2 \cdot \frac{U}{2} \cdot g \cdot S \cdot \cos\varphi = 4 \cdot \frac{U}{4} \cdot g \cdot S \cdot \cos\varphi \ldots$$

gdje je:

U	nazivni napon, kV
g	gustoća struje u vodiču, A/mm^2
I	struja, A
S	presjek vodiča[1], mm^2
cos φ	faktor snage



Sl. 3.: Razdioba električne energije prema ‘naponskom sustavu 1’

[1]Oznaka prof. Dokmanića, obično se sa *S* označava prividna snaga.

Iz slike 3. vidi se da za ‘naponski sustav 1’ postoji analogija nazivnog napona i duljine pojedinih vodova (izvoda) na pojedinoj naponskoj razini.

Naponi se prema kraju opskrbe smanjuju prema sljedećem redu:

$$U + \frac{U}{2} + \frac{U}{4} + \frac{U}{8} \ldots$$

a jednako tako se smanjuju i duljine pojedinih vodova na sljedećoj nižoj naponskoj razini, tj.:

$$l + \frac{l}{2} + \frac{l}{4} + \frac{l}{8} \ldots$$

U tom se smislu ukupan doseg napajanja L od točke A do kraja može izraziti kao:

$$L = l \cdot (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \ldots), \text{ km}$$

Izraz u zagradi je geometrijski red:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} \ldots + \frac{1}{2^k}$$

čija je suma, kad potencija k teži prema beskonačno, tj. $k \rightarrow \infty$:

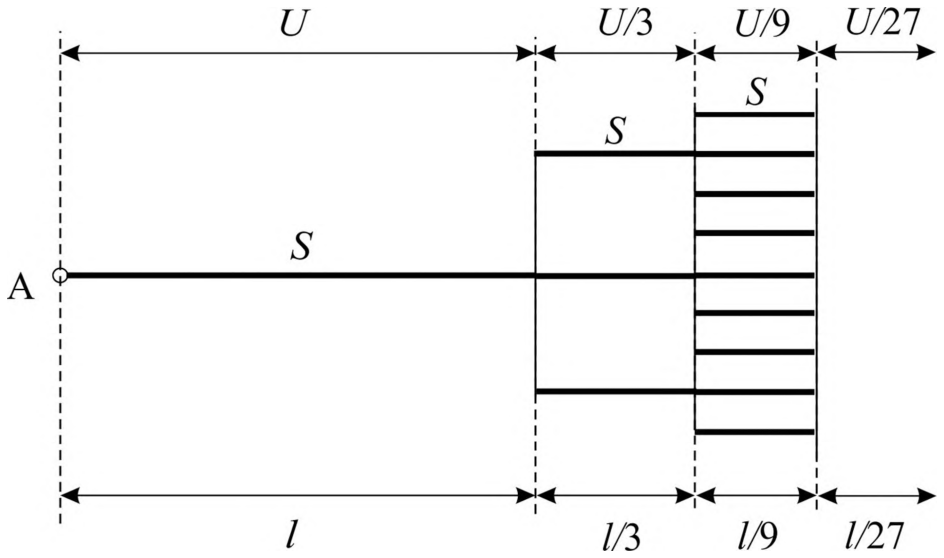
$$\frac{1}{1 - \frac{1}{2}} = 2$$

pa je ukupni doseg napajanja L, prema sustavu 1 jednak:

$$L = 2 \cdot l, \text{ km.}$$

2.2. Razdjelni sustav s trećinskim naponskim koracima (naponski sustav 2)

Analogno se stupnjevanje naponskih razina može ponoviti i hijerarhijskim smanjivanjem sljedećeg nižeg napona na trećinu prema ‘naponskom sustavu 2’, kao na slici 4.



Sl. 4.: Razdioba električne energije prema ‘naponskom sustavu 2’

Naponi se prema kraju opskrbe prema ‘naponskom sustavu 2’ smanjuju u nizu:

$$U + \frac{U}{3} + \frac{U}{9} + \frac{U}{27} \ldots,$$

a jednako tako smanjuje se i duljina pojedinog voda, počevši od točke A prema nižim naponskim razinama, tj.:

$$l + \frac{l}{3} + \frac{l}{9} + \frac{l}{27} \ldots$$

U tom se smislu ukupan doseg napajanja može izraziti kao:

$$L = l \cdot (1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{27} \ldots), \text{ km}$$

Izraz u zagradi je geometrijski red:

$$1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{3^3} \ldots + \frac{1}{3^k}$$

čija je suma, kad potencija k teži prema beskonačnosti, tj. $k \rightarrow \infty$:

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{3}} = 1,5$$

pa je ukupni doseg napajanja L od točke A do kraja, prema naponskom sustavu 2 jednak:

$$L = 1{,}5 \cdot l \text{ , km.}$$

2.3. Konačni prijedlog profesora Dokmanića

Naponske sustave 1 i 2 profesor Dokmanić smatrao je osnovnim. Prema svojoj intuiciji predložio je sustav s nizom napona[2], takav da ako je 110 : 35 ≈ π, onda je doseg napajanja jednak:

$$L = l \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{\pi}} \approx 1{,}47 \cdot l, \text{ km}$$

Analogijom s duljinom pojedinih izvoda i napona dolazi se približno, množeći napone redom faktorom π, počevši od niskog napona 0,38 kV (danas je to 0,4 kV) konačno do predloženog niza napona:

0,38 – (1) – (3) – 10 – 35 – 110 – 330 kV.

Zanimljivo je da su takav niz naponskih razina prihvatile i neke druge zemlje, npr. nekadašnji Sovjetski Savez (naravno, najprije i u cijeloj bivšoj Jugoslaviji).

Napon 3 kV nije prihvaćen kao nazivni napon za javne mreže, međutim, nazivni napon od 1 kV moguće je koristiti jer to propisi načelno omogućuju. Tako je profesor Dokmanić za potrebe napajanja pojedinih zaselaka ili udaljenijih poljoprivrednih dobara predlagao napajanje naponom od 0,95 kV uz transformaciju od 0,95/0,38 kV (umjesto skupljih rješenja napajanja na niskom naponu od 0,38 kV ili vodom od 10 kV te transformatorskom stanicom 10/0,38 kV).

Osim toga, treba na kraju uvidjeti da se pojedini naponi između susjedne donje i gornje razine mogu približno izračunati prema Dokmanićevoj ideji kao ‘geometrijska sredina’ tih dvaju napona. Tako je, primjerice, napon između napona 3 kV i 35 kV:

$$U_{10} = \sqrt{3 \cdot 35} = \sqrt{105} = 10{,}25 \approx 10 \text{ kV ,}$$

[2]Odnosi se na napon hijerarhijski nadređen srednjem naponu.

te analogno napon od 35 kV, koji se nalazi između napona 10 kV i 110 kV:

$$U_{35} = \sqrt{10 \cdot 110} = \sqrt{1100} = 33 \approx 35 \text{ kV}.$$

Pravilo porasta nazivnih napona prema geometrijskom nizu potvrđeno je i poslije, služeći se drukčijim pristupom, primjerice u studiji [4].

Pri odabiru naponskih razina svakako se uzima u obzir da pojedine naponske razine ne budu međusobno preblizu jedna drugoj, čime se omogućuje elektrifikacija s minimalnim troškovima investicija i održavanja uz kvalitetnu i pouzdanu opskrbu.

Zaključak

Unatoč tomu što je razmjerno malo poznat u današnjim krugovima elektrotehničke struke, profesor Mladen Dokmanić svojim je idejama o stupnjevanju naponskih razina djelovao od samog početka (50-ih godina prošlog stoljeća), kad se naglo povećavala potrošnja električne energije i nastojalo osmisliti daljnji razvitak elektroenergetskih sustava. Shvaćalo se da pojedine naponske razine ne smiju biti preblizu jedna drugoj. Optimizacija pojedinog sustava ovisi o više parametara, kao što je planirana gustoća korisnika, njihov standard, poslovne i industrijske aktivnosti itd. Dokmanićeve zamisli o geometrijskom redu naponskih razina dobile su potvrdu u kasnijim studijama, a sustav s hijerarhijskim smanjivanjem napona na trećinu (ili na $1/\pi$) postoji i danas, i to ne samo u Hrvatskoj nego i u zemljama u okruženju.

Zbog potrebe smanjivanja gubitaka naknadno su se (60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća), u planovima i izgradnji na područjima veće gustoće opterećenja (MW/km^2), kao što su, primjerice, središta gradova, pojavile i tzv. izravne transformacije 110/10 kV (čime se "preskače" napon od 35 kV), što u vrijeme navedenog rada [2] profesora Dokmanića još nije bilo toliko aktualno. Također se zbog pitanja troškova gubitaka u srednjonaponskoj mreži u Hrvatskoj počelo uvoditi napon od 20 kV (a također i izravna transformacija 110/20 kV), koji nije u skladu s postojećim opadanjem napona na trećinu. Taj bi napon načelno trebao zamijeniti dva susjedna napona, i to 10 kV i 35 kV (npr. Istra, područje Primorja, Novi Zagreb, industrijska zona Zagreb-zapad i druga područja), pa bi se time prešlo na drukčiju hijerarhiju napona. Iako je tako narušen Dokmanićev niz, takav postupak dovodi do smanjenja gubitaka električne energije i održavanja.

Međutim, zbog mnogih razloga, kao što je pitanje investicija velikog dijela neamortiziranih, ali iskoristivih mreža (pogotovo kabelskih), postrojenja i transformatorskih stanica, zadržani su i danas naponi od 10 kV i 35(30) kV. Uz

spomenuti dodatak napona od 20 kV, korišteni niz napona danas u javnim mrežama u Hrvatskoj, počevši o najnižeg niskog napona 0,4 kV je:

0,4 – 10 – 20 – 30(35) – 110 – 220 – 400 kV.

Izvori

[1] – *Spomenica 1919. –1969., 50 godina studija elektrotehnike u Hrvatskoj*, Zagreb, 1969., (prilog Prof. Muljević), str. 119-120.

[2] Dokmanić, M., O izboru napona, presjeka vodiča i gustoće transformatorskih stanica u jugo-slavenskim mrežnim sistemima, *Elektrotehniški vesnik*, Ljubljana, god. IV. (III), br. 9-10/1950.

[3] Mihalek E., Moser J., Perspektivni naponski sustav u elektrodistributivnoj mreži SR Hrvatske, II i III dio, str. od 45 do 48. Institut za elektroprivredu Zagreb, Zagreb, 1982.

[4] Pehani, A. i dr., Izbirana napetostnih stopenj za razdaljevanje električne energije, ref. št. 354, Elektroinštitut, Ljubljana, 1967.

Professor Mladen Dokmanić and His Contribution to the Choice of Voltage Levels and the Development of the Croatian Power System

Ernst Mihalek

Abstract: Professor Mladen Dokmanić (born 1908_3_08, died 1980_12_12) is a little talked about, lectured at the Faculty of Electrical Engineering at the Department of Transmission Networks and was an associate of the Electric Power Institute Zagreb. Within the profession of power grids, he remained famous for the contribution of the choice of voltage levels in the power system and in the original studies of the development of distribution networks and the dimensioning of the components of these networks. His script *Elektroenergetske mreže* (*Electroenergetic Networks*) was significant as well.

Keywords: distribution networks, Prof. Mladen Dokmanić, voltage levels standardization

Darko Veljan

More on Zagreb and Mathematics

Abstract: We consider work and life of some of the most world wide known mathematicians and other scientists related to Croatia and in particular to Zagreb. Some of their names and activities are listed in key words below.

Keywords: Mijo Šilobod Bolšić, Ruđer Bošković, Albert Einstein, William (Vilim) Feller, Branko Grünbaum, Sibe Mardešić, Mileva Marić, Vladimir Prelog, Lavoslav Ružička, Nikola Tesla, Vladimir Varićak, Zagreb index, Zagreb school.

Introduction

As a Zagreb born mathematician, I would like to add a few less known 'gems' from the mathematical history of Zagreb to the beautiful and relaxing article by B. Dakić and B. Kudelić, A mathematician in Zagreb*, Math. Intelligencer*, online 11 October 2018, [1].



Fig. 1: Vladimir Varićak



Fig. 2: William (Vilko) Feller



Fig. 3: Sibe Mardešić



Fig. 4: Branko Grünbaum

First, let us mention just a couple of Croatian world known mathematicians closely related to Zagreb. Vladimir Varićak (1865 − 1942) [2], William (Vilim) Feller (1906 − 1970) [3], Sibe Mardešić (1927 − 2016) [4], and Branko Grünbaum (1929 − 2018) [5]. Feller was an expert in probability theory, Mardešić in topology and Grünbaum in geometry. They all published many research and popular papers and important textbooks and monographs, and they all started or finished their study of math in Zagreb. In this article we shall concentrate on Varićak. He was among the first (along with H. Minkowski, H. Poincaré and E. Borel) who discovered deep relationships between two great theories: Lobachevsky's hyperbolic geometry and Einstein's relativity theory.

Early relativity theory and Vladimir Varićak

After Einstein's famous fundamental papers in 1905 on special theory of relativity, Varićak introduced in 1909/10 the concept of *rapidity* (or *pseudovelocity) u*, related to the ordinary velocity v by $v = c \tanh(u)$, where c is the speed of light. In the meantime, about 1908, Minkowski gave a geometric interpretation of the special theory of relativity as a four-dimensional space-time continuum (manifold) with hyperbolic metric on it. Einstein, and independently Poincaré, proved that the relativistic sum $w = v \oplus v'$ of velocities v and v' acting in the same direction is given by the formula $w = (v + v')/(1 + vv')$, where c is normalized and equal to 1. Varićak's rapidity shows that this formula, in fact, reflects the addition formula for the function tanh: $\tanh(a + b) = (\tanh a + \tanh b)/(1 + \tanh a \times \tanh b)$. So, for instance, $1/2 \oplus 1/2 = 4/5$, or $1/2 \oplus 2/3 = 7/8$. A simple geometric interpretation is as follows. Consider two points $V(v, 0)$ and $V'(v', 0)$ on the x-axis. Let k be the unit circle with the center at the origin and radius 1, and let $N(0, 1)$ and $S(0, -1)$ be the north and the south pole of k, respecitively. Connect S and V by the line and let $A = SV \cap k$, and connect N and V' by the line and let $B = NV' \cap k$ ($A \neq S$, $B \neq N$). Then $W(w, 0)$ is the intersection of the line AB with the x-axis.

Varićak consistently applied hyperbolic trigonometry to prove various claims, for instance, Einstein's formula for Doppler effect, transformation laws of electromagnetic fields in relativity theory and many other related results. His main papers on these topics were published in then leading German journals like *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* (in 1911), *Physicalische Zeitschrift* (1910) and in *Rad* of Croatian (then Yugoslav) Academy of Science and Art (1909/10). His main book (written in German) *Relativity in 3-dimensional Lobachevsky space*, was published in Zagreb in 1924 and translated into English only in 2007, because its relevance did not diminished even in our days. His works are quoted nowadays as well.

Mileva Marić – Einstein's spouse and collaborator was educated in Zagreb

Now comes a little story on Mileva Marić (1875 − 1948) and Zagreb. She was born nearby Novi Sad in Vojvodina, today part of Serbia, but at the time of her birth, it was a part of the Austro-Hungarian Empire (AHE). When she was 16, her father, a clerk in AHE, was transfered from Novi Sad to Zagreb. The family moved to Zagreb in 1891, but Mileva who was good in math and science, could not as a girl simply enrol in a high school in Zagreb where she wanted to continue her studies. So, her father was forced to ask for a special permission for his gifted daughter to enrol the Zagreb Uppertown High School (Gymnasium) for boys. The committe, one of the member of which was Varićak, approved her to enrol in the school, and the next three to four formative years of her education were spent in Zagreb. She got a good chunk of math and physics education in this Uppertown Zagreb (High School) Gymnasium, where her formal math and physics teacher was Ivan Benigar, and her informal math and physics teacher Vladimir Varićak. In 1896 she moved to Zürich and enrolled (after passing the rigorous entrance examinations) in the famous ETH. She then met there Albert Einstein (1879 − 1955), who was at the time 17 years old. They together audited lectures and, in particular, lectures in math by Hermann Minkowski (1869 − 1909) and other prominent professors. In the meantime, Zagreb student Mileva and Munich student Albert started to be not only students, but also good friends, collaborators and eventually got married. Soon, they got their first child (a girl Lieserl, who unfortunately died soon after birth), and later on they got two more children. It is almost certain that they together prepared the revolutionary papers on the special theory of relativity which appeared in 1905 and later.

A detail that shows that Marić and Varićak stayed in friendly relation is that Varićak's son Svetozar, while student of chemistry at ETH Zürich, 1911 − 1913, lived as a subtenant in the apartment of Mileva and Albert Einstein. Mileva and Albert lived separately from 1914 and formally divorced in 1919. Albert Einstein received the Nobel prize for physics in 1921. After he became world famous,

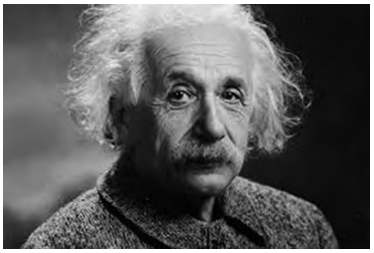


Fig. 5: Albert Einstein



Fig. 6: Mileva Marić and Albert Einstein



Fig. 7: Hermann Minkowski

his professor Minkowski about 1908 said jokingly: “I know Einstein does not know mathematics. Namely, I was his math professor.” What he really meant by that, we’ll never find out. In any case, Mileva Marić has never got any credit for her undoubted mathematical influence on young Albert Einstein. Her good math and physics education in her formative three or four years in Zagreb for sure had some impact on early ideas on relativity theory. In support to this is Albert’s letter to Mileva from 1905 when he exclaimed in a letter to her: “Our paper is accepted for publication!”

In any case, Mileva Marić died without any wide recognition for participating in creating one of the greatest and most influential intellectual achievements of the human kind so far. She was buried in Zürich in her modest grave in 1948. Albert Einstein died in Princeton in 1955 as one of the most famous persons of all time.

In Figures 8, 9 and 10 are facsimiles from the Zagreb Archives of the Royal Great Gymnasium in Zagreb of the academic year 1891/92. In Fig. 8 register of Mileva Marić, private student, born in Titel, 18 Dec 1875, homeland: Ugarska (Hungary), religion: Greek-Eastern (grčko-istočna), father: Miloš, clerk of governor office, resides: in Zagreb, Potoki 72. Grades (math and physics): very good and good. Fig 9 Professor of math and physics: Ivan Benigar. Fig 10 shows the front page of the Royal Great Gymnasium in Zagreb for the academic year 1891/92. This Gymnasium was founded in 1607, and in 1669 the Zagreb jesuit

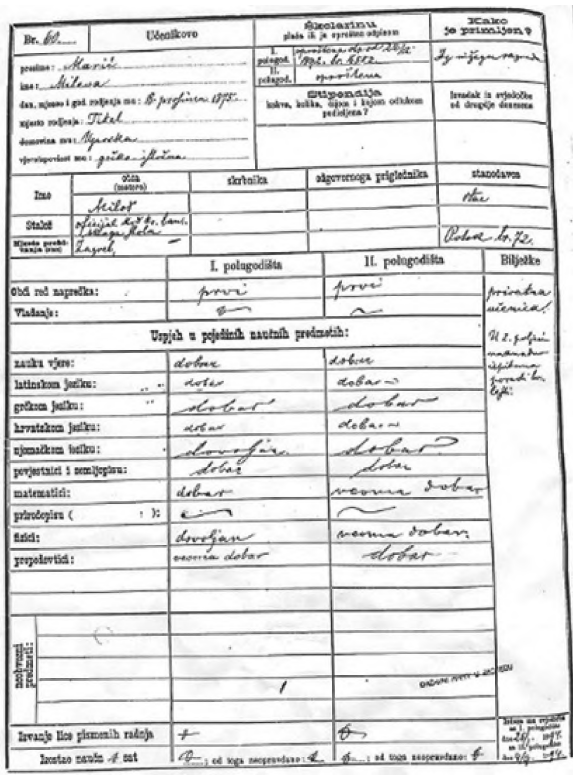


Fig. 8: Facsimile of the register of M. Marić

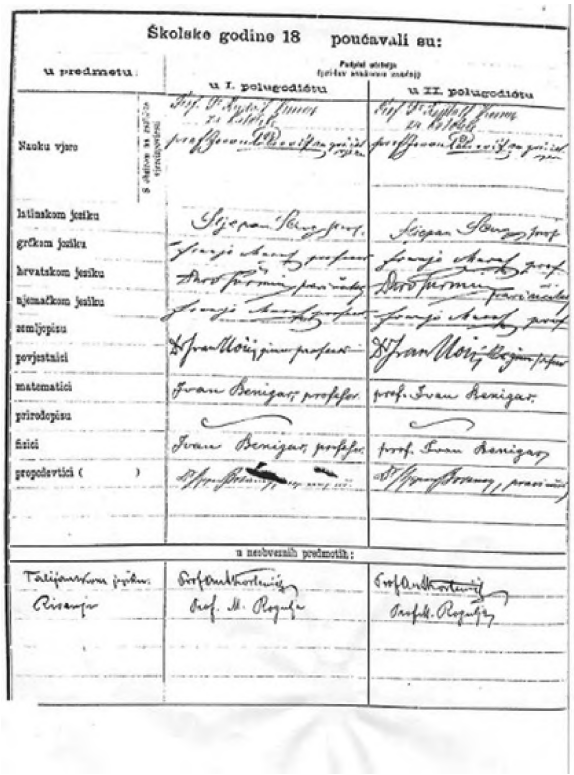


Fig. 9: Facsimile of professors



Fig. 10: Facsimile of the front page of the register in the acad. year 1891/2

academia was established. It is considered as the year of the establishment of the Zagreb University. The Department of Mathematics was established only in 1874.

Just for comparison, in the neighbourhood, the University of Vienna, about 350 km north from Zagreb, was established in 1365. Some, 400 km northeast, the Budapest University was founded in 1635, the Belgrade University (400 km east from Zagreb) in 1838, and Ljubljana University (140 km northwest from Zagreb) in 1919. The first modern Math Gymnasium (High School) in South East Europe was established in Zagreb in 1964. The next one in Belgrade in 1966, then Bucharest in 1967, and Sofia in 1968. The old German Gymnasium (preferably taught math and science) in Budapest started with education in 1908.

Varićak and Bošković

Vladimir Varićak, an informal math teacher of Mileva Marić, was a member of the Croatian (then Yugoslav) Academy of Science and Art. He was also a member of the Serbian Academy of Science and Art and of the Czech Academy of Science. He was a professor of mathematics at the University of Zagreb for more than 40 years. He was also the vice-chancellor of the University of Zagreb 1921 − 1922. He graduated in Zagreb in 1891 and obtained Ph.D. under Czech-born mathematician Karel Zahradnik (1848 − 1916), but was mostly self-educated. First he was a high school teacher of math and physics and then he got a position in 1899 at the University of Zagreb. Since then he taught many classes and lectured on many topics from real and complex analysis, Euclidean and non-Euclidean geometry, Lie theory of integration, set theory, topology, special and general theory of relativity, probability theory and other. Some of his students include William Feller (probability theory), Milutin Milanković (astrophysics), Đuro Kurepa (set theory), Stanko Bilinski (geometry), Željko Marković (differential equations), Ivan Supek (physics), Pavle Papić (topology), Danilo Blanuša (differential geometry and graph theory) to name only a few.

V. Varićak published about 200 papers, books and professional articles in areas of algebraic analysis, non-Euclidean geometry, theory of relativity, in history of science, textbooks and translations and occasional texts. In particular, his research in the history of science about the famous Croatian mathematician, physicist, astronomer and philosopher Rugjer Josip Bošković (1711 − 1787) was very well known and appreciated. Bošković was born in Dubrovnik, studied at Roman jesuit college, and later became professor in Rome, Milan, Brera and Pavia and stayed in Vienna, Milan, Paris and London, where he became a member of the Royal Society. He taught math, astronomy, physics, and particularly optics. In his numerous works, Bošković anticipated non-Euclidean geometry 80 years before Lobachevsky (claiming bravely that the 5. axiom is

independent of other geometry axioms). Also, he had some ideas on relativity theory 150 years before Einstein (claiming bravely, though without proof, that the speed of light is constant regardless of the motion of the source, and that the mass of a body in motion can change; he also anticipated 4-dimensional space of motion). He wrote about the model of atoms and 160 years before Bohr invented the model. Bošković made various contributions in spherical geometry, astronomy (Gauss appreciated his works in astronomy), mechanics, statics and optics etc. As an elementary fact, he rediscovered Pappus's definition of conics as a set of points such that the ratio of distances to the given point (focus) and the given line (directrix) is constant. He contemplated about infinitely big and small quantities anticipating what some 120 years later became known as Dedekind cuts, essential in axiomatization of real numbers. Also, long before Cauchy, at the time of Euler, Bošković also clarified some concepts of the Newton-Leibniz ('infinitesimal') calculus. The method of least squares was invented by Bošković and reinvented later by Gauss. Werner Heisenberg (1901 − 1979) the Nobel prize laureate for physics in 1932, called Bošković 'Croatian Leibniz'. Bošković's main book *Theory of Natural Philosophy* was published in Latin in Vienna in 1758 and the second edition was published in 1763 in Venice. The first English edition appeared in London in 1922. Bošković has many memorial tablets and statues all over Croatia, but also abroad: in Rome (Academia Nazionale dei Linzei), in Vienna since 1952 (see [6]), in Paris since 2013 and in Milan since 2017.



Fig. 11: Rugjer Josip Bošković

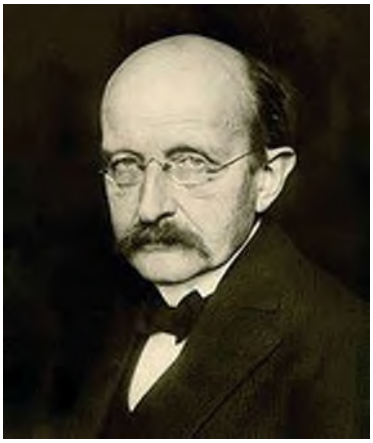


Fig. 12: Max Planck



Fig. 13: Nikola Tesla

Varićak thoroughly investigated Bošković's work, visited many archives and wrote more than 20 scientific papers on Bošković and his work. Varićak died in Zagreb in March 1942. On 15 September 1942, the legendary German physicist and Nobelist Max Planck (1858 − 1947) visited Zagreb and delivered

a lecture on Technical University entitled *The importance and limits of exact natural sciences*, with the emphasis on relativity theory and quantum physics.

Nikola Tesla

In January 1943, another great Croatian-American inventor and scientist Nikola Tesla (1856 − 1943) died in New York City. Tesla was born in a village Smiljan about 140 km from Zagreb. He was also fascinated with achievements of his countryman Rugjer Bošković. In the very center of Zagreb there are statues of Bošković and Tesla and streets named after both Bošković and Tesla, and a little street in the new part of Zagreb is named after Vladimir Varićak. The *Institute Rugjer Bošković* in Zagreb is well known research institute, and Zagreb factory *Ericsson-Tesla* produces various electronic devices. Nikola Tesla on his tour from USA to Europe visited Zagreb and in the city hall delivered a lecture on 24 May 1892 about his inventions and proposed that Zagreb would be the first city in the world with public lighting based on his newly invented alternate current. Due to the lack of funds, the proposal was denied. Instead, the coast city of Šibenik in Dalmatia (region of Croatia) soon introduced the first alternate electric plant in this part of Europe. Interestingly, in the beginning, Tesla was not very much in favour of the relativity theory, because it did not fit into his theory of energy, but later on he revised his views.

Zagreb index, Zagreb school and Zagreb textbooks

We end this little story on Zagreb and math with a couple of remarks. The first is on *Zagreb index.* This is a well established concept in chemical graph theory, defined (about 1972) as the sum of squared degrees of vertices of the (molecule) graph. Since then more than 300 papers deal with this concept. This shows an active cooperation between mathematicians and chemists in Croatia (and countries around). Perhaps this is due to the fact that Croatia has two Nobel prize laureates in chemistry: Lavoslav Ružička (1887 − 1976), Vukovar born and later professor at ETH in Zürich, Nobel prize winner in 1939, and Vladimir Prelog (1906 − 1998), Sarajevo born and later chemistry professor in Zagreb and then at ETH in Zürich, Nobel prize winner in 1976. Many streets in Croatia and particularly in Zagreb are named after them. A high school in Zagreb with education mostly oriented to natural sciences is named Gymnasium *Vladimir Prelog*. Let us only mention here that Drago Grdenić (1919 − 2018) a chemistry professor at Zagreb University was the oldest academician

(almost 100 years old) at the Croatian Academy of Science and Art and lived just 50 meters from the Tesla statue in Zagreb. Even when he was alive, the Academy erected his statue in his birthplace of Bjelovar, about 70 km from Zagreb.

In years 1961 − 2005, there were very active Seminars held in a few disciplines at the Department of Mathematics of the Zagreb University and each had a nickname "Zagreb school". It was in topology, functional analysis, representation theory, geometry and later also in combinatorics, chemical graph theory, probability theory and number theory. They, as well as some other Seminars are still active but the initial activities as always were more intensive.

Finally, we should say a few words about the oldest math textbook in Croatian language. The title is *Arithmetika Horvatszka* (Croatian Arithmetic). The author was Mijo Šilobod Bolšić, a priest, teacher and an educational and cultural activist. The book appeared in Zagreb back in 1758, the same year when Bošković's capital work appeared in Vienna. Šilobod's work was the first math book in South-East Europe written not in Latin, German or Hungarian, and was not a translation of existing textbooks or old Greek or Arabian texts, but on the people's language − Croatian, understandable to ordinary folks: pupils, students, workers, peasants, merchants, soldiers, housewives etc. In fact, the book was written in an old Zagreb kajkavian dialect. The book was not a formal textbook, but was written in the form of a dialogue between teacher and reader asking questions. A typical example, if a book and a pen cost together 110 (units), and the book costs 100 more than the pen, tell me as quick as you can, what is the cost of the pen. In addition, there are some logic puzzles. For instance, two fathers and two sons caught three rabbits, and each got one rabbit. Tell me, how is this possible? (Answer: grandfather, son and grandson). As a cultural heritage, the book was reprinted in 2008. A street in Zagreb is also named after Mijo Šilobod Bolšić.

From 1758 to our days many math textbooks, monographs, conference proceedings and research journals, papers or math books and popular papers appeared in Croatian language all over Croatia, in cities like Split, Rijeka, or Osijek, but mostly in its capital − Zagreb.

Acknowledgement

The author would like to thank to the following persons for help in preparing this article: Biserka Kudelić, Eva Weiss, Goran Bernobić, Dragutin Svrtan, Tomislav Došlić, Dobroslav Znidarčić, Darko Žubrinić, late Sibe Mardešić, Stipe Kutleša, Zvonko Benčić, Ivica Martinjak.

Literatura

[1] B. Dakić and B. Kudelić: A mathematician in Zagreb, *Math. Intelligencer*, **40** (4), 2018., 19-22.

[2] − Vladimir Varićak (1865. − 1942.), Croatian Academy of Science and Art, (in Croatian with English summaries), HAZU (Croatian Academy of Science and Art), Zagreb, 2018.

[3] D. Žubrinić: *William (Vilim) Feller*, Graphis, Zagreb, 2010.

[4] Sibe Mardešić: *How I became and stayed a mathematician*, Mathematical autobiography (in Croatian), Sveuč. naklada, Zagreb, 2016.

[5] https://math.washington.edu/news/2018/09/18/branko-grunbaum-1929-2018.

[6] Ž. Dadić, *Ruđer Bošković*, Školska knjiga, 3. izd., Zagreb, 1998.

Više o Zagrebu i matematici

Darko Veljan

Sažetak: Razmatra se rad i život nekolicine svjetski poznatih matematičara i drugih znanstvenika povezanih s Hrvatskom, posebice Zagrebom. Neka imena popisana su u ključnim riječima.

Ključne riječi: Mijo Šilobod Bolšić, Ruđer Bošković, Albert Einstein, William (Vilim) Feller, Branko Grünbaum, Sibe Mardešić, Mileva Marić, Vladimir Prelog, Lavoslav Ružička, Nikola Tesla, Vladimir Varićak, Zagreb index, Zagreb school.

Darko Iveković

Kako je Émilie du Châtelet dopunila Isaaca Newtona

Sažetak: Dan je pregled spoznaja o klasičnoj mehanici u prvoj polovini XVIII. stoljeća. Naglasak je stavljen na razvitak koncepta kinetičke energije. Prikazane su uloge pojedinaca onog vremena, njihove interakcije i doprinosi. Tekst je usmjeren na francusku markizu Émilie du Châtelet (1706.–1749.) s obzirom na njezina proučavanja, pokuse i publikacije u području kinetičke energije. Objašnjene su zasluge koje joj se pripisuju za prijedlog i dokaz koncepta kinetičke energije i očuvanja energije.

Ključne riječi: Émilie du Châtelet, kinetička energija, očuvanje energije, Newton, količina gibanja, Kraljevska akademija znanosti, Voltaire

Uvod

U prvoj polovini XVIII. stoljeća Europa je poprište zamaha klasične fizike. Evolucija spoznaja i njihova širenja odvijaju se u procesima koji traju desetljećima, čak stoljećima. Također evoluiraju i izrazi pridruženi tim fizikalnim pojmovima. Newton je u tijelu koje se giba uočio potrebu definiranja fizikalne veličine 'količina gibanja'[1] − vektora linearno proporcionalnog brzini. Smatrao je da je količina gibanja tijela jedina koja ima svojstvo očuvanosti. Istog je mišljenja bila sva znanstvena zajednica. Pojam koji danas zovemo kinetička

[1]količina gibanja (engl. *momentum*); neki autori *momentum* prevode kao impuls, što se ne preporučuje, jer se tako naziva druga fizikalna veličina (impuls sile)

energija − skalar proporcionalan kvadratu brzine − također ima svojstvo očuvanosti u skladu sa zakonom o očuvanju energije, ali Newtonu, kao ni njegovim suvremenicima, još nije bio poznat. Razvitak spoznaje o kinetičkoj energiji u području klasične fizike plod je interakcije nekoliko pojedinaca u različitim vremenima, s različitim ulogama i doprinosima, nerijetko uz žestoka sučeljavanja stavova. U nastavku teksta istaknuti su uloga i doprinos markize Émilie du Châtelet, slika 1., u toj interakciji.



Slika 1.: Émilie du Châtelet, portret izradio Maurice Quentin de La Tour (1704. – 1788., francuski rokoko portretist)

Kratki životopis Émilie du Châtelet

Francuska plemkinja punim imenom Gabrielle Émilie le Tonnelier de Breteuil, Marquise du Châtelet, matematičarka, fizičarka, filozofkinja, prevoditeljica i spisateljica, rođena je 17. prosinca 1706. u Parizu. Njezin otac Louis Nicolas le Tonnelier de Breteuil bio je glavni tajnik na dvoru kralja Luja XIV., a majka Gabrielle Anne de Froullay, Baronne de Breteuil.

O školovanju male Émilie ne možemo ništa reći sa sigurnošću. U djetinjstvu je vježbala jahanje i mačevanje. Zahvaljujući njezinu talentu i zainteresiranosti, kućni učitelji mogli su se pohvaliti svojom uspješnošću. Émilie je s 12 godina tečno vladala latinskim, njemačkim, grčkim i talijanskim jezikom. Na francuski je prevodila grčke i latinske igrokaze. Majka je bila zgrožena smjerom kćerina razvitka pa ju je jednom (srećom bez uspjeha), pokušala smjestiti u samostan. Kako bi namaknula sredstva za pokrivanje troškova za kupnju knjiga, Émilie je primjenjujući svoja matematička znanja razvila uspješnu strategiju u

igrama za novac. Jednom kasnije, kao već udana žena, kako bi riješila svoju financijsku situaciju prouzročenu igrom za novac, Émilie je razvila financijski instrument sličan današnjem tzv. derivatu[2] ili izvedenici. S osamnaest godina, 12. lipnja 1725., udala se za šesnaest godina starijeg markiza Florent-Claudea du Chastellet-Lomonta, s kojim je dobila troje djece.

Émilie du Châtelet nije pokazivala interes za matematiku sve do svoje 27. godine. Tek nakon rođenja trećeg djeteta, 1733., Émilie se posvećuje studiju matematike. Jedan od njezinih mentora iz matematike postaje Alexis Clairaut (1713. – 1765., francuski matematičar i astronom), autor jednadžbe i teorema koji su po njemu nazvani. Émilie du Châtelet s vremenom je angažirala i neke druge istaknutije francuske znanstvenike da je poučavaju u matematici. Jednom se prilikom željela priključiti jednom od svojih mentora u Café Gradotu, pariškoj kavani poznatoj po intelektualnim diskusijama svojih gostiju. Budući da se kavana smatrala isključivo muškim sastajalištem, markizu su uljudno zamolili da izađe. Nije se obeshrabrila nego si je dala izraditi mušku odjeću i tako odjevena ušetala u kavanu.

Početkom 1730-ih Émilie upoznaje Voltairea. Poziva ga u svoj dvorac u Cirey-sur-Blaiseu na sjeveroistoku Francuske, slika 2. U dvorcu uređuje laboratorij u kojem do kraja života izvodi pokuse. Voltaire u dvorcu neprekidno prebiva od 1734., otkad počinje njihovo 16-godišnje intimno i znanstveno partnerstvo uz tolerantnog supruga. Émilie je napustila društveni život Pariza i zamijenila ga znanstvenim radom na ladanju. Između dvoje prijatelja razvija se suradnja u matematici, fizici i filozofiji. I samostalno i zajednički proučavaju ideje i otkrića suvremenika, dopisuju se s njima, izvode pokuse, dolaze do novih spoznaja, pišu i publiciraju. Osim na području fizike, u kojoj se proslavila, Émilie du Châtelet stvara i na drugim područjima, kao što su npr. logika, znanstvena metodologija, etika, sociologija i sl. Dvorac je mjesto sastajanja europskih znanstvenika, pisaca i filozofa. U to vrijeme nastaju djela koja su je učinila slavnom.



Slika 2.: Dvorac u Cirey-sur-Blaiseu, crtež iz onog vremena

[2]Derivat ili izvedenica je naziv za posao između dvije ili više strana, čija se ugovorena cijena temelji na procjeni buduće vrijednosti neke stvari, kao što je npr. dionica, valuta, polica osiguranja i slično.

Émilie je umrla u 43. godini, 10. rujna 1749. u Lunévilleu, dvorcu nedaleko od Cirey-sur-Blaisea, slika 3., tad u vlasništvu Stanislasa Leszczynskog (poljski kralj od 1704. do 1709. i zatim od 1733. do 1736. te punac kralja Luja XV.). Uzrok smrti bila je plućna embolija kao posljedica četvrtog poroda.



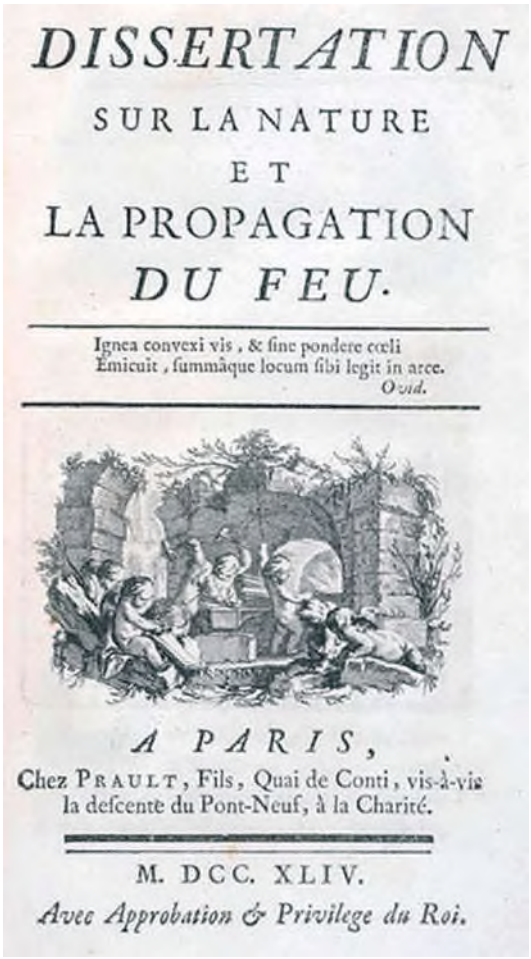
Slika 3.: Dvorac u Lunévilleu (današnji izgled)

Djelovanje Émilie du Châtelet kao fizičarke

Émilie već 1737. odlično poznaje Newtonovo djelo *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Matematički principi filozofije prirode*), objavljeno 1687. godine. Oboružana tim znanjem, ona iste godine pomaže Voltaireu u pisanju njegova djela *Éléments de la Philosophie de Newton (Elementi Newtonove filozofije)*. Da je njezina uloga u Voltaireovu radu bila dominantna, može se zaključiti iz činjenice da je njezina matematička izobrazba bila zamjetno viša od njegove.

Émilie du Châtelet 23. kolovoza 1737. anonimno šalje francuskoj Kraljevskoj akademiji znanosti (Académie Royale des Sciences), svoj članak *Dissertation sur la nature et la propagation du feu* (*O prirodi i širenju vatre*), kao odgovor na Akademijin raspisani natječaj, slika 4. Premda autorica nagradu nije dobila, Akademija objavljuje njezin članak. To je prva publikacija nekog ženskog autora koju je Akademija izdala u svojoj povijesti.

Émilie du Châtelet 1740. u Parizu anonimno objavljuje prvo izdanje svoje knjige pod naslovom *Institutions de Physique* (*Temelji fizike*), slika 5. U njoj piše − među ostalim − o naravi prostora i vremena i tumači pojmove u vezi s gravitacijom, putanjama planeta, njihala i slobodnog pada. Upravo se u dijelu o slobodnom padu nalaze opisi pokusa koje je izvodila u dvorcu Cirey-sur-Blaise i njezina tumačenja tih eksperimenata koja upućuju na spoznaju o kinetičkoj


DISSERTATION
SUR LA NATURE
ET
LA PROPAGATION
DU FEU.
Ignea convexi vis, & sine pondere cœli
Emicuit, summâque locum sibi legit in arce.
Ovid.
A PARIS,
Chez PRAULT, Fils, Quai de Conti, vis-à-vis
la descente du Pont-Neuf, à la Charité.
M. DCC. XLIV.
Avec Approbation & Privilege du Roi.

Slika 4.: Émilie du Châtelet, naslovna stranica njezine publikacije *Dissertation sur la nature et la propagation du feu*

energiji. Provjerava ranije pokuse slobodnog pada, koje je izvodio Willem 's Gravesande (1688. – 1742., nizozemski matematičar i fizičar, profesor na sveučilištu u Leidenu), mjeri ih i analizira. Mjerila je i uspoređivala odnos visine s koje bi pustila kuglu u slobodni pad i volumena tvari koje bi pala kugla istisnula iz podloge od meke gline. Opazila je da je taj volumen proporcionalan visini slobodnog pada kugle. Ujedno je zaključila da je volumen istisnute gline proporcionalan energiji koju je pala kugla potrošila na to istisnuće. Zatim je iz dotad poznatih svojstava slobodnog pada zaključivala ovako:

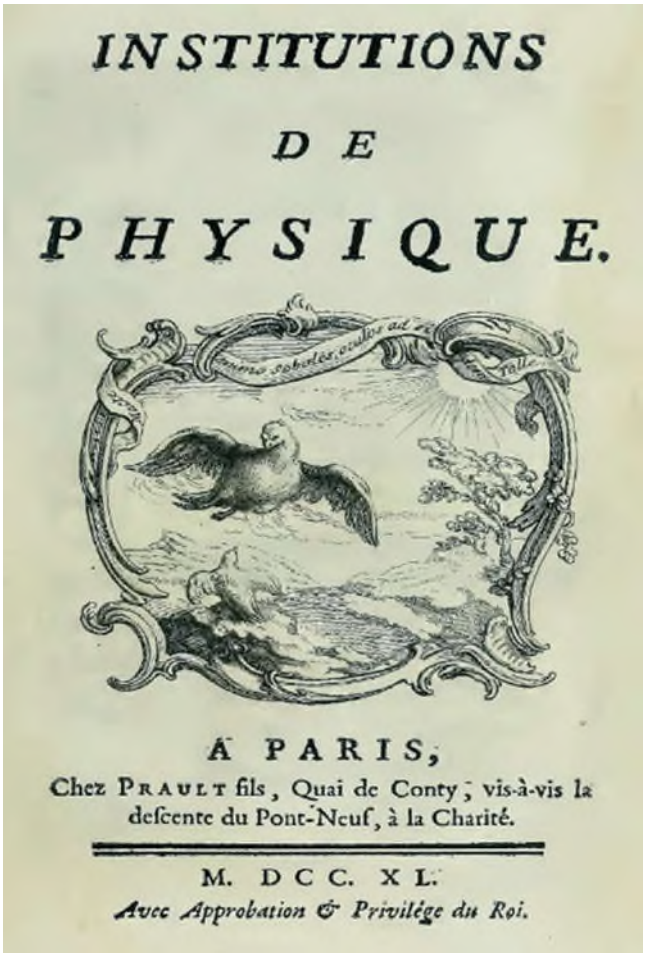
> "Brzina slobodnog padanja je: $v = g \times t$, gdje je g akceleracija sile teže, a t vrijeme padanja. Brzina je također: $v = \sqrt{(2h \times g)}$, gdje je h visina pada, ili $v^2 = 2h \times g$. Iz toga izlazi: $h = v^2/(2g)$. Prema tome, ako je: $E_k \propto h$, gdje je E_k kinetička energija, onda vrijedi i $E_k \propto v^2$."

Ako je u slobodnom padu nešto linearno proporcionalno visini padanja, onda je to ujedno proporcionalno i kvadratu brzine padanja. Prema tome,

kinetička je energija proporcionalna kvadratu brzine! Kad bi kinetička energija bila linearno proporcionalna brzini, onda bi volumen istisnute gline bio proporcionalan korijenu visine, a ne linearno proporcionalan visini!

Du Châtelet je postavila i mjerenjima dokazala hipotezu o očuvanju ukupne energije. Ona još nije koristila današnji izraz kinetička energija, nego latinski *vis viva* (engl. *living force*, franc. *force vive*, njem. *Lebendige Kraft*, hrv. živa sila). Uvođenje današnjeg izraza kinetička energija pripisuje se tek Williamu Thompsonu, Lordu Kelvinu (1824. − 1907.). Opravdala je slutnje Johanna Bernoullija i Gottfrieda Leibniza koji su − za razliku od Newtona i Pascala − mislili da kod tijela u gibanju osim količine gibanja mora postojati još neko očuvano svojstvo koje je proporcionalno upravo kvadratu brzine.

Danas znamo da oba pojma − Newtonova količina gibanja i du Châteletina kinetička energija − nisu u proturječnosti nego su komplementarna, oba podliježu zakonu o očuvanju. Émilie du Châtelet je knjigom *Institutions de Physique* rasplamsala debatu čiji se žar temeljio na podvojenosti "tabora" Newton-Pascal i Bernoulli-Leibniz. Autoritet prvog temeljio se na slavi Newtona i na domoljubnim osjećajima Francuza.


INSTITUTIONS

DE

PHYSIQUE.

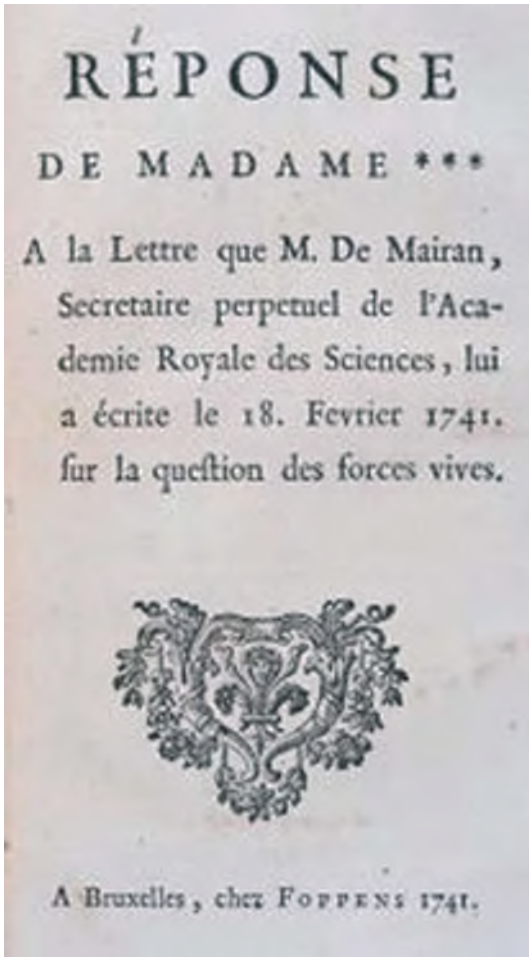
A PARIS,

Chez PRAULT fils, Quai de Conty, vis-à-vis la descente du Pont-Neuf, à la Charité.

M. DCC. XL.

Avec Approbation & Privilége du Roi.

Slika 5.: Naslovna stranica knjige Émilie du Châtelet *Institutions de Physique*


RÉPONSE
DE MADAME ***
A la Lettre que M. De Mairan, Secretaire perpetuel de l'Academie Royale des Sciences, lui a écrite le 18. Fevrier 1741. sur la queſtion des forces vives.
A Bruxelles, chez FOPPENS 1741.

Slika 6.: Odgovor Émilie du Châtelet tajniku Akademije de Mairanu

Negativna kritika knjige javila se već u veljači iduće 1741. iz same Akademije. Jean-Jacques Dortous de Mairan, utjecajni tajnik Akademije, kritizira njezinu knjigu *Institutions de Physique*, posebice *vis viva* i pripadne matematičke izvode. On knjigu doživljava kao negaciju učenja Newtona i Pascala. No, du Châtelet ne gubi vrijeme, nego mu odgovara već u ožujku iste godine objavljivanjem knjige *Réponse de Madame la Marquise du Chastelet, a la lettre que M. de Mairan...* (*Odgovor gospođe markize du Chastelet na pismo koje je g. de Mairan...*), slika 6. Du Châtelet pobija točku po točku Mairanovih tvrdnji na što se ovaj javno povlači. Time je u javnosti utemeljena autoričina intelektualna vjerodostojnost.

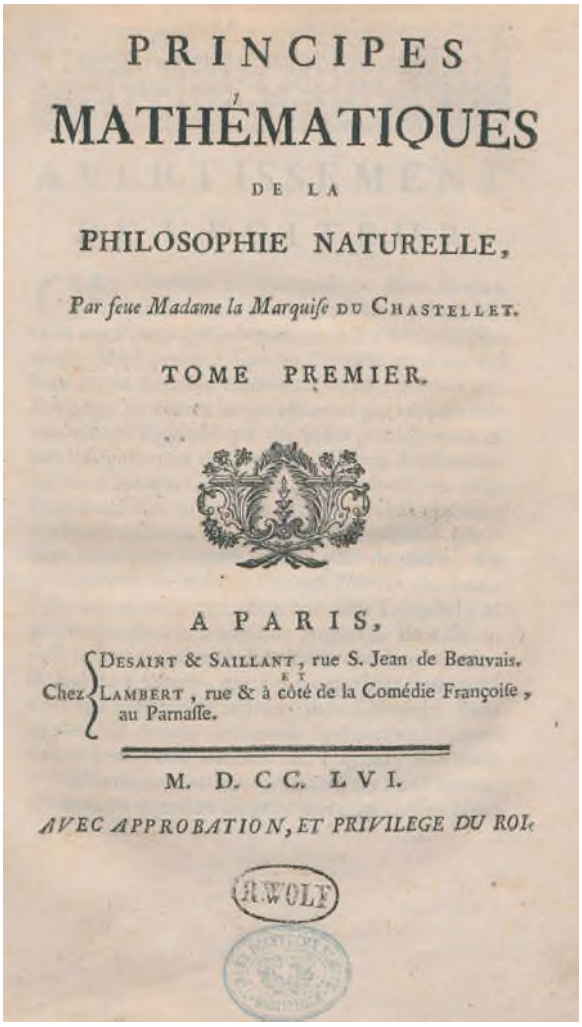
Godine 1743. prevedena je knjiga *Institutions de Physique* na njemački i objavljena u Halleu i Leipzigu; iste je godine prevedena i na talijanski i objavljena u Veneciji. Godine 1745. du Châtelet je uvrštena u 4. svezak *Bilder-sal heutiges Tages lebenderund durch Gelehr heit berühmter Schrifft-steller* (*Galerija portreta suvremenih pisaca znamenitih po učenosti*). Bila je jedna od samo četiriju žena između 100 znanstvenika koje se smatralo najboljim umovima Europe.

Godine 1746. du Châtelet je imenovana članicom Akademije znanosti u Bologni. Immanuel Kant bio je toliko fasciniran njezinim odgovorom Akademijinu tajniku de Mairanu da je 1747. objavio *Gedanken zur wahren Schätzung der lebendigen Kräfte* (*Razmišljanja o pravoj prosudbi živih sila*).

Nakon smrti Émilie du Châtelet

Denis Diderot i Jean le Rond D'Alembert objavili su 1751. prvo izdanje svoje Enciklopedije. U njoj su istaknuli doprinos Émilie du Châtelet 'njutonizmu', kako su tad nazivali ono što danas zovemo klasičnom fizikom. Dvanaest članaka u Encikopediji doslovni su prijepisi iz du Châteletinih *Institutions.*

Deset godina nakon smrti Émilie du Châtelet, 1759., objavljen je njezin potpuni prijevod Newtonovih *Principia* zajedno s komentarima, slika 7. Taj se prijevod i danas smatra standardnim francuskim prijevodom tog Newtonova djela.


PRINCIPES
MATHÉMATIQUES
DE LA
PHILOSOPHIE NATURELLE,
Par feue Madame la Marquise DU CHASTELLET.
TOME PREMIER.
A PARIS,
Chez DESAINT & SAILLANT, rue S. Jean de Beauvais. ET LAMBERT, rue & à côté de la Comédie Françoise, au Parnasse.
M. D. C C. L V I.
AVEC APPROBATION, ET PRIVILEGE DU ROI.
A.WOLF

Slika 7.: Naslovna stranica francuskog prijevoda Newtonove knjige *Philosophiae Naturalis*

Većina rukopisa Émilie du Châtelet nalazi se u Francuskoj akademiji. Dio njezinih rukopisa zadržao je Voltaire. Te je rukopise nakon Voltaireove smrti 1778. godine, zajedno s njegovom osobnom bibliotekom, u Rusiju prenijela carica Katarina Velika (intenzivno su se dopisivali), i smjestila u tadašnju Carsku javnu knjižnicu (danas Nacionalna javna knjižnica) u Sankt Peterburgu.

Međunarodna astronomska unija je u čast Émilie du Châtelet njezinim imenom prozvala jedan od malih planeta i jedan od kratera na Veneri. Mali planet nosi oznaku "12059−*du Châtelet*", u izravnoj je orbiti oko Sunca unutar tzv. srednjeg asteroidnog pojasa između Marsa i Jupitera. Promjer mu iznosi 4,8 km. Otkrio ga je belgijski astronom Eric Walter Elst 1. ožujka 1998. godine na zvjezdarnici La Silla u Čileu. Krater na Veneri nosi naziv "*du Châtelet*", koordinate su mu 21,5° N 165° E, promjer mu iznosi 18,5 km, a naziv je dodijeljen 1994. godine.

Smatra se da je Émilie du Châtelet neopravdano ostala zaboravljena u sjeni svojeg slavnog ljubavnika. Odnedavno je interes za nju u porastu i objavljuju se otkrića o njezinu znanstvenom djelovanju.

Zaključak

Francuska fizičarka Émilie du Châtelet (1706. – 1749.) smatra se tvorcem spoznaje o kinetičkoj energiji i o očuvanju energije.

Leibniz je slutio da osim količine gibanja, kako je tvrdio Newton, mora postojati još neko očuvano svojstvo tijela u gibanju, proporcionalno kvadratu brzine, ali to nije umio dokazati. Gravesande je pri slobodnom padu opazio linearnu proporcionalnost deformacije tla i visine padanja, ali to nije znao objasniti. Émilie du Châtelet ponovila je i potvrdila Gravesandeova mjerenja, objasnila ih kao manifestaciju dotad neprepoznate kinetičke energije i time opravdala Leibnizove slutnje. Ujedno je dokazala očuvanost energije u njezinim pretvorbama između potencijalnog i kinetičkog oblika.

Njezina otkrića nisu prošla bez kritika dijela tadašnje znanstvene zajednice. Načinom kako je oborila kritike svojih radova, Émilie du Châtelet pokazala je još jednu stranu svojeg intelekta i izazvala divljenje znanstvenih krugova u Europi.

Doprinosi Émilie du Châtelet spoznaji o kinetičkoj energiji čine samo dio njezina opusa. Znanstveno je djelovala tek 15 godina.

Literatura

[1] http://projectvox.library.duke.edu/du-chatelet-1706-1749/

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89milie_du_Ch%C3%A2telet

[3] Detlefsen, Karen: Émilie du Châtelet, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.),

URL = <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/emilie-du-chatelet/>.

How Émilie du Châtelet Updated Isaac Newton

Darko Iveković

Abstract: A status overview of a selected area within classical mechanics in the first half of the 18th century is given. The emphasis is on the development of the concept of the kinetic energy. The role of the individuals of the time, their interaction and contributions are shown. The focus is on the French marchioness Émilie du Châtelet (1706−1749) due to her studies, experiments and publications in the area of kinetic energy. Explained are the credits given to her for the concept of the kinetic energy and of the conservation of energy she proposed and demonstrated.

Keywords: Émilie du Châtelet, kinetic energy, conservation of energy, Newton, momentum, Royal Academy of Science, Voltaire

5. Stručna i znanstvena društva

Goran Slipac

Hrvatska inženjerska baština u časopisu *Journal of Energy* (*Energija*)

Sažetak: Časopis *Energija* ima vrlo dugu povijest koja seže čak od 1950. godine, kad se razmatrala potreba kao i mogućnost izdavanja časopisa koji bi obuhvaćao vrlo brojne aspekte elektroenergetike. Do danas je u časopisu *Energija* odnosno *Journal of Energy* objavljeno gotovo 30 000 stranica. Na samom početku više je bio neka vrsta biltena, da bi tijekom godina, a posebice novijeg razdoblja, dosegnuo razinu znanstvenog časopisa pa je kao takav uvršten u baze kao što je INSPEC.

Ključne riječi: *Journal of Energy*, *Energija*, izdavaštvo

1. Kako je počelo

Povijest časopisa *Energija* duga je gotovo sedamdeset godina. Odluka o pokretanju donesena je davne 1950. godine. Temeljni ideja bila je pokrenuti časopis u kojem bi se iznosila 'sva problematika' elektroprivrede. Nije ideja bila do kraja jasna, ali osnivači su bili odlučni i uporni u tom nastojanju i mi danas baštinimo ideje i napore naših cijenjenih kolega koji su djelovali u tim poratnim godinama. Tako je 1950. objavljen *Bilten Generalne direkcije za elektroprivredu NRH*, koji je izdala Generalna direkcija za elektroprivredu, slika 1. U uvodniku je tadašnji direktor Stjepan Šercl napisao kako već postoji određen broj časopisa iz područja elektroprivrede i elektrotehnike i kako bi taj novi časopis, odnosno *Bilten*, trebao biti tzv. "tvornički bilten" koji bi objavljivao vijesti iz



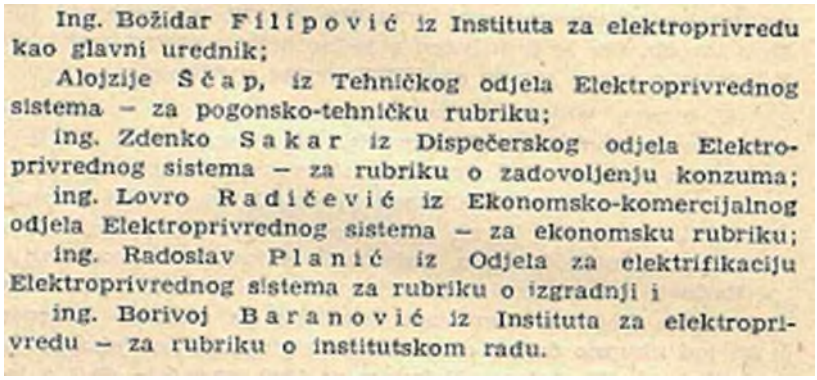


Sl. 1.: Naslovnica prvih brojeva *Biltena* iz 1950. i 1951. godine

'radnog kolektiva' te "mobilizator svih trudbenika i da bude moćno oruđe svakodnevne agitacije među kolektivima ... itd." Bilo je jasno da ta koncepcija odudara od koncepcije izdavanja stručnog časopisa kojoj su težili tadašnji stručnjaci zaposleni u elektroprivredi i povezanim djelatnostima.

Sadržaj prvog broja *Biltena* malo je razočaravajući. Riječ je bila tek o nizu tablica u kojima su se, osim nekih statističkih podataka, nalazili čak i podaci o "radnoj disciplini". Bilo je zamišljeno da *Bilten* izlazi svaki mjesec i donosi prikaze tehničkih, energetskih i ekonomskih zbivanja u elektroprivredi Hrvatske, ali to je teško funkcioniralo. Zapravo, uopće nije funkcioniralo. Objavljeno je svega par brojeva i to pretežito tablica bez tekstualnog objašnjenja, pa je tako taj *Bilten* završio svoj kratkotrajni vijek. Poslije, zbog organizacijskih promjena, ukidaju se generalne direkcije, što je imalo izravan utjecaj na časopis. Izdavanje časopisa preuzeo je Institut za elektroprivredu, što je vjerojatno najznačajniji događaj u starijoj povijesti časopisa jer je tako dobio respektabilnog izdavača koji se bavio strukom, kao i znanstvenim istraživanjima.

Nakon toga nastupila je određena kriza u izdavanju tog biltena pa su se pojedini brojevi i preskakali. Tek nakon organiziranja Redakcionog odbora,


Ing. Božidar Filipović iz Instituta za elektroprivredu kao glavni urednik;
Alojzije Ščap, iz Tehničkog odjela Elektroprivrednog sistema – za pogonsko-tehničku rubriku;
ing. Zdenko Sakar iz Dispečerskog odjela Elektroprivrednog sistema – za rubriku o zadovoljenju konzuma;
ing. Lovro Radičević iz Ekonomsko-komercijalnog odjela Elektroprivrednog sistema – za ekonomsku rubriku;
ing. Radoslav Planić iz Odjela za elektrifikaciju Elektroprivrednog sistema za rubriku o izgradnji i
ing. Borivoj Baranović iz Instituta za elektroprivredu – za rubriku o institutskom radu.

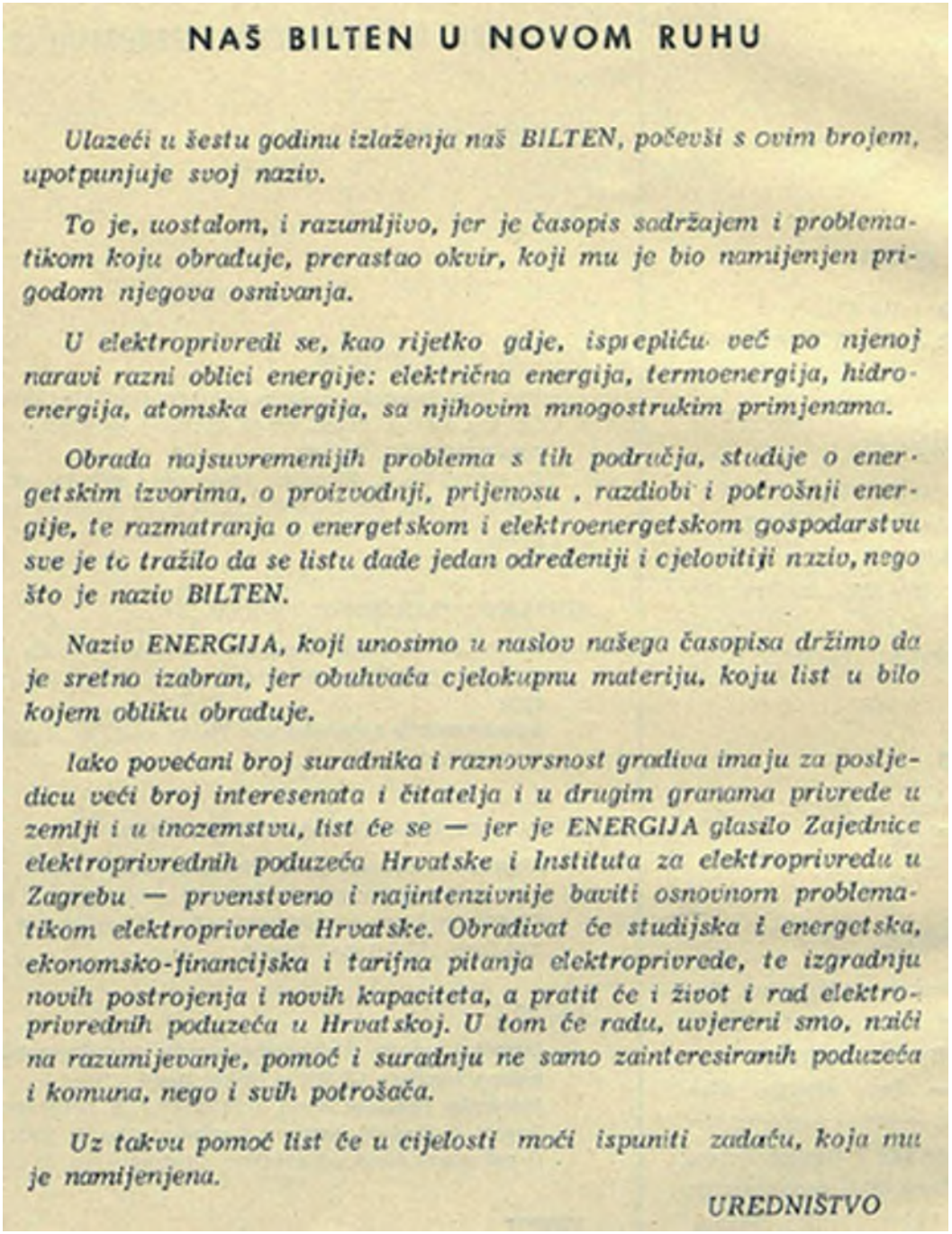
Sl. 2.: Sastav prvog Redakcionog odbora

slika 2., i preimenovanja *Biltena* u časopis *Energija* 1957. godine počinje era izdavanja časopisa kakav i danas poznajemo. Prvi glavni urednik bio je Božidar Filipović iz Instituta za elektroprivredu. Uređivačka područja časopisa bila su studije i istraživanja (u prvom se redu mislilo na one u Institutu za elektroprivredu), tehnička i pogonska problematika, ekonomsko-financijska problematika, tarifna pitanja, opće problematika, vijesti iz poduzeća i statistika itd.

Tek 1957. časopis dobiva naziv *Energija*, slika 3., koji ostaje u uporabi sve do 2006., kad se nazivu pridaje engleska inačica *Journal of Energy*. Redakcioni odbor tad su činili većinom stručnjaci iz Instituta za elektroprivredu kao i elektroprivrednih organizacija, slika 3.

Već je u prvim brojevima časopisa pod novim nazivom *Energija* objavljivana teorija elektroenergetskog sustava, poznatija pod nazivom Snaga i energija u elektroenergetskom sustavu akademika Hrvoja Požara te vrlo detaljni pregledi stanja na izgradnji nekih velikih elektroenergetskih postrojenja, kao što je primjerice HE Peruća, slika 4. Prvi broj donio je velik broj radova iz područja pogonskih problema i događaja, zatim obljetnica elektrifikacija, pregleda studijskih radova Instituta za elektroprivredu, radova iz područja poslovanja elektroprivrede, nekih specijalističkih razmatranja iz područja strojarske tehnike, pregleda događanja u elektroprivredama u Europi i svijetu itd.

Zanimljivo je s kolikom su preciznošću izrađivani dijagrami opterećenja i dotoka vode u ono doba, kad na raspolaganju nisu postojali imalo složeniji uređaji kojima bi se ti dijagrami mogli izraditi, slika 5. Nakon svakog broja časopisa (a bilo ih je ukupno 12 godišnje) izrađivana je statistika elektroenergetske bilance. Prvi broj časopisa bio je iznimno sadržajan po stručnim radovima, kao da se jedva čekalo na takvu platformu na kojoj bi autori mogli iznositi svoja razmišljanja i spoznaje do kojih su došli istraživanjem.



NAŠ BILTEN U NOVOM RUHU

Ulazeći u šestu godinu izlaženja naš BILTEN, počevši s ovim brojem, upotpunjuje svoj naziv.

To je, uostalom, i razumljivo, jer je časopis sadržajem i problematikom koju obrađuje, prerastao okvir, koji mu je bio namijenjen prigodom njegova osnivanja.

U elektroprivredi se, kao rijetko gdje, isprepliću već po njenoj naravi razni oblici energije: električna energija, termoenergija, hidroenergija, atomska energija, sa njihovim mnogostrukim primjenama.

Obrada najsuvremenijih problema s tih područja, studije o energetskim izvorima, o proizvodnji, prijenosu , razdiobi i potrošnji energije, te razmatranja o energetskom i elektroenergetskom gospodarstvu sve je to tražilo da se listu dade jedan određeniji i cjelovitiji naziv, nego što je naziv BILTEN.

Naziv ENERGIJA, koji unosimo u naslov našega časopisa držimo da je sretno izabran, jer obuhvaća cjelokupnu materiju, koju list u bilo kojem obliku obrađuje.

Iako povećani broj suradnika i raznovrsnost gradiva imaju za posljedicu veći broj interesenata i čitatelja i u drugim granama privrede u zemlji i u inozemstvu, list će se — jer je ENERGIJA glasilo Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske i Instituta za elektroprivredu u Zagrebu — prvenstveno i najintenzivnije baviti osnovnom problematikom elektroprivrede Hrvatske. Obrađivat će studijska i energetska, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja elektroprivrede, te izgradnju novih postrojenja i novih kapaciteta, a pratit će i život i rad elektroprivrednih poduzeća u Hrvatskoj. U tom će radu, uvjereni smo, naići na razumijevanje, pomoć i suradnju ne samo zainteresiranih poduzeća i komuna, nego i svih potrošača.

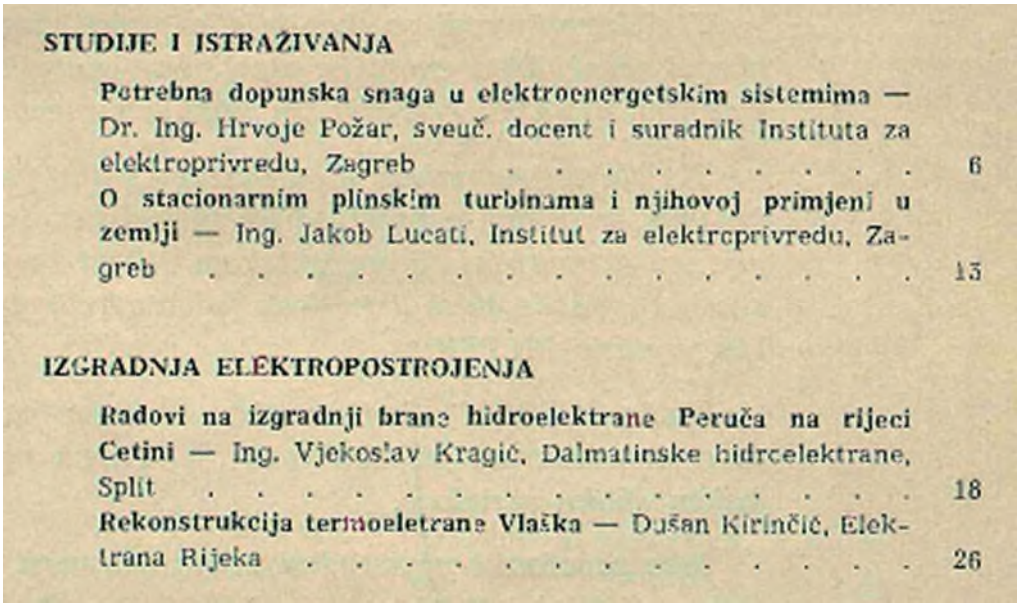
Uz takvu pomoć list će u cijelosti moći ispuniti zadaću, koja mu je namijenjena.

UREDNIŠTVO

Redakcioni odbor:

Glavni i odgovorni urednik: **Ing. Božidar Filipović** — Urednici rubrika: **Ing. Borivoj Baranović** (Studije i istraživanja) — **Ing. Alojzije Ščap** (Tehnička i pogonska problematika) — **Anđelko Marušić i Danijel Feöcze** (Ekonomsko-financijska problematika) — **Ing. Ivan Lučev** (Tarifna pitanja) — **Ivan Medvedec** (Opća problematika) — **Držislav Šutej** (Vijesti iz poduzeća) — **Krešimir Lang** (Statistika) — **Ing. Vladimir Štengl** (Tehnički urednik)

Sl. 3.: Uvodnik prvog broja *Energije* i sastav Redakcionog odbora iz 1957. godine



STUDIJE I ISTRAŽIVANJA

Potrebna dopunska snaga u elektroenergetskim sistemima — Dr. Ing. Hrvoje Požar, sveuč. docent i suradnik Instituta za elektroprivredu, Zagreb 6

O stacionarnim plinskim turbinama i njihovoj primjeni u zemlji — Ing. Jakob Lucati, Institut za elektroprivredu, Zagreb 13

IZGRADNJA ELEKTROPOSTROJENJA

Radovi na izgradnji brane hidroelektrane Peruča na rijeci Cetini — Ing. Vjekoslav Kragić, Dalmatinske hidroelektrane, Split 18

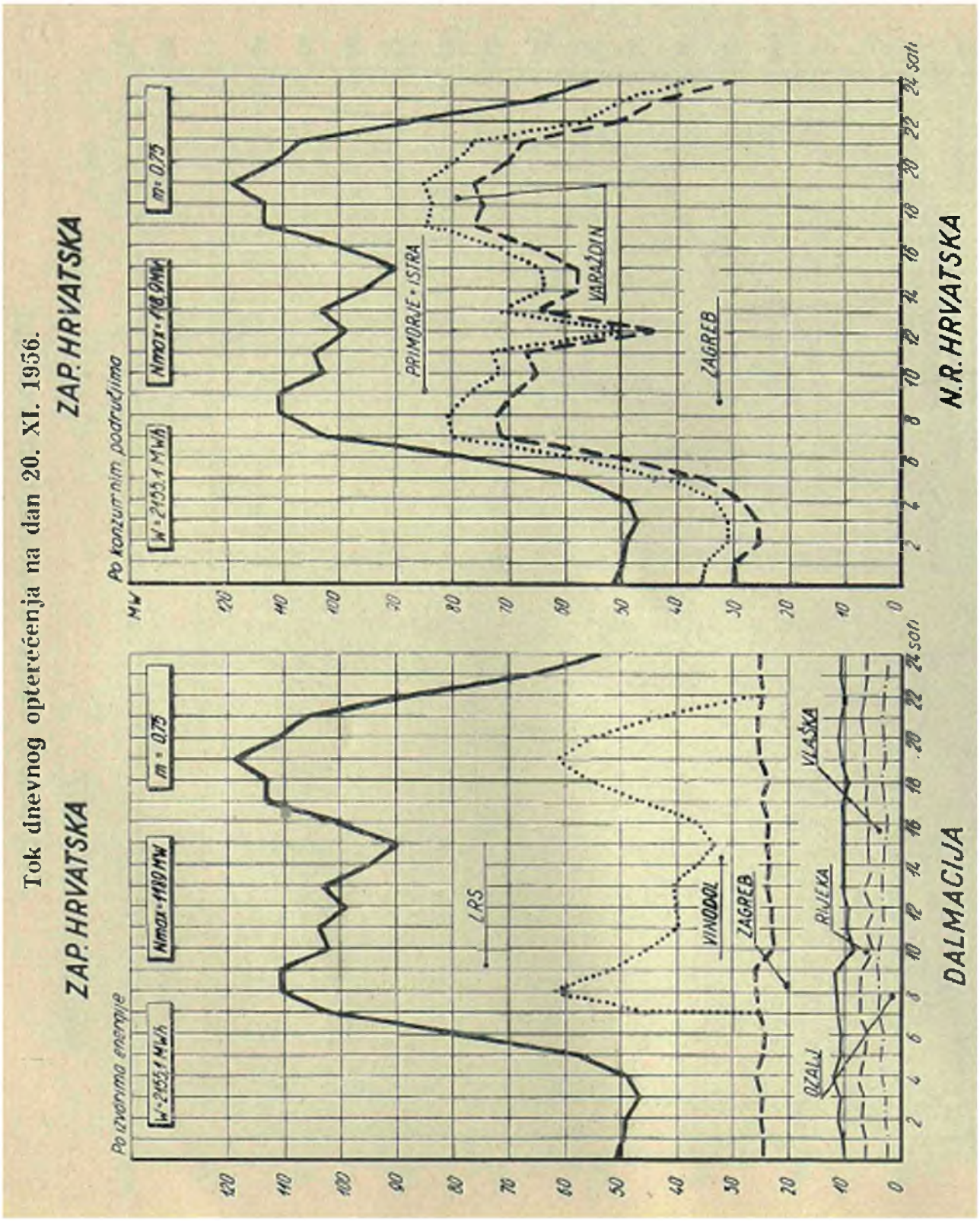
Rekonstrukcija termoelektrane Vlaška — Dušan Kirinčić, Elektrana Rijeka 26

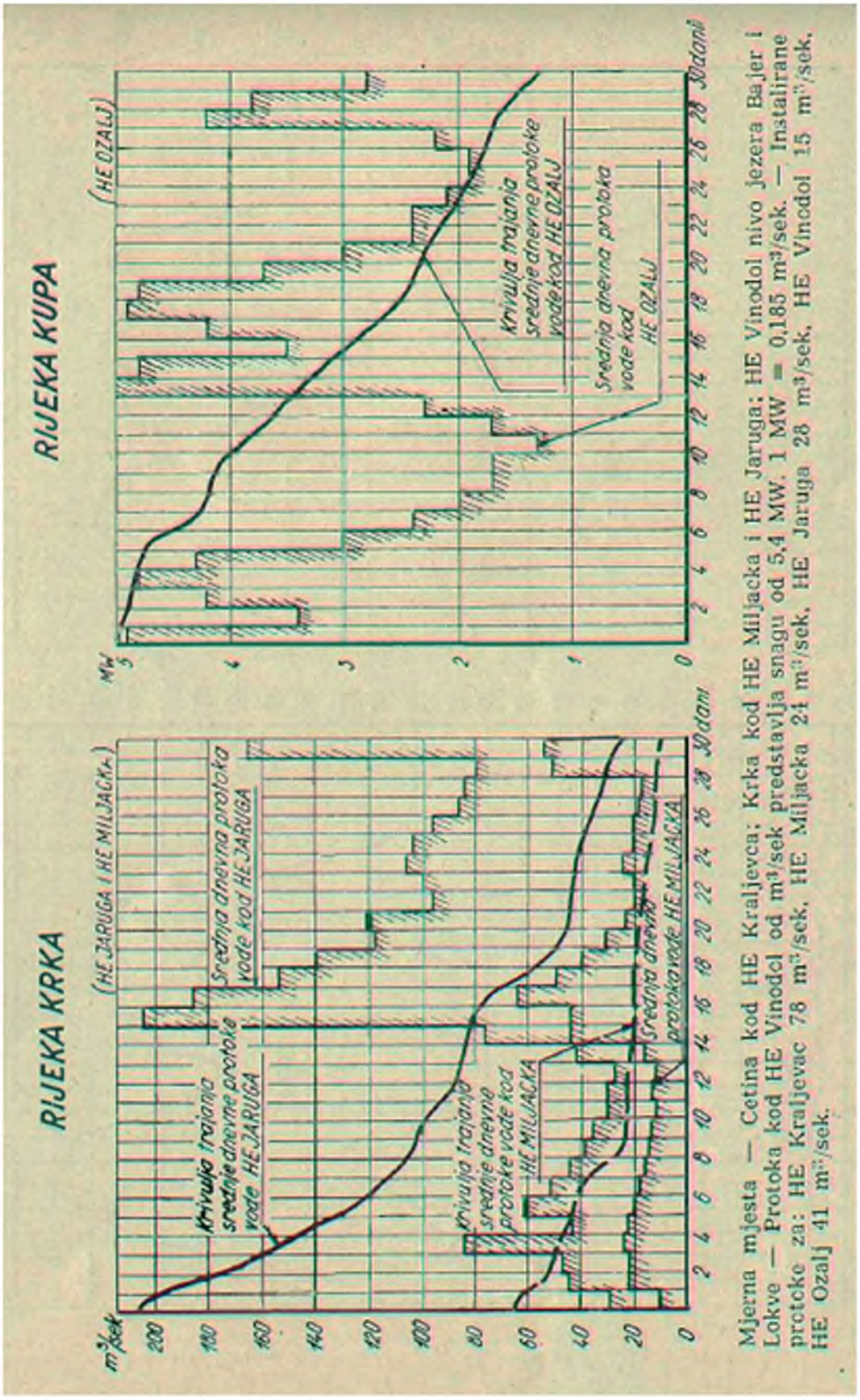
Sl. 4.: Prvi dio naslovnice prvog broja časopisa *Energija* iz 1957. godine

2. O čemu se pisalo tih godina

Nisu se u časopisu objavljivali samo stručni radovi nego i vrlo neobični radovi, barem sudeći po samim tekstovima. Jedan od takvih bio je i rad Ernesta Radetića, koji je obavljao 'komercijalno i financijsko rukovodstvo' za časopis i koji je pisao o Elektrojugu. Taj rad počinje sjećanjima autora na djetinjstvo, slika 6., da bi u sredini pisao o elektroprivrednim aspektima razvoja distribucijske mreže u dubrovačkoj regiji te opskrbi potrošača, a završio posebno nadahnutim tekstom čiji je početak prikazan na slici 7. Isti autor napisao je i još dvije Elektroprivredne putositnice o Elektroistri u *Energiji* iz 1967. godine kao i o Elektroprimorju u *Energiji* iz 1968. godine. Jednako su zanimljive, pune duha i pjesničkih emocija.

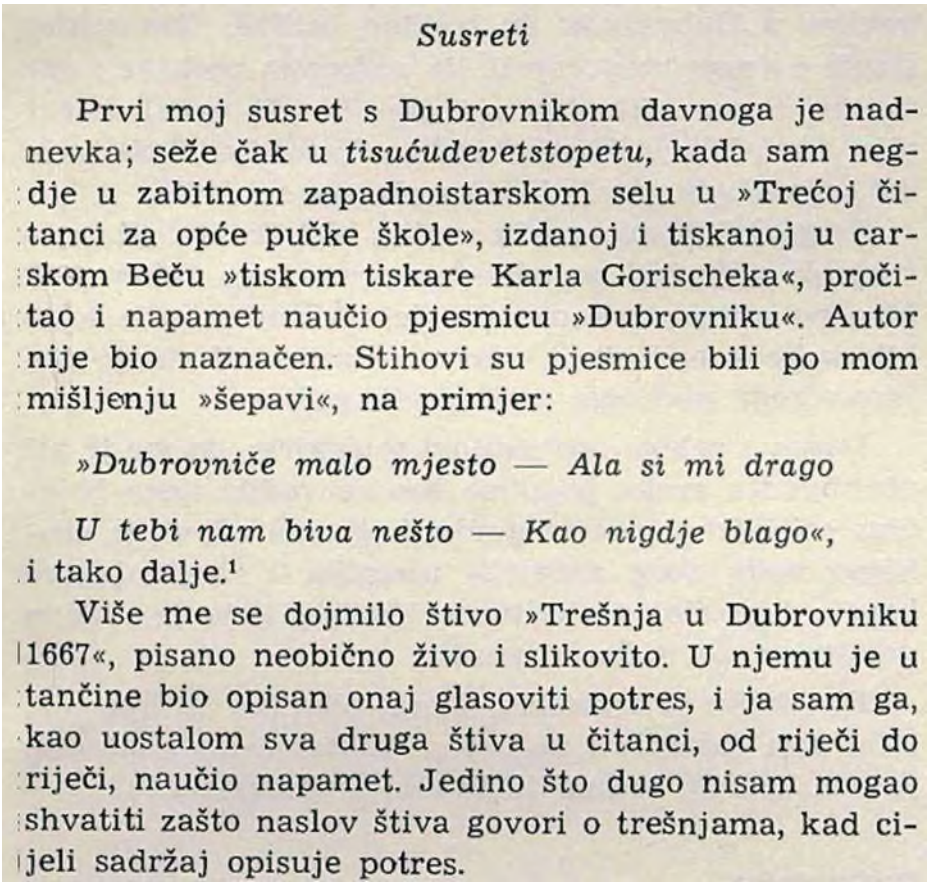
Tih godina prevladavale su teme iz elektroenergetike, elektrostrojarstva, ekonomije, toplinarstva, različitih 'društvenih pitanja', povijesnih događanja o razvoju elektrifikacije, opisa svake faze izgradnje elektroenergetskih postrojenja kao što su primjerice HE Dubrovnik, HE Senj, HE Vinodol, HE Zakučac, HE Peruća, HE Rijeka, kao i termoenergetskih postrojenja TE-TO Zagreb, EL-TO Zagreb, TE Sisak, zatim izgradnje prijenosnih i distribucijskih postrojenja, analize koncepata, razrada, studija, laboratorijskih ispitivanja itd. Poseban dio odnosio se na teorijske osnove elektrotehnike (poslije će se formirati skripte i sveučilišni udžbenici iz kojih su učile generacije studenata ETF-a i FER-a). Teorija elektroenergetskog sustava obrađivana je od nekih od najvećih autoriteta elektroenergetike u Hrvatskoj, od kojih je za potrebe ovog rada odabrano nekoliko.


Tok dnevnog opterećenja na dan 20. XI. 1956.
ZAP. HRVATSKA
Po izvorima energije
W = 2655,1 MWh
Nmax = 1180 MW
m = 0,75
LRS
VINODOL
ZAGREB
RIJEKA
VLAŠKA
OSTALI
ZAP. HRVATSKA
Po konzumnim područjima
W = 2655,1 MWh
Nmax = 1180 MW
m = 0,75
PRIMORJE - ISTRA
VARAŽDIN
ZAGREB
N.R. HRVATSKA
DALMACIJA
MW
24 sati



Mjerna mjesta — Cetina kod HE Kraljevca; Krka kod HE Miljacka i HE Jaruga; HE Vinodol nivo jezera Bajer i Lokve — Protoka kod HE Vinodol od m³/sek predstavlja snagu od 5,4 MW. 1 MW = 0,185 m³/sek. — Instalirane protoke za: HE Kraljevac 78 m³/sek, HE Miljacka 24 m³/sek, HE Jaruga 28 m³/sek, HE Vinodol 15 m³/sek, HE Ozalj 41 m³/sek.

Sl. 5.: Dnevni dijagram opterećenja i dijagram protoka vode za mjesec studeni 1956.



Susreti

Prvi moj susret s Dubrovnikom davnoga je nadnevka; seže čak u *tisućudevetstopetu,* kada sam negdje u zabitnom zapadnoistarskom selu u »Trećoj čitanci za opće pučke škole», izdanoj i tiskanoj u carskom Beču »tiskom tiskare Karla Gorischeka«, pročitao i napamet naučio pjesmicu »Dubrovniku«. Autor nije bio naznačen. Stihovi su pjesmice bili po mom mišljenju »šepavi«, na primjer:

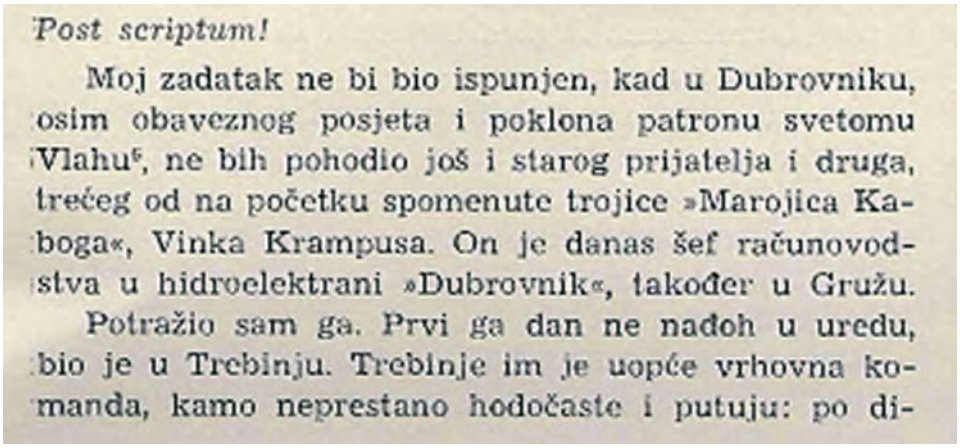
»Dubrovniče malo mjesto — Ala si mi drago

U tebi nam biva nešto — Kao nigdje blago«,

i tako dalje.[1]

Više me se dojmilo štivo »Trešnja u Dubrovniku 1667«, pisano neobično živo i slikovito. U njemu je u tančine bio opisan onaj glasoviti potres, i ja sam ga, kao uostalom sva druga štiva u čitanci, od riječi do riječi, naučio napamet. Jedino što dugo nisam mogao shvatiti zašto naslov štiva govori o trešnjama, kad cijeli sadržaj opisuje potres.

Sl. 6.: Početak teksta o Elektrojugu pod naslovom Elektroprivredne putositnice, *Energija*, 1968.



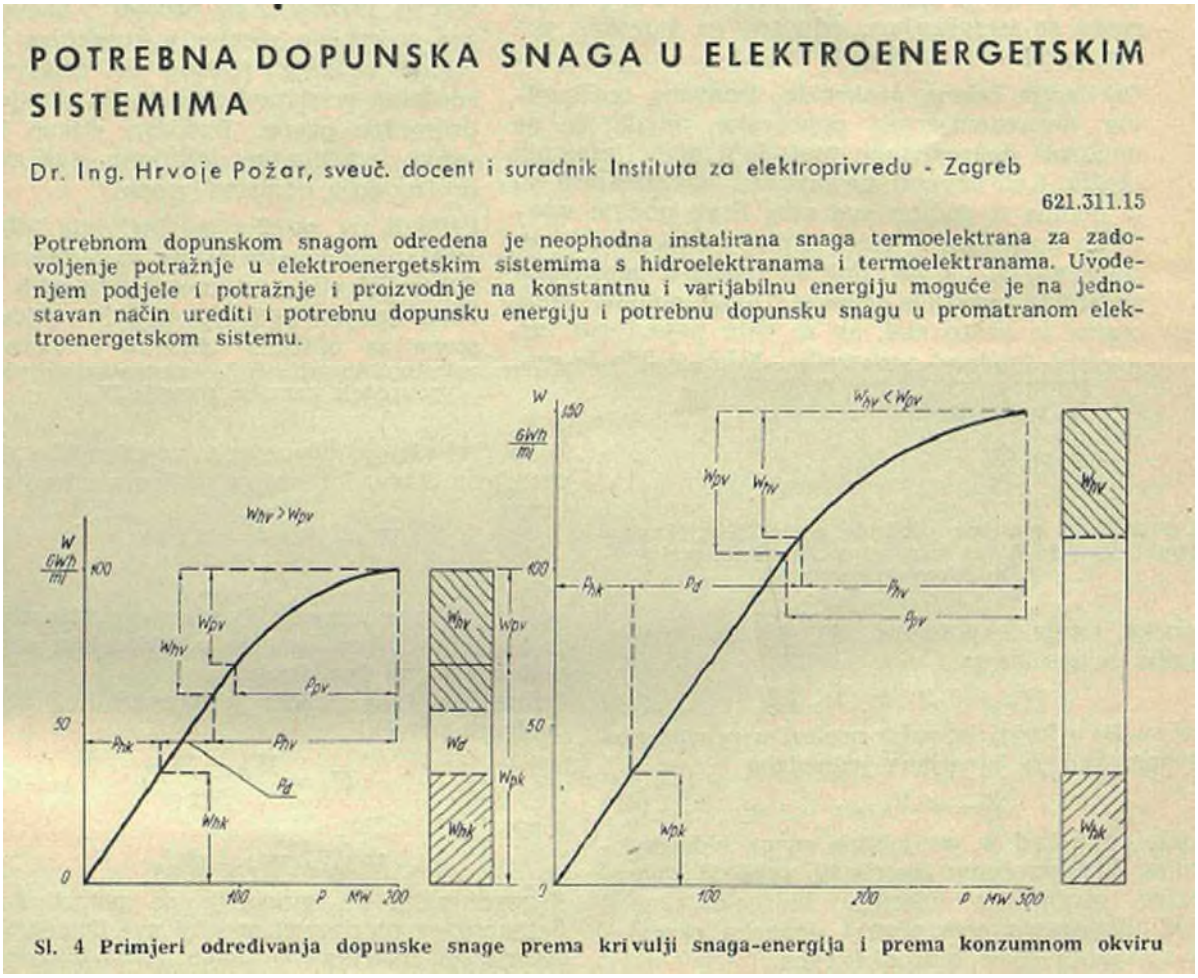
Post scriptum!

Moj zadatak ne bi bio ispunjen, kad u Dubrovniku, osim obaveznog posjeta i poklona patronu svetomu Vlahu[5], ne bih pohodio još i starog prijatelja i druga, trećeg od na početku spomenute trojice »Marojica Kaboga«, Vinka Krampusa. On je danas šef računovodstva u hidroelektrani »Dubrovnik«, također u Gružu.

Potražio sam ga. Prvi ga dan ne nađoh u uredu, bio je u Trebinju. Trebinje im je uopće vrhovna komanda, kamo neprestano hodočaste i putuju: po di-

Sl. 7.: Završetak teksta o Elektrojugu pod naslovom Elektroprivredne putositnice, *Energija*, 1968.

Hrvoje Požar, hrvatski inženjer elektrotehnike (Knin, 5. VII. 1916. – Zagreb, 30. VI. 1991.). Diplomirao 1939. godine na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Radio je kao projektant i elektroenergetski dispečer (1946. – 1951.), a zatim na Elektrotehničkom odjelu Tehničkog fakulteta (poslije Elektrotehnički fakultet), na kojem je doktorirao 1955. te postao 1960. redoviti profesor i dekan (1960. − 1962. i 1968. − 1970.). Kao predstojnik Zavoda za visoki napon i



POTREBNA DOPUNSKA SNAGA U ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA

Dr. Ing. Hrvoje Požar, sveuč. docent i suradnik Instituta za elektroprivredu - Zagreb

621.311.15

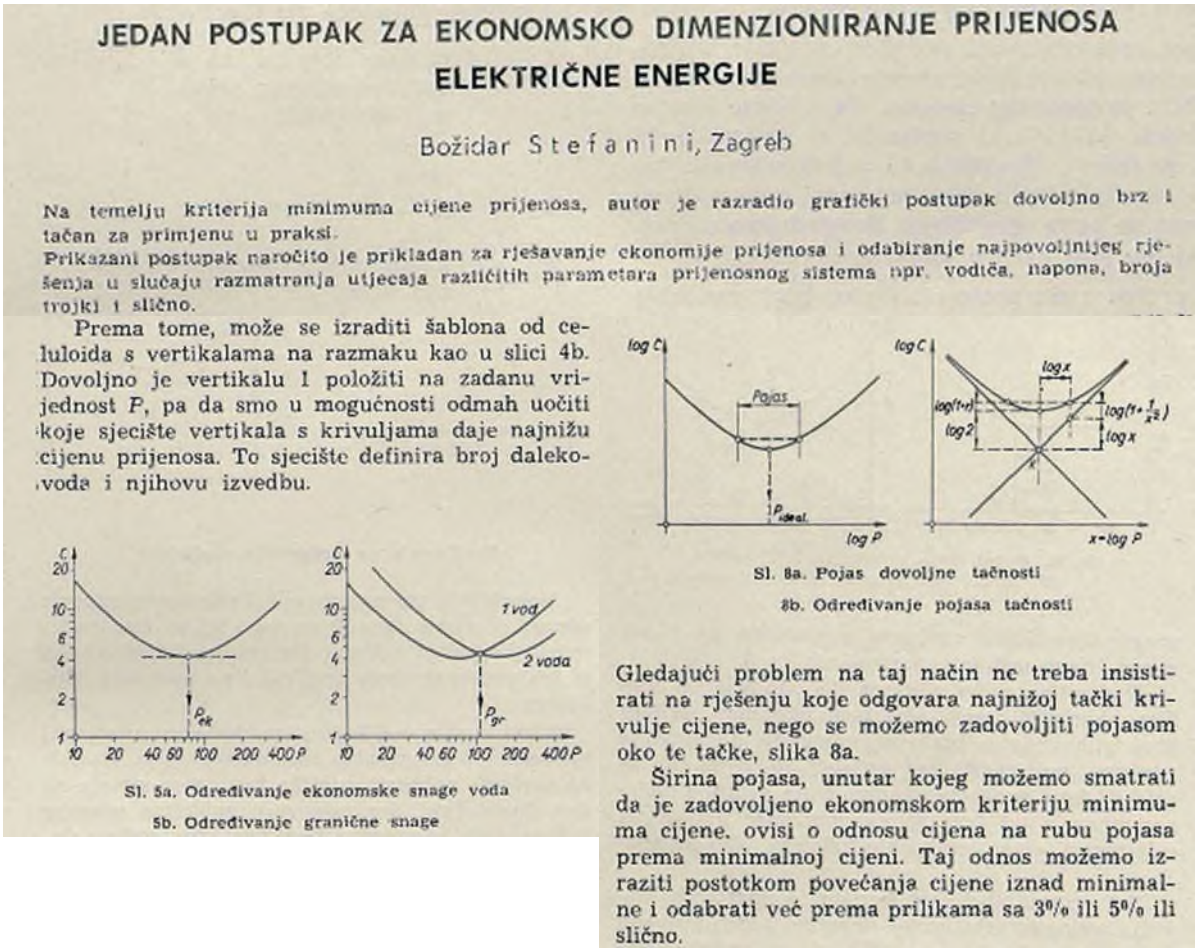
Potrebnom dopunskom snagom određena je neophodna instalirana snaga termoelektrana za zadovoljenje potražnje u elektroenergetskim sistemima s hidroelektranama i termoelektranama. Uvođenjem podjele i potražnje i proizvodnje na konstantnu i varijabilnu energiju moguće je na jednostavan način urediti i potrebnu dopunsku energiju i potrebnu dopunsku snagu u promatranom elektroenergetskom sistemu.

Sl. 4 Primjeri određivanja dopunske snage prema krivulji snaga-energija i prema konzumnom okviru

Sl. 8.: Rad akademika Hrvoja Požara u prvom broju časopisa *Energija* iz 1957. godine (br. 1-2, str. 6)

energetiku bavio se elektroenergetskim sustavima i izvorima električne energije, bio je istaknuti stručnjak za elektroenergetiku, osobito pridonio unapređenju fakultetske nastave elektrotehnike, utemeljio Zagrebačku energetsku školu. Od 1965. izvanredni je, od 1975. redoviti član, te od 1978. glavni tajnik JAZU (danas HAZU). U razdoblju 1970. – 1972. prorektor je Sveučilišta u Zagrebu, od 1976. glavni urednik Tehničke enciklopedije (od V. do XII. sv.). Djelovao je i u Institutu za elektroprivredu, iz kojeg se 1994. izdvojio današnji Energetski institut *Hrvoje Požar*. (v. sliku 8.)

Božidar Stefanini, hrvatski inženjer elektrotehnike (Split, 18. X. 1913. – Zagreb, 2. III. 1991.). Diplomirao je 1937. godine na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. Do 1950. radio na uvođenju visokonaponske mreže od 110 kV u elektroprivredi Jugoslavije, a potom je prešao na Tehnički fakultet u Zagrebu, gdje je 1954. doktorirao. Za redovitog profesora na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu bio je izabran 1959. godine. Bio je predstojnik Zavoda za visoki napon (1952. – 1976.) i dekan akad. god. 1958./1959. Jedan je od utemeljitelja Sveu-



JEDAN POSTUPAK ZA EKONOMSKO DIMENZIONIRANJE PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Božidar Stefanini, Zagreb

Na temelju kriterija minimuma cijene prijenosa, autor je razradio grafički postupak dovoljno brz i tačan za primjenu u praksi.

Prikazani postupak naročito je prikladan za rješavanje ekonomije prijenosa i odabiranje najpovoljnijeg rješenja u slučaju razmatranja utjecaja različitih parametara prijenosnog sistema npr. vodiča, napona, broja trojki i slično.

Prema tome, može se izraditi šablona od celuloida s vertikalama na razmaku kao u slici 4b. Dovoljno je vertikalu 1 položiti na zadanu vrijednost P, pa da smo u mogućnosti odmah uočiti koje sjecište vertikala s krivuljama daje najnižu cijenu prijenosa. To sjecište definira broj dalekovoda i njihovu izvedbu.

Sl. 5a. Određivanje ekonomske snage voda

5b. Određivanje granične snage

Sl. 8a. Pojas dovoljne tačnosti

8b. Određivanje pojasa tačnosti

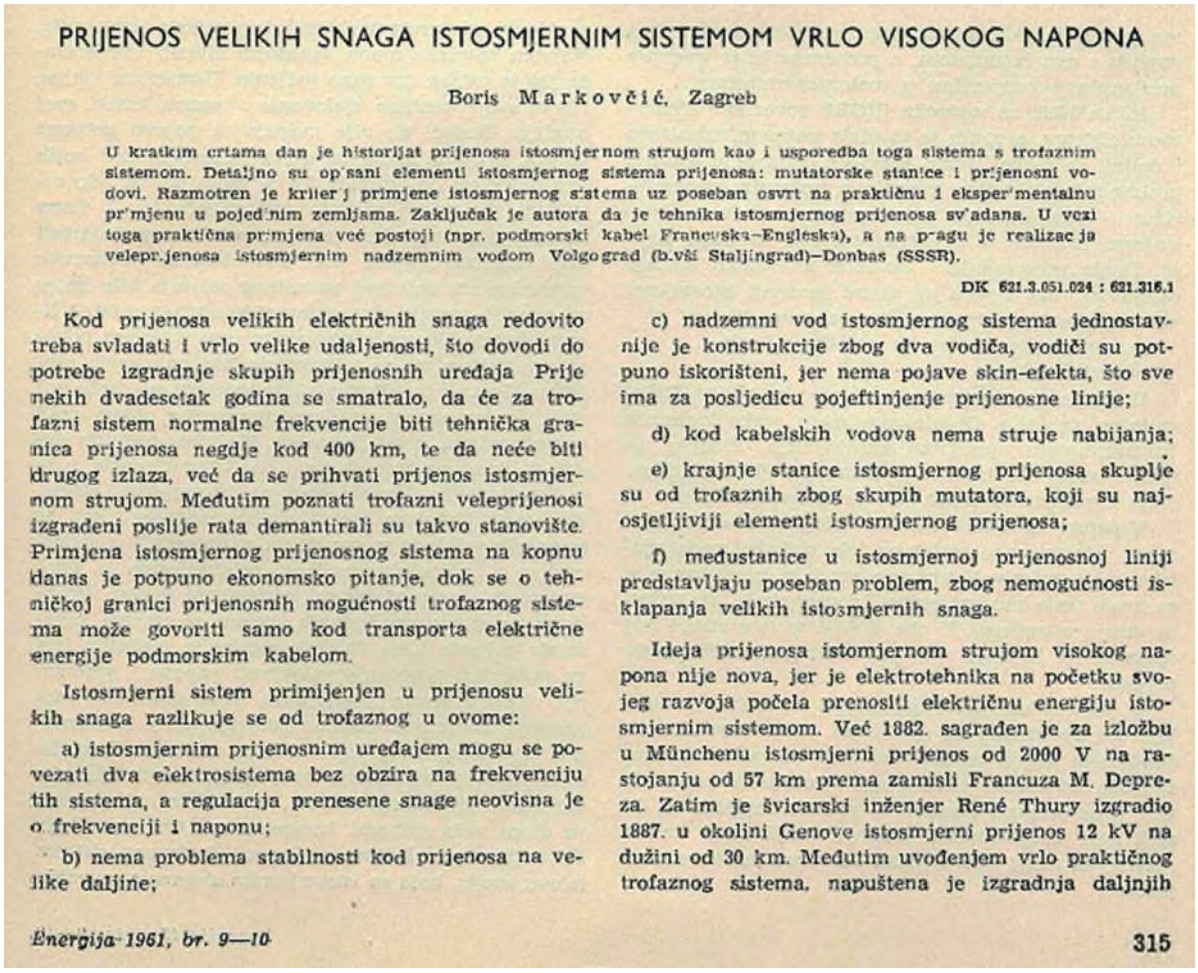
Gledajući problem na taj način ne treba insistirati na rješenju koje odgovara najnižoj tački krivulje cijene, nego se možemo zadovoljiti pojasom oko te tačke, slika 8a.

Širina pojasa, unutar kojeg možemo smatrati da je zadovoljeno ekonomskom kriteriju minimuma cijene, ovisi o odnosu cijena na rubu pojasa prema minimalnoj cijeni. Taj odnos možemo izraziti postotkom povećanja cijene iznad minimalne i odabrati već prema prilikama sa 3% ili 5% ili slično.

Sl. 9.: Rad prof. dr. sc. Božidara Stefaninija u časopisu *Energija* iz 1965. (br. 3-4, str. 75)

čilišnog računskog centra (SRCE) i jedna od najzaslužnijih osoba za nabavu, instaliranje i uvođenje u nastavu elektroničke računalne opreme, prvog računala IBM1130 na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Predavao je kolegije Prijenos električne energije, Tehnika visokog napona i Stabilnost prijenosa električne energije. Autor je prvih knjiga o programiranju u Fortranu IV te koautor knjige *Matrične metode u analizi električnih mreža* (1975.). Dobio je Nagradu za znanstveni rad *Nikola Tesla* (1972.). (v. sliku 9.)

Boris Markovčić, hrvatski inženjer elektrotehnike (Zagreb, 9. IV. 1915. – Zagreb, 7. XI. 2006.). Diplomirao 1940. godine na Elektrotehničkom odjelu Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Prvo se bavio elektrifikacijom u Banovinskom elektrotehničkom poduzeću u Zagrebu i u Ministarstvu elektroprivrede u Beogradu. Nakon povratka u Zagreb bio je u razdoblju 1952. – 1957. asistent na Elektrotehničkom fakultetu, gdje je osnovao i gradio visokonaponski laboratorij, a zatim je radio u Institutu za elektroprivredu. Intenzivno se bavio prijenosom električne energije, dalekovodima i električnim mrežama. Na Elektrotehničkome fakultetu (1971. – 1994.) predavao je Veleprijenos električne energije.



PRIJENOS VELIKIH SNAGA ISTOSMJERNIM SISTEMOM VRLO VISOKOG NAPONA

Boris Markovčić, Zagreb

U kratkim crtama dan je historijat prijenosa istosmjernom strujom kao i usporedba toga sistema s trofaznim sistemom. Detaljno su opisani elementi istosmjernog sistema prijenosa: mutatorske stanice i prijenosni vodovi. Razmotren je kriterij primjene istosmjernog sistema uz poseban osvrt na praktičnu i eksperimentalnu primjenu u pojedinim zemljama. Zaključak je autora da je tehnika istosmjernog prijenosa svladana. U vezi toga praktična primjena već postoji (npr. podmorski kabel Francuska–Engleska), a na pragu je realizacija velepr.jenosa istosmjernim nadzemnim vodom Volgograd (bivši Staljingrad)–Donbas (SSSR).

DK 621.3.051.024 : 621.316.1

Kod prijenosa velikih električnih snaga redovito treba svladati i vrlo velike udaljenosti, što dovodi do potrebe izgradnje skupih prijenosnih uređaja. Prije nekih dvadesetak godina se smatralo, da će za trofazni sistem normalne frekvencije biti tehnička granica prijenosa negdje kod 400 km, te da neće biti drugog izlaza, već da se prihvati prijenos istosmjernom strujom. Međutim poznati trofazni veleprijenosi izgradeni poslije rata demantirali su takvo stanovište. Primjena istosmjernog prijenosnog sistema na kopnu danas je potpuno ekonomsko pitanje, dok se o tehničkoj granici prijenosnih mogućnosti trofaznog sistema može govoriti samo kod transporta električne energije podmorskim kabelom.

Istosmjerni sistem primijenjen u prijenosu velikih snaga razlikuje se od trofaznog u ovome:

a) istosmjernim prijenosnim uređajem mogu se povezati dva elektrosistema bez obzira na frekvenciju tih sistema, a regulacija prenesene snage neovisna je o frekvenciji i naponu;

b) nema problema stabilnosti kod prijenosa na velike daljine;

c) nadzemni vod istosmjernog sistema jednostavnije je konstrukcije zbog dva vodiča, vodiči su potpuno iskorišteni, jer nema pojave skin-efekta, što sve ima za posljedicu pojeftinjenje prijenosne linije;

d) kod kabelskih vodova nema struje nabijanja;

e) krajnje stanice istosmjernog prijenosa skuplje su od trofaznih zbog skupih mutatora, koji su najosjetljiviji elementi istosmjernog prijenosa;

f) međustanice u istosmjernoj prijenosnoj liniji predstavljaju poseban problem, zbog nemogućnosti isklapanja velikih istosmjernih snaga.

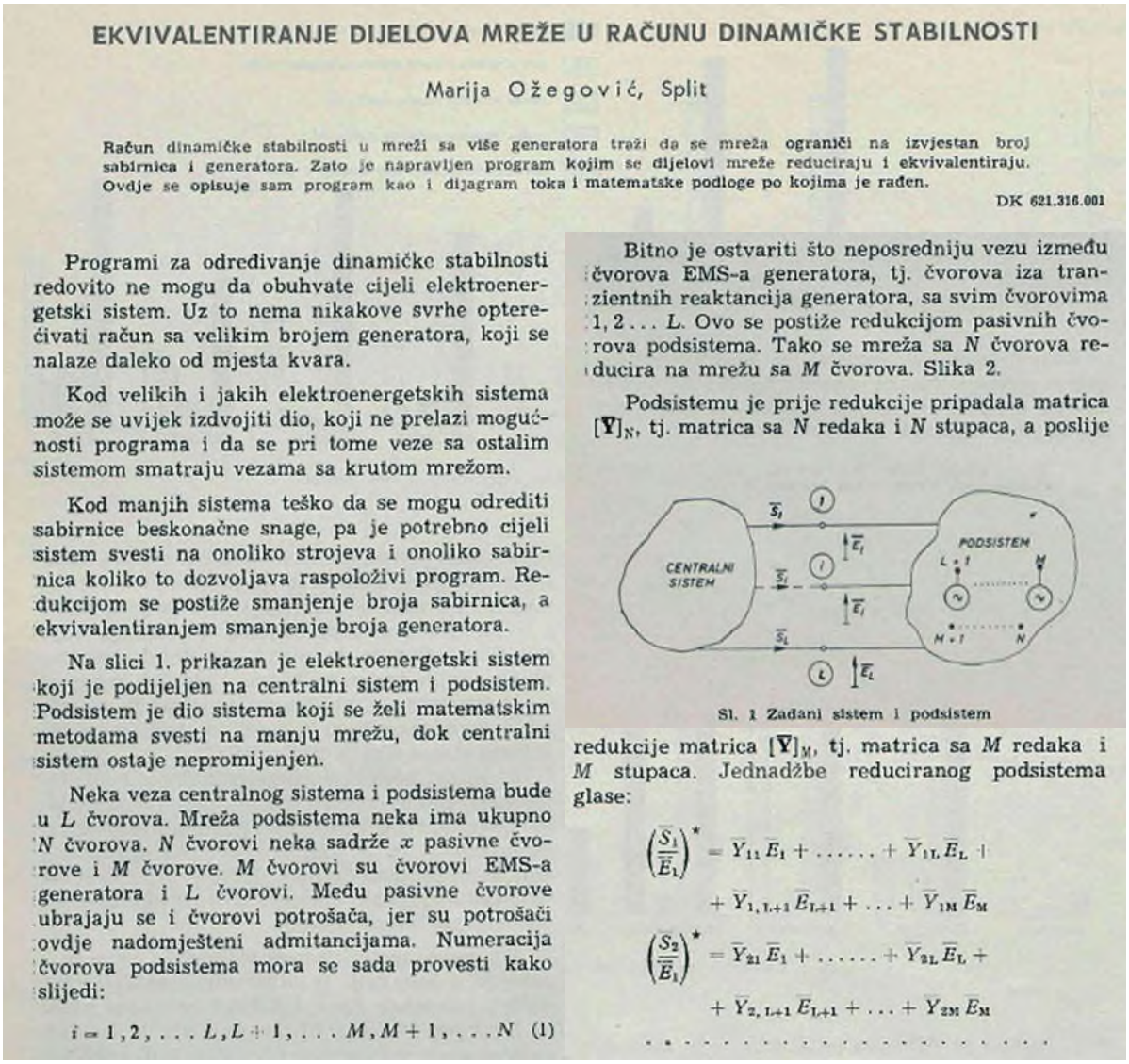
Ideja prijenosa istomjernom strujom visokog napona nije nova, jer je elektrotehnika na početku svojeg razvoja počela prenositi električnu energiju istosmjernim sistemom. Već 1882. sagrađen je za izložbu u Münchenu istosmjerni prijenos od 2000 V na rastojanju od 57 km prema zamisli Francuza M. Depreza. Zatim je švicarski inženjer René Thury izgradio 1887. u okolini Genove istosmjerni prijenos 12 kV na dužini od 30 km. Međutim uvođenjem vrlo praktičnog trofaznog sistema, napuštena je izgradnja daljnjih

Energija 1961, br. 9—10 315

Sl. 10.: Rad Borisa Markovčića u časopisu *Energija* iz 1961. godine (br. 9-10, str. 315)

Bio je urednik časopisa *Energija* (1963. – 1985.) i glavni tajnik Međunarodne konferencije za velike električne sustave (1976. – 1989.). Napisao je knjigu *Razvoj elektrifikacije Hrvatske* (I–II, 1984. i 1987.). Dobio je Nagradu za znanstveni rad *Nikola Tesla* (1973.). (v. sliku 10.)

Marija Ožegović, hrvatska inženjerka elektrotehnike (Sutivan, otok Brač, 1926.). Osnovnu i srednju školu pohađala je u Splitu do 1943., kad kao 17-godišnja ratna prognanica odlazi u El-Shatt, Egipat, gdje ostaje do 1946. godine. Nakon završetka studija zapošljava se kao elektroenergetski dispečer u Splitu od 1953. do 1964. godine. Od 1964. do umirovljenja 1993. godine zaposlena je na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje (FESB) Sveučilišta u Splitu. Na FESB-u intenzivno radi na obogaćivanju nastave iz kolegija: Rasklopna postrojenja, Električne mreže I, Električne mreže II, Električne mreže III i Električne mreže – izabrana poglavlja. Velik je doprinos nastavi i širenju znanja iz područja elektroenergetskih mreža ostvarila objavljivanjem niza udžbenika i knjiga, uz koautorstvo sa suprugom Karlom Ožegovićem, dugogodišnjim ista-



EKVIVALENTIRANJE DIJELOVA MREŽE U RAČUNU DINAMIČKE STABILNOSTI

Marija Ožegović, Split

Račun dinamičke stabilnosti u mreži sa više generatora traži da se mreža ograniči na izvjestan broj sabirnica i generatora. Zato je napravljen program kojim se dijelovi mreže reduciraju i ekvivalentiraju. Ovdje se opisuje sam program kao i dijagram toka i matematske podloge po kojima je rađen.

DK 621.316.001

Programi za određivanje dinamičke stabilnosti redovito ne mogu da obuhvate cijeli elektroenergetski sistem. Uz to nema nikakove svrhe opterećivati račun sa velikim brojem generatora, koji se nalaze daleko od mjesta kvara.

Kod velikih i jakih elektroenergetskih sistema može se uvijek izdvojiti dio, koji ne prelazi mogućnosti programa i da se pri tome veze sa ostalim sistemom smatraju vezama sa krutom mrežom.

Kod manjih sistema teško da se mogu odrediti sabirnice beskonačne snage, pa je potrebno cijeli sistem svesti na onoliko strojeva i onoliko sabirnica koliko to dozvoljava raspoloživi program. Redukcijom se postiže smanjenje broja sabirnica, a ekvivalentiranjem smanjenje broja generatora.

Na slici 1. prikazan je elektroenergetski sistem koji je podijeljen na centralni sistem i podsistem. Podsistem je dio sistema koji se želi matematskim metodama svesti na manju mrežu, dok centralni sistem ostaje nepromijenjen.

Neka veza centralnog sistema i podsistema bude u L čvorova. Mreža podsistema neka ima ukupno N čvorova. N čvorovi neka sadrže x pasivne čvorove i M čvorove. M čvorovi su čvorovi EMS-a generatora i L čvorovi. Među pasivne čvorove ubrajaju se i čvorovi potrošača, jer su potrošači ovdje nadomješteni admitancijama. Numeracija čvorova podsistema mora se sada provesti kako slijedi:

$$i = 1, 2, \ldots L, L+1, \ldots M, M+1, \ldots N \quad (1)$$

Bitno je ostvariti što neposredniju vezu između čvorova EMS-a generatora, tj. čvorova iza tranzientnih reaktancija generatora, sa svim čvorovima $1, 2 \ldots L$. Ovo se postiže redukcijom pasivnih čvorova podsistema. Tako se mreža sa N čvorova reducira na mrežu sa M čvorova. Slika 2.

Podsistemu je prije redukcije pripadala matrica $[\overline{Y}]_N$, tj. matrica sa N redaka i N stupaca, a poslije

Sl. 1 Zadani sistem i podsistem

redukcije matrica $[\overline{Y}]_M$, tj. matrica sa M redaka i M stupaca. Jednadžbe reduciranog podsistema glase:

$$\left(\frac{\overline{S}_1}{\overline{E}_1}\right)^* = \overline{Y}_{11}\overline{E}_1 + \ldots\ldots + \overline{Y}_{1L}\overline{E}_L + \\ + \overline{Y}_{1,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{1M}\overline{E}_M$$

$$\left(\frac{\overline{S}_2}{\overline{E}_1}\right)^* = \overline{Y}_{21}\overline{E}_1 + \ldots\ldots + \overline{Y}_{2L}\overline{E}_L + \\ + \overline{Y}_{2,L+1}\overline{E}_{L+1} + \ldots + \overline{Y}_{2M}\overline{E}_M$$

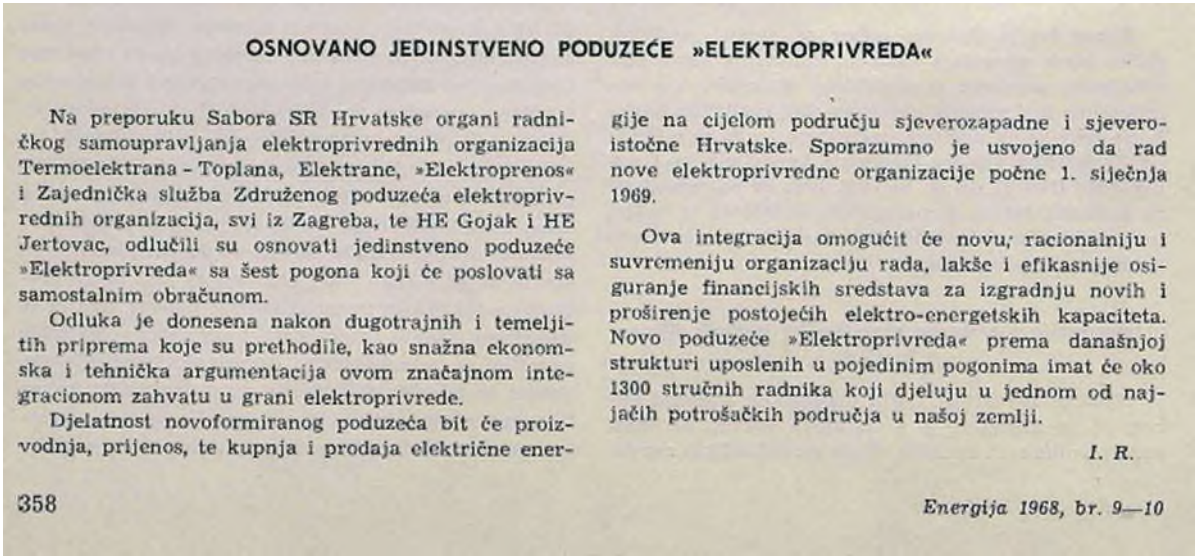
. . . . . .

Sl. 11.: Rad Marije Ožegović u časopisu *Energija* iz 1970. godine (br. 1-2, str. 20)

knutim djelatnikom i tehničkim direktorom tvrtke Elektroprijenos − Split. (v. sliku 11.)

Božo Udovičić, **Milan Šodan**, **Jacob Lucati**, **Nikola Bilčar**, **Josip Moser**, …. kao i mnogi drugi koji su razvijali teoriju elektroenergetike i tehnologija i opisivali praksu primjene znanja za izgradnju i pogon elektroenergetskih postrojenja. Jednako tako, može se naći i dosta povijesnih podataka o organizacijama elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj. Jedan od takvih je i podatak da se 1. siječnja 1969. udružilo šest pogona u jedinstveno poduzeće nazvano Elektroprivreda (*Energija*, 1968., br. 9-10, str. 358), v. sliku 12.

Ove, 2019. godine, navršava se 100 godina tehničkih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Sveučilište u Zagrebu osnovano je 23. rujna 1669. godine, slika 13.



OSNOVANO JEDINSTVENO PODUZEĆE »ELEKTROPRIVREDA«

Na preporuku Sabora SR Hrvatske organi radničkog samoupravljanja elektroprivrednih organizacija Termoelektrana - Toplana, Elektrane, »Elektroprenos« i Zajednička služba Združenog poduzeća elektroprivrednih organizacija, svi iz Zagreba, te HE Gojak i HE Jertovac, odlučili su osnovati jedinstveno poduzeće »Elektroprivreda« sa šest pogona koji će poslovati sa samostalnim obračunom.

Odluka je donesena nakon dugotrajnih i temeljitih priprema koje su prethodile, kao snažna ekonomska i tehnička argumentacija ovom značajnom integracionom zahvatu u grani elektroprivrede.

Djelatnost novoformiranog poduzeća bit će proizvodnja, prijenos, te kupnja i prodaja električne energije na cijelom području sjeverozapadne i sjeveroistočne Hrvatske. Sporazumno je usvojeno da rad nove elektroprivredne organizacije počne 1. siječnja 1969.

Ova integracija omogućit će novu, racionalniju i suvremeniju organizaciju rada, lakše i efikasnije osiguranje financijskih sredstava za izgradnju novih i proširenje postojećih elektro-energetskih kapaciteta. Novo poduzeće »Elektroprivreda« prema današnjoj strukturi uposlenih u pojedinim pogonima imat će oko 1300 stručnih radnika koji djeluju u jednom od najjačih potrošačkih područja u našoj zemlji.

I. R.

358 *Energija 1968, br. 9—10*

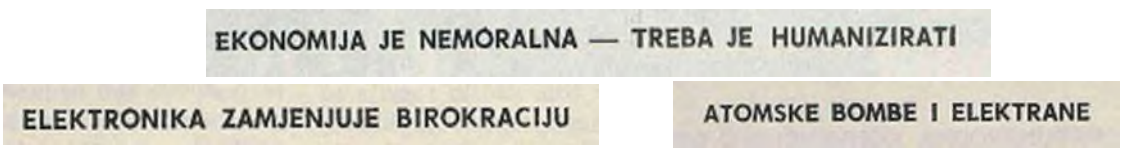
Sl. 12.: Povijesni podatak, *Energija* iz 1968. godine (br. 9-10, str. 358)

Tog je dana car austrijski i kralj hrvatski Leopold I. potpisao u mjestu Ebersdorfu povelju kojom se Isusovačkoj akademiji u Zagrebu daju sva prava i povlastice koja uživaju i sva druga sveučilišta u Europi.

Godine 1956. Tehnički fakultet podijeljen je na: Arhitektonsko-građevinsko-geodetski, Elektrotehnički, Strojarsko-brodograđevni i Kemijsko-prehrambeno-rudarski fakultet. U toj grupaciji, nakon nekoliko organizacijskih promjena, danas djeluju sljedeći fakulteti: Arhitektonski fakultet, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Fakultet prometnih znanosti, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Geodetski fakultet, Geotehnički fakultet, Građevinski fakultet, Grafički fakultet, Metalurški fakultet, Rudarsko-geološko-naftni fakultet i Tekstilno-tehnološki fakultet.

Za sam časopis najvažniji je ipak bio tadašnji Elektrotehnički fakultet, danas Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Prema tim podacima, na Elektrotehničkom fakultetu do 1970. diplomiralo je 2815 inženjera elektrotehnike, doktoriralo 45, a magistriralo 79 inženjera elektrotehnike.

Osim stručnih i znanstvenih radova te radova o pojedinim značajnim događajima iz povijesti, bilo je i radova ‘rubno filozofskih’, koji su nosili naslove:

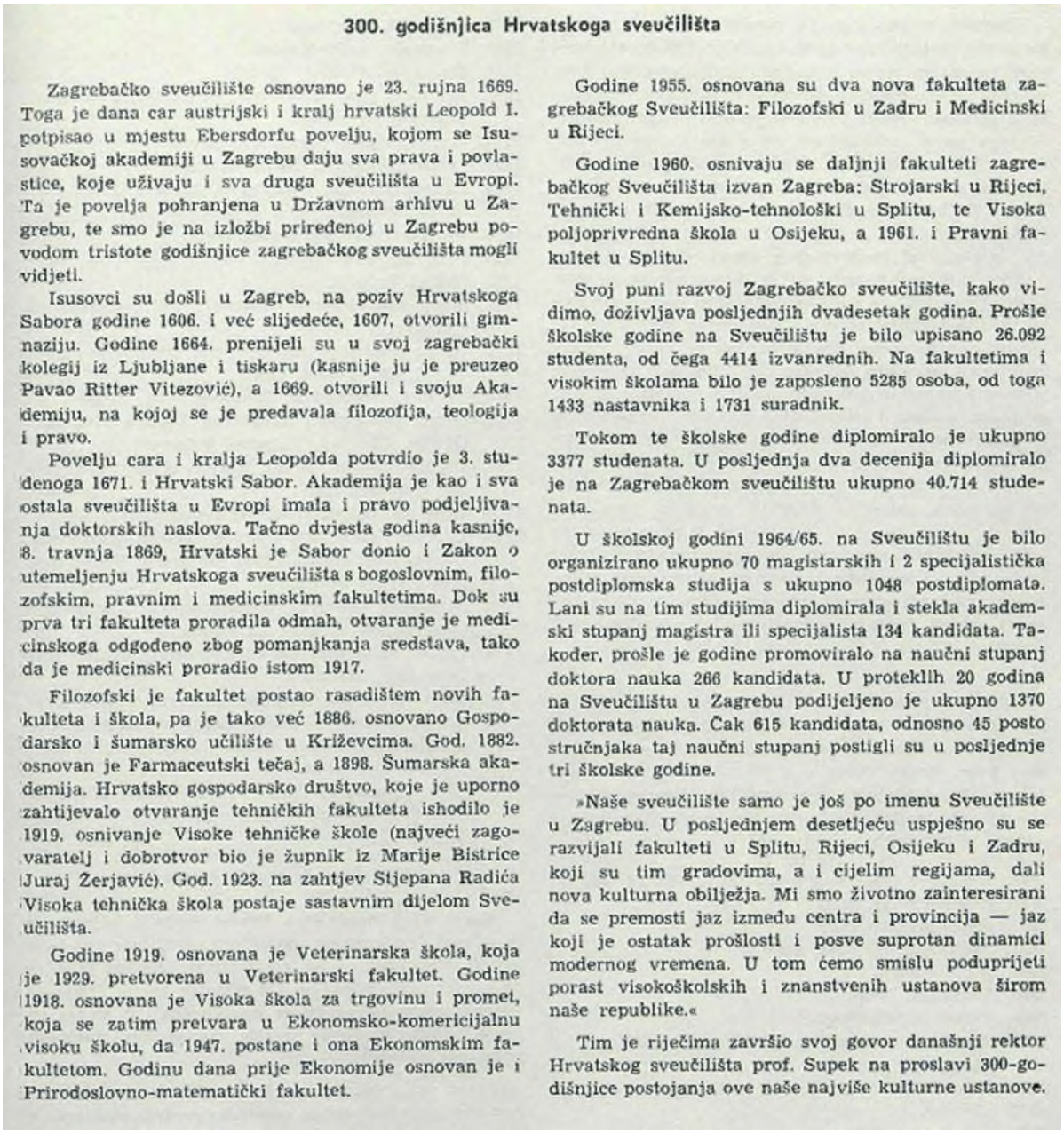


EKONOMIJA JE NEMORALNA — TREBA JE HUMANIZIRATI

ELEKTRONIKA ZAMJENJUJE BIROKRACIJU

ATOMSKE BOMBE I ELEKTRANE

objavljenih u godišnjaku časopisa *Energija*, 1969. godine. Nema sumnje da se i tad razgovaralo o pojedinim društvenim aspektima elektroenergetike i ekonomije koja je pratila proizvodnju i prodaju električne energije.



300. godišnjica Hrvatskoga sveučilišta

Zagrebačko sveučilište osnovano je 23. rujna 1669. Toga je dana car austrijski i kralj hrvatski Leopold I. potpisao u mjestu Ebersdorfu povelju, kojom se Isusovačkoj akademiji u Zagrebu daju sva prava i povlastice, koje uživaju i sva druga sveučilišta u Evropi. Ta je povelja pohranjena u Državnom arhivu u Zagrebu, te smo je na izložbi priređenoj u Zagrebu povodom tristote godišnjice zagrebačkog sveučilišta mogli vidjeti.

Isusovci su došli u Zagreb, na poziv Hrvatskoga Sabora godine 1606. i već slijedeće, 1607, otvorili gimnaziju. Godine 1664. prenijeli su u svoj zagrebački kolegij iz Ljubljane i tiskaru (kasnije ju je preuzeo Pavao Ritter Vitezović), a 1669. otvorili i svoju Akademiju, na kojoj se je predavala filozofija, teologija i pravo.

Povelju cara i kralja Leopolda potvrdio je 3. studenoga 1671. i Hrvatski Sabor. Akademija je kao i sva ostala sveučilišta u Evropi imala i pravo podjeljivanja doktorskih naslova. Tačno dvjesta godina kasnije, 8. travnja 1869, Hrvatski je Sabor donio i Zakon o utemeljenju Hrvatskoga sveučilišta s bogoslovnim, filozofskim, pravnim i medicinskim fakultetima. Dok su prva tri fakulteta proradila odmah, otvaranje je medicinskoga odgođeno zbog pomanjkanja sredstava, tako da je medicinski proradio istom 1917.

Filozofski je fakultet postao rasadištem novih fakulteta i škola, pa je tako već 1886. osnovano Gospodarsko i šumarsko učilište u Križevcima. God. 1882. osnovan je Farmaceutski tečaj, a 1898. Šumarska akademija. Hrvatsko gospodarsko društvo, koje je uporno zahtijevalo otvaranje tehničkih fakulteta ishodilo je 1919. osnivanje Visoke tehničke škole (najveći zagovaratelj i dobrotvor bio je župnik iz Marije Bistrice Juraj Žerjavić). God. 1923. na zahtjev Stjepana Radića Visoka tehnička škola postaje sastavnim dijelom Sveučilišta.

Godine 1919. osnovana je Veterinarska škola, koja je 1929. pretvorena u Veterinarski fakultet. Godine 1918. osnovana je Visoka škola za trgovinu i promet, koja se zatim pretvara u Ekonomsko-komericijalnu visoku školu, da 1947. postane i ona Ekonomskim fakultetom. Godinu dana prije Ekonomije osnovan je i Prirodoslovno-matematički fakultet.

Godine 1955. osnovana su dva nova fakulteta zagrebačkog Sveučilišta: Filozofski u Zadru i Medicinski u Rijeci.

Godine 1960. osnivaju se daljnji fakulteti zagrebačkog Sveučilišta izvan Zagreba: Strojarski u Rijeci, Tehnički i Kemijsko-tehnološki u Splitu, te Visoka poljoprivredna škola u Osijeku, a 1961. i Pravni fakultet u Splitu.

Svoj puni razvoj Zagrebačko sveučilište, kako vidimo, doživljava posljednjih dvadesetak godina. Prošle školske godine na Sveučilištu je bilo upisano 26.092 studenta, od čega 4414 izvanrednih. Na fakultetima i visokim školama bilo je zaposleno 5285 osoba, od toga 1433 nastavnika i 1731 suradnik.

Tokom te školske godine diplomiralo je ukupno 3377 studenata. U posljednja dva decenija diplomiralo je na Zagrebačkom sveučilištu ukupno 40.714 studenata.

U školskoj godini 1964/65. na Sveučilištu je bilo organizirano ukupno 70 magistarskih i 2 specijalistička postdiplomska studija s ukupno 1048 postdiplomata. Lani su na tim studijima diplomirala i stekla akademski stupanj magistra ili specijalista 134 kandidata. Također, prošle je godine promoviralo na naučni stupanj doktora nauka 266 kandidata. U proteklih 20 godina na Sveučilištu u Zagrebu podijeljeno je ukupno 1370 doktorata nauka. Čak 615 kandidata, odnosno 45 posto stručnjaka taj naučni stupanj postigli su u posljednje tri školske godine.

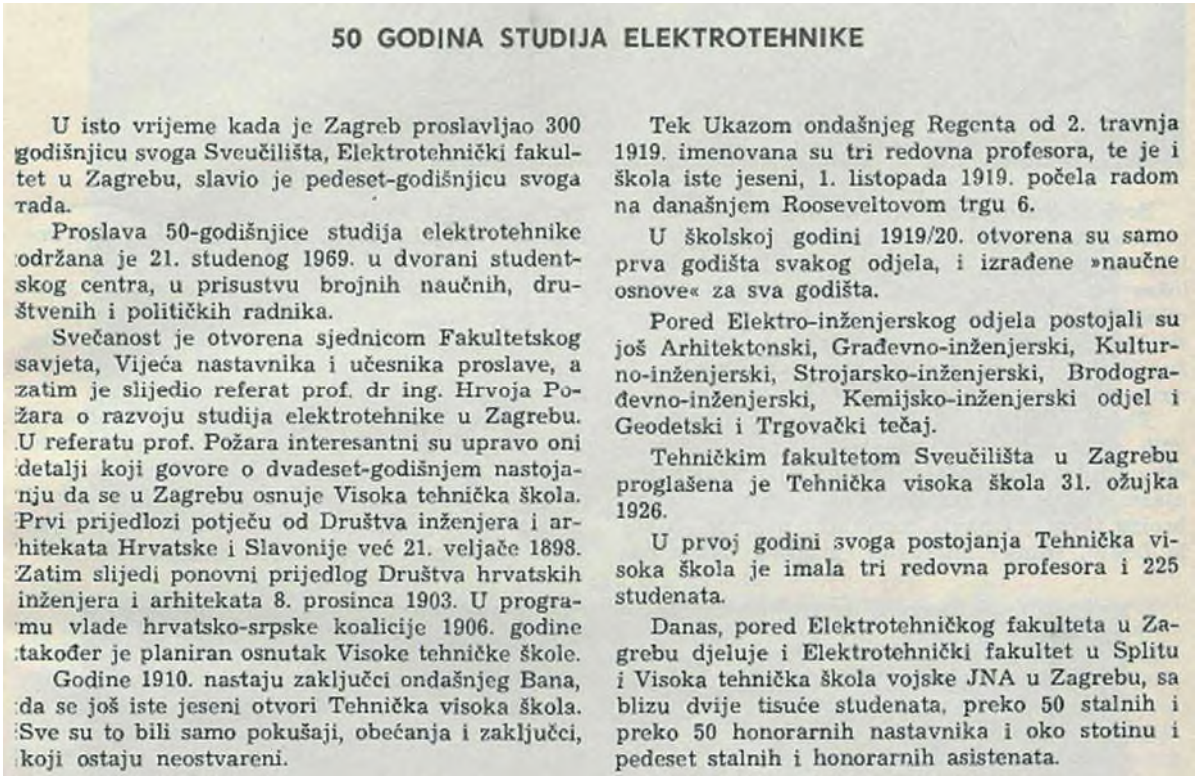
»Naše sveučilište samo je još po imenu Sveučilište u Zagrebu. U posljednjem desetljeću uspješno su se razvijali fakulteti u Splitu, Rijeci, Osijeku i Zadru, koji su tim gradovima, a i cijelim regijama, dali nova kulturna obilježja. Mi smo životno zainteresirani da se premosti jaz između centra i provincija — jaz koji je ostatak prošlosti i posve suprotan dinamici modernog vremena. U tom ćemo smislu podupirjeti porast visokoškolskih i znanstvenih ustanova širom naše republike.«

Tim je riječima završio svoj govor današnji rektor Hrvatskog sveučilišta prof. Supek na proslavi 300-godišnjice postojanja ove naše najviše kulturne ustanove.

Sl. 13.: Poruke Uredništva časopisa *Energija* 1969. godine (str. 339)

3. Izgradnja proizvodnih postrojenja

Te godine jedne su od najintenzivnijih u izgradnji proizvodnih elektroenergetskih postrojenja u hidroenergetskom i termoenergetskom odnosno toplinskom sektoru. Gradile su se HE Senj, HE Peruća, HE Gojak, HE Rijeka, HE Dubrovnik odnosno cijeli hidrotehnički sustav na rijeci Trebišnjici, HE Zakučac, HE Orlovac, HE Varaždin i ostale kao i TE TO Zagreb, TE Sisak, TE TO Rijeka, TE Plomin itd. Neke su bile planirane i nisu se ostvarile niti do danas kao što je HE Podsused, slike 15. −18.



50 GODINA STUDIJA ELEKTROTEHNIKE

U isto vrijeme kada je Zagreb proslavljao 300 godišnjicu svoga Sveučilišta, Elektrotehnički fakultet u Zagrebu, slavio je pedeset-godišnjicu svoga rada.

Proslava 50-godišnjice studija elektrotehnike održana je 21. studenog 1969. u dvorani studentskog centra, u prisustvu brojnih naučnih, društvenih i političkih radnika.

Svečanost je otvorena sjednicom Fakultetskog savjeta, Vijeća nastavnika i učesnika proslave, a zatim je slijedio referat prof. dr ing. Hrvoja Požara o razvoju studija elektrotehnike u Zagrebu. U referatu prof. Požara interesantni su upravo oni detalji koji govore o dvadeset-godišnjem nastojanju da se u Zagrebu osnuje Visoka tehnička škola. Prvi prijedlozi potječu od Društva inženjera i arhitekata Hrvatske i Slavonije već 21. veljače 1898. Zatim slijedi ponovni prijedlog Društva hrvatskih inženjera i arhitekata 8. prosinca 1903. U programu vlade hrvatsko-srpske koalicije 1906. godine također je planiran osnutak Visoke tehničke škole.

Godine 1910. nastaju zaključci ondašnjeg Bana, da se još iste jeseni otvori Tehnička visoka škola. Sve su to bili samo pokušaji, obećanja i zaključci, koji ostaju neostvareni.

Tek Ukazom ondašnjeg Regenta od 2. travnja 1919. imenovana su tri redovna profesora, te je i škola iste jeseni, 1. listopada 1919. počela radom na današnjem Rooseveltovom trgu 6.

U školskoj godini 1919/20. otvorena su samo prva godišta svakog odjela, i izrađene »naučne osnove« za sva godišta.

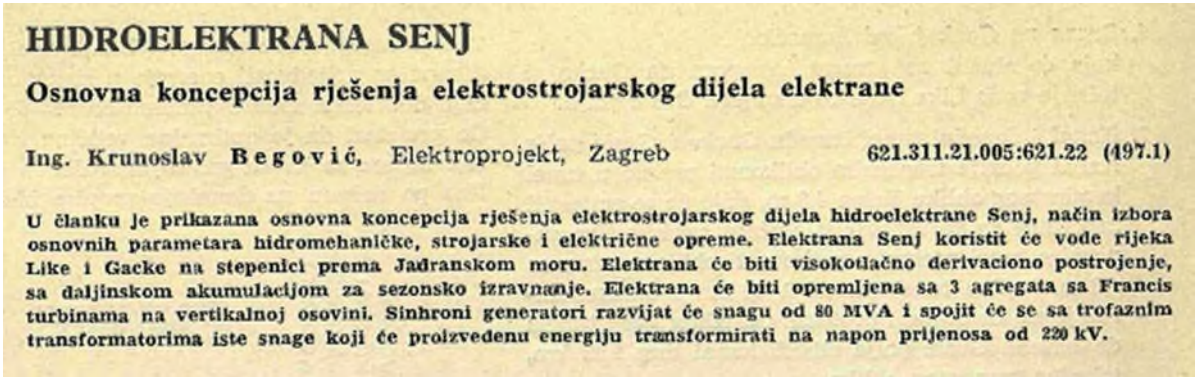
Pored Elektro-inženjerskog odjela postojali su još Arhitektonski, Građevno-inženjerski, Kulturno-inženjerski, Strojarsko-inženjerski, Brodograđevno-inženjerski, Kemijsko-inženjerski odjel i Geodetski i Trgovački tečaj.

Tehničkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu proglašena je Tehnička visoka škola 31. ožujka 1926.

U prvoj godini svoga postojanja Tehnička visoka škola je imala tri redovna profesora i 225 studenata.

Danas, pored Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu djeluje i Elektrotehnički fakultet u Splitu i Visoka tehnička škola vojske JNA u Zagrebu, sa blizu dvije tisuće studenata, preko 50 stalnih i preko 50 honorarnih nastavnika i oko stotinu i pedeset stalnih i honorarnih asistenata.

Sl. 14.: Uvodnik časopisa *Energija* 1970. godine (br. 1-2, str. 1)



HIDROELEKTRANA SENJ

Osnovna koncepcija rješenja elektrostrojarskog dijela elektrane

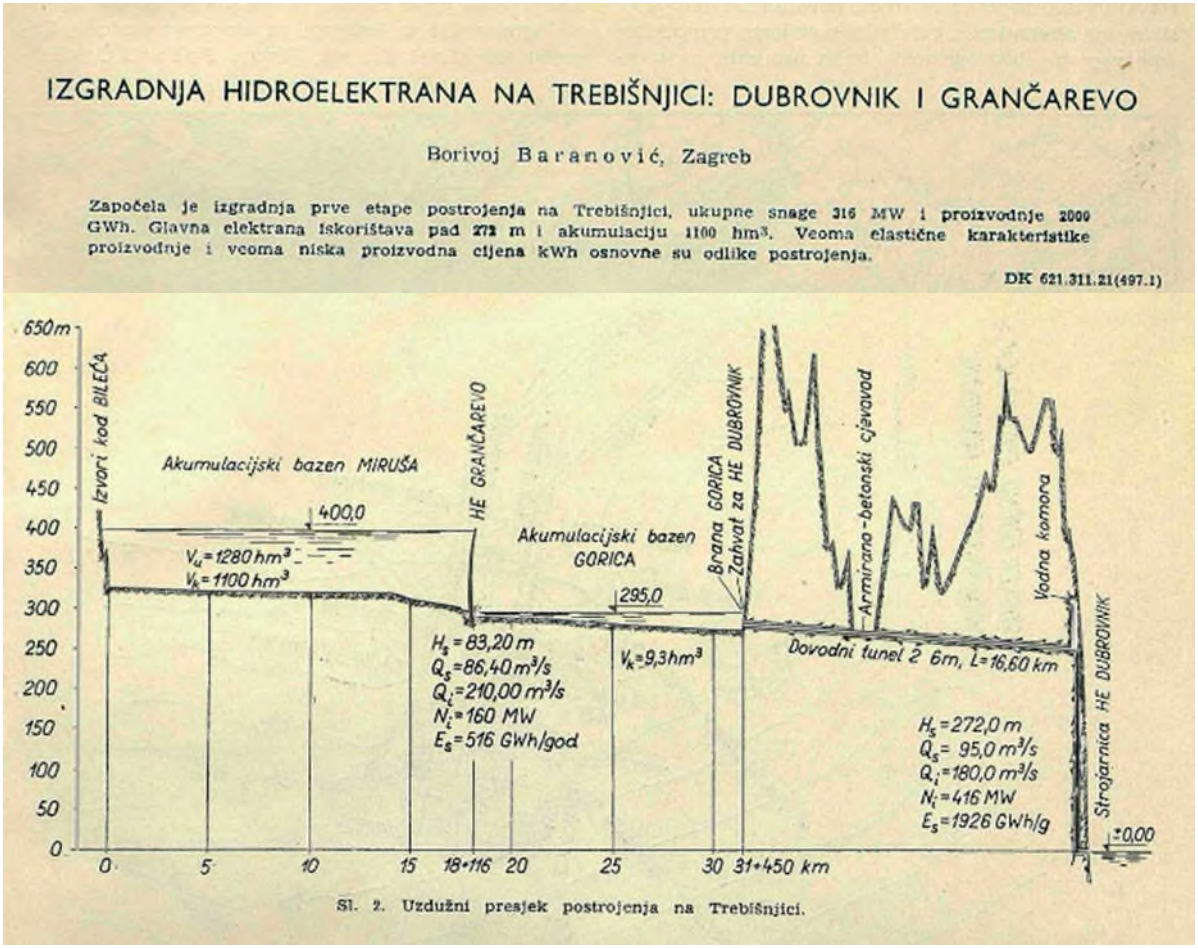
Ing. Krunoslav **Begović**, Elektroprojekt, Zagreb 621.311.21.005:621.22 (497.1)

U članku je prikazana osnovna koncepcija rješenja elektrostrojarskog dijela hidroelektrane Senj, način izbora osnovnih parametara hidromehaničke, strojarske i električne opreme. Elektrana Senj koristit će vode rijeka Like i Gacke na stepenici prema Jadranskom moru. Elektrana će biti visokotlačno derivaciono postrojenje, sa daljinskom akumulacijom za sezonsko izravnanje. Elektrana će biti opremljena sa 3 agregata sa Francis turbinama na vertikalnoj osovini. Sinhroni generatori razvijat će snagu od 80 MVA i spojit će se sa trofaznim transformatorima iste snage koji će proizvedenu energiju transformirati na napon prijenosa od 220 kV.

Sl. 15.: Osnovna koncepcija HE Senj, *Energija* iz 1958. godine (br. 7-8, str. 197)

Dalje u tekstu navedeni su tek pojedini izvadci iz pojedinih brojeva časopisa *Energija* za neke odabrane projekte proizvodnje električne energije. Karakteristično je to što se mogu naći vrlo detaljni opisi koncepta izgradnje, detaljni tehnički podaci o građevinskim radovima, kao i o elektrostrojarskom dijelu opreme, odnosno o proračunima potrebne izgradnje prije nego se uopće pristupi projektiranju postrojenja.

Objavljeni su i radovi o analizama potencijalnih lokacija za izgradnju nuklearne elektrane, koja je sasvim sigurno pridonijela da se nuklearna elektrana i izgradi, slika 19. Rad je napisao nedavno preminuli dr. sc. Niko Malbaša, član Međunarodnog uređivačkog odbora današnjeg časopisa *Journal of Energy*.



IZGRADNJA HIDROELEKTRANA NA TREBIŠNJICI: DUBROVNIK I GRANČAREVO

Borivoj Baranović, Zagreb

Započela je izgradnja prve etape postrojenja na Trebišnjici, ukupne snage 316 MW i proizvodnje 2000 GWh. Glavna elektrana iskorištava pad 272 m i akumulaciju 1100 hm³. Veoma elastične karakteristike proizvodnje i veoma niska proizvodna cijena kWh osnovne su odlike postrojenja.

DK 621.311.21(497.1)

Sl. 2. Uzdužni presjek postrojenja na Trebišnjici.

Sl. 16.: Osnovna koncepcija HE na rijeci Trebišnjici, *Energija* iz 1959. godine (br. 1-2, str. 1)

IZBOR TIPA PROIZVODNIH GRUPA ZA HIDROELEKTRANU PODSUSED

Krunoslav Begović, Zagreb

Za hidroelektranu na rijeci Savi kod Podsuseda trebalo je odabrati najprikladniji tip agregata. Opisane su provedene analize različitih rješenja i kriteriji za izbor. Na kraju su dane tehničko-ekonomske usporedbe varijanti i opravdan izbor izvedbe proizvodnih grupa u »kruški«.

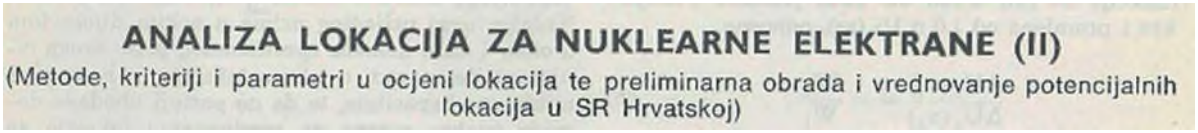
Sl. 17.: Izbor tipa proizvodnih grupa za HE Podsused, *Energija* iz 1971. godine (br. 3-4, str. 88)

IZGRADNJA | TE PLOMIN

U izgradnji TE Plomin učestvuju poduzeća »Tehnika« i »Hidroelektra« iz Zagreba, »Hidromontaža« iz Maribora, te glavni isporučioci opreme »Đuro Đaković«, »Rade Končar«, »Jugoturbina«, »Litostroj«, »Braća Kavurić« i dr.

Nadzor na izvedbenim radovima TE Plomin vrše stručne ekipe« poduzeća »Elektroprojekt«, koje je i projektiralo ovu termoelektranu. *I. R.*

Sl. 18.: Izgradnja TE Plomin, *Energija* iz 1969. godine (br. 9-10., str. 324)



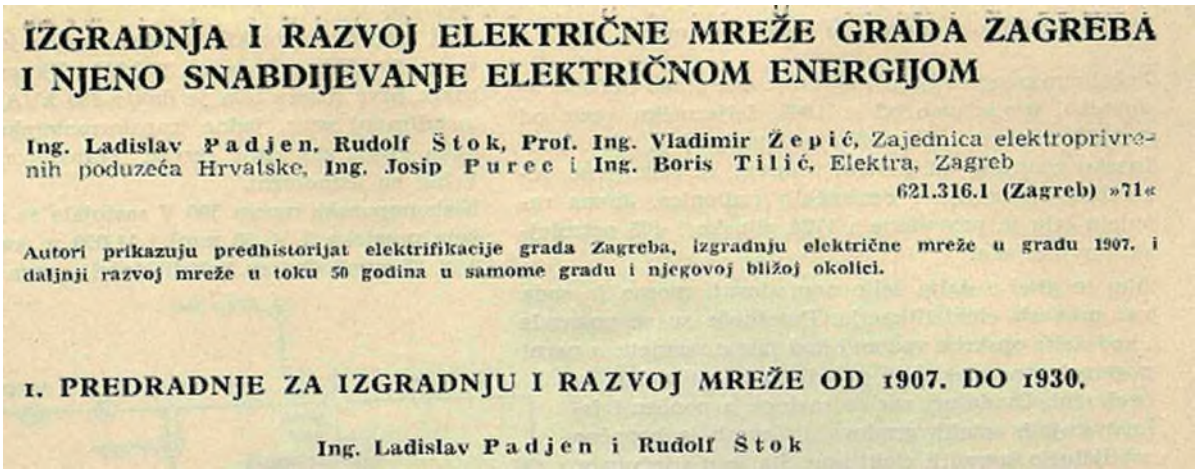
ANALIZA LOKACIJA ZA NUKLEARNE ELEKTRANE (II)

(Metode, kriteriji i parametri u ocjeni lokacija te preliminarna obrada i vrednovanje potencijalnih lokacija u SR Hrvatskoj)

Sl. 19.: Analiza lokacija za nuklearnu elektranu, *Energija* iz 1981. godine (br. 1-2., str. 3)

4. Razvoj i izgradnja prijenosne i distribucijske mreže

Velika je pozornost posvećena i analizama, razvoju i izgradnji prijenosne i distribucijske mreže. U *Energiji* se tako mogu naći osim same teorije i podaci o povijesnom razvitku pojedinih dijelova elektroenergetskog sustava, slika 20. Početkom 60-ih godina počinje razvoj 220 kV mreže i o tome se može naći dosta podataka kao što je pokazano na slici 21.



IZGRADNJA I RAZVOJ ELEKTRIČNE MREŽE GRADA ZAGREBA I NJENO SNABDIJEVANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Ing. Ladislav Padjen, Rudolf Štok, Prof. Ing. Vladimir Žepić, Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Ing. Josip Purec i Ing. Boris Tilić, Elektra, Zagreb

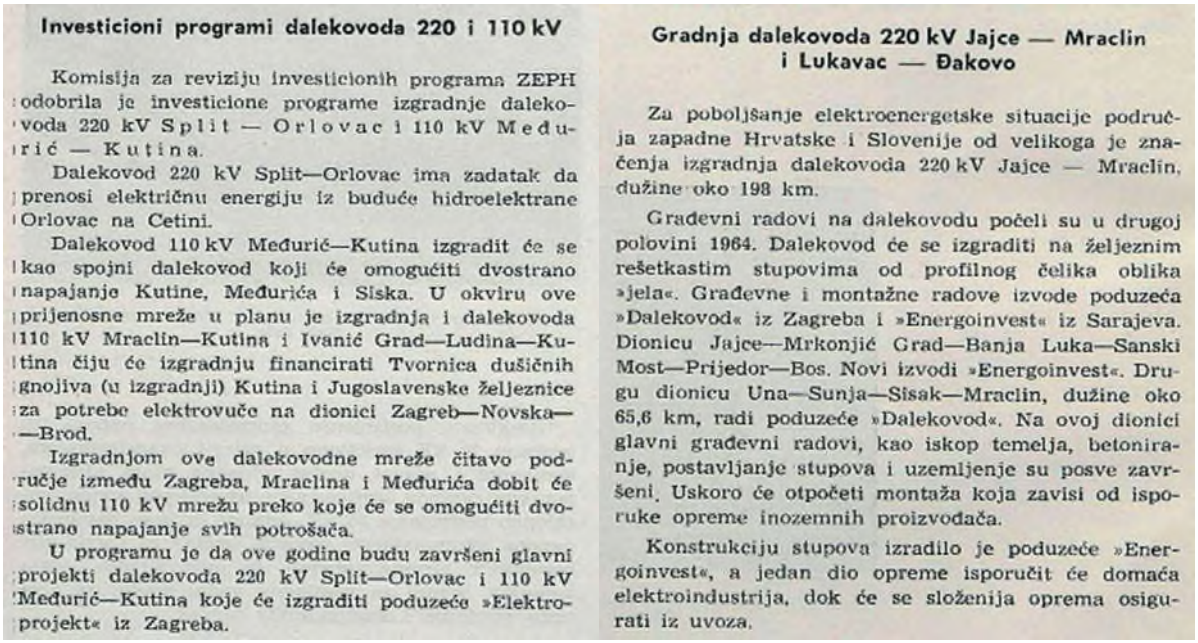
621.316.1 (Zagreb) »71«

Autori prikazuju predhistorijat elektrifikacije grada Zagreba, izgradnju električne mreže u gradu 1907. i daljnji razvoj mreže u toku 50 godina u samome gradu i njegovoj bližoj okolici.

1. PREDRADNJE ZA IZGRADNJU I RAZVOJ MREŽE OD 1907. DO 1930.

Ing. Ladislav Padjen i Rudolf Štok

Sl. 20.: Povijest razvoja mreže grada Zagreba, *Energija* iz 1958. godine (br. 10, str. 357)



Investicioni programi dalekovoda 220 i 110 kV

Komisija za reviziju investicionih programa ZEPH odobrila je investicione programe izgradnje dalekovoda 220 kV Split — Orlovac i 110 kV Međurić — Kutina.

Dalekovod 220 kV Split—Orlovac ima zadatak da prenosi električnu energiju iz buduće hidroelektrane Orlovac na Cetini.

Dalekovod 110 kV Međurić—Kutina izgradit će se kao spojni dalekovod koji će omogućiti dvostrano napajanje Kutine, Međurića i Siska. U okviru ove prijenosne mreže u planu je izgradnja i dalekovoda 110 kV Mraclin—Kutina i Ivanić Grad—Ludina—Kutina čiju će izgradnju financirati Tvornica dušičnih gnojiva (u izgradnji) Kutina i Jugoslavenske željeznice za potrebe elektrovuče na dionici Zagreb—Novska—Brod.

Izgradnjom ove dalekovodne mreže čitavo područje između Zagreba, Mraclina i Međurića dobit će solidnu 110 kV mrežu preko koje će se omogućiti dvostrano napajanje svih potrošača.

U programu je da ove godine budu završeni glavni projekti dalekovoda 220 kV Split—Orlovac i 110 kV Međurić—Kutina koje će izgraditi poduzeće »Elektroprojekt« iz Zagreba.

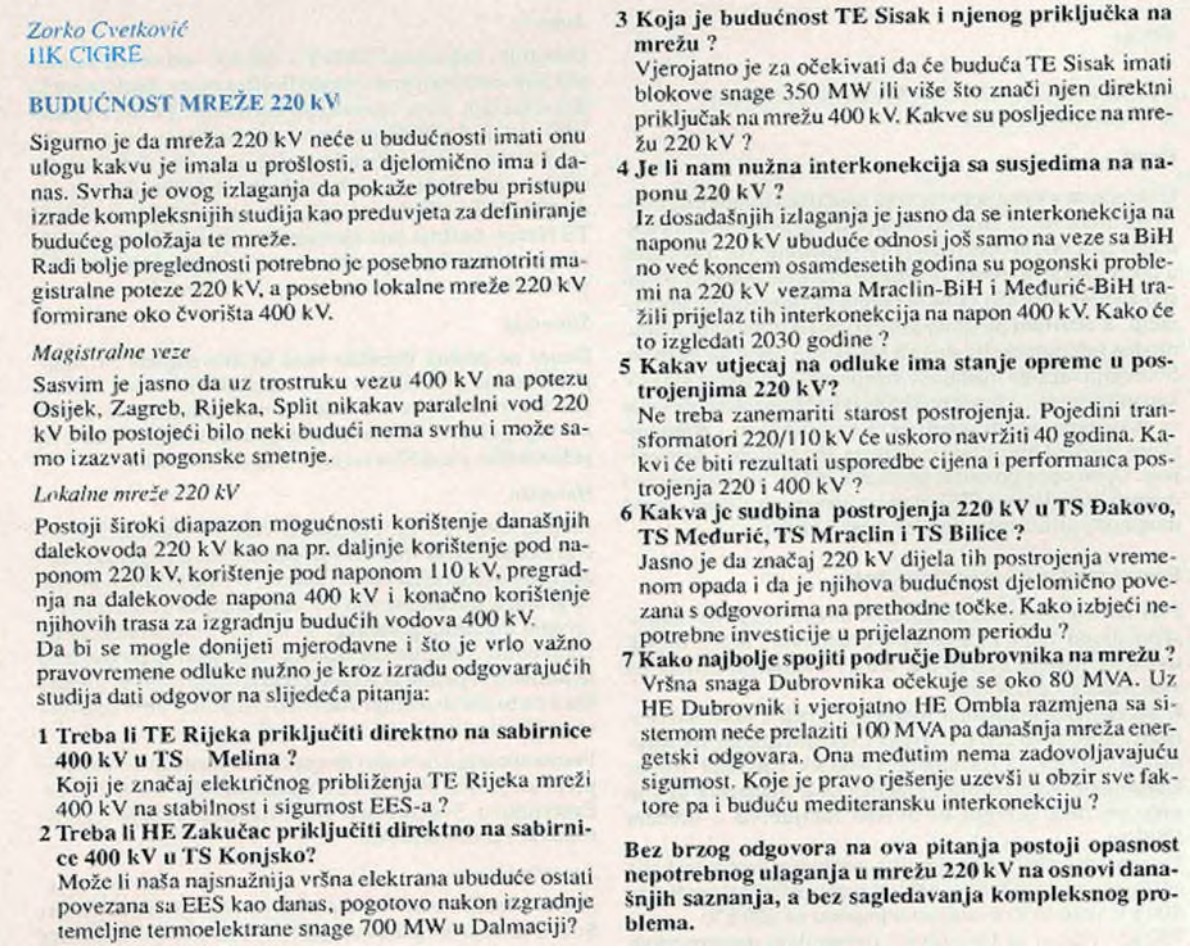
Gradnja dalekovoda 220 kV Jajce — Mraclin i Lukavac — Đakovo

Za poboljšanje elektroenergetske situacije područja zapadne Hrvatske i Slovenije od velikoga je značenja izgradnja dalekovoda 220 kV Jajce — Mraclin, dužine oko 198 km.

Građevni radovi na dalekovodu počeli su u drugoj polovini 1964. Dalekovod će se izgraditi na željeznim rešetkastim stupovima od profilnog čelika oblika »jela«. Građevne i montažne radove izvode poduzeća »Dalekovod« iz Zagreba i »Energoinvest« iz Sarajeva. Dionicu Jajce—Mrkonjić Grad—Banja Luka—Sanski Most—Prijedor—Bos. Novi izvodi »Energoinvest«. Drugu dionicu Una—Sunja—Sisak—Mraclin, dužine oko 65,6 km, radi poduzeće »Dalekovod«. Na ovoj dionici glavni građevni radovi, kao iskop temelja, betoniranje, postavljanje stupova i uzemljenje su posve završeni. Uskoro će otpočeti montaža koja zavisi od isporuke opreme inozemnih proizvođača.

Konstrukciju stupova izradilo je poduzeće »Energoinvest«, a jedan dio opreme isporučit će domaća elektroindustrija, dok će se složenija oprema osigurati iz uvoza.

Sl. 21.: Razvoj 220 kV mreže te interkonekcija (danas) s BiH, *Energija* iz 1964. i 1965. godine



Zorko Cvetković
HK CIGRE

BUDUĆNOST MREŽE 220 kV

Sigurno je da mreža 220 kV neće u budućnosti imati onu ulogu kakvu je imala u prošlosti, a djelomično ima i danas. Svrha je ovog izlaganja da pokaže potrebu pristupu izrade kompleksnijih studija kao preduvjeta za definiranje budućeg položaja te mreže.
Radi bolje preglednosti potrebno je posebno razmotriti magistralne poteze 220 kV, a posebno lokalne mreže 220 kV formirane oko čvorišta 400 kV.

Magistralne veze

Sasvim je jasno da uz trostruku vezu 400 kV na potezu Osijek, Zagreb, Rijeka, Split nikakav paralelni vod 220 kV bilo postojeći bilo neki budući nema svrhu i može samo izazvati pogonske smetnje.

Lokalne mreže 220 kV

Postoji široki diapazon mogućnosti korištenje današnjih dalekovoda 220 kV kao na pr. daljnje korištenje pod naponom 220 kV, korištenje pod naponom 110 kV, pregradnja na dalekovode napona 400 kV i konačno korištenje njihovih trasa za izgradnju budućih vodova 400 kV.
Da bi se mogle donijeti mjerodavne i što je vrlo važno pravovremene odluke nužno je kroz izradu odgovarajućih studija dati odgovor na slijedeća pitanja:

1 Treba li TE Rijeka priključiti direktno na sabirnice 400 kV u TS Melina ?
Koji je značaj električnog približenja TE Rijeka mreži 400 kV na stabilnost i sigurnost EES-a ?

2 Treba li HE Zakučac priključiti direktno na sabirnice 400 kV u TS Konjsko?
Može li naša najsnažnija vršna elektrana ubuduće ostati povezana sa EES kao danas, pogotovo nakon izgradnje temeljne termoelektrane snage 700 MW u Dalmaciji?

3 Koja je budućnost TE Sisak i njenog priključka na mrežu ?
Vjerojatno je za očekivati da će buduća TE Sisak imati blokove snage 350 MW ili više što znači njen direktni priključak na mrežu 400 kV. Kakve su posljedice na mrežu 220 kV ?

4 Je li nam nužna interkonekcija sa susjedima na naponu 220 kV ?
Iz dosadašnjih izlaganja je jasno da se interkonekcija na naponu 220 kV ubuduće odnosi još samo na veze sa BiH no već koncem osamdesetih godina su pogonski problemi na 220 kV vezama Mraclin-BiH i Međurić-BiH tražili prijelaz tih interkonekcija na napon 400 kV. Kako će to izgledati 2030 godine ?

5 Kakav utjecaj na odluke ima stanje opreme u postrojenjima 220 kV?
Ne treba zanemariti starost postrojenja. Pojedini transformatori 220/110 kV će uskoro navršiti 40 godina. Kakvi će biti rezultati usporedbe cijena i performanca postrojenja 220 i 400 kV ?

6 Kakva je sudbina postrojenja 220 kV u TS Đakovo, TS Međurić, TS Mraclin i TS Bilice ?
Jasno je da značaj 220 kV dijela tih postrojenja vremenom opada i da je njihova budućnost djelomično povezana s odgovorima na prethodne točke. Kako izbjeći nepotrebne investicije u prijelaznom periodu ?

7 Kako najbolje spojiti područje Dubrovnika na mrežu ?
Vršna snaga Dubrovnika očekuje se oko 80 MVA. Uz HE Dubrovnik i vjerojatno HE Ombla razmjena sa sistemom neće prelaziti 100 MVA pa današnja mreža energetski odgovara. Ona međutim nema zadovoljavajuću sigurnost. Koje je pravo rješenje uzevši u obzir sve faktore pa i buduću mediteransku interkonekciju ?

Bez brzog odgovora na ova pitanja postoji opasnost nepotrebnog ulaganja u mrežu 220 kV na osnovi današnjih saznanja, a bez sagledavanja kompleksnog problema.

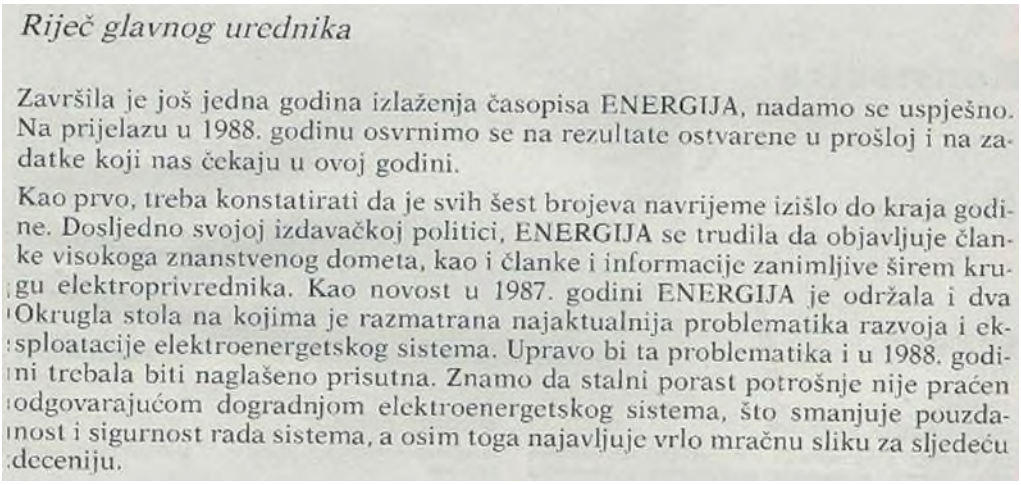
Sl. 22.: Rasprava o budućnosti 220 kV mreže s Okruglog stola održanog u organizaciji HRO CIGRÉ-a, *Energija* iz 1998. godine (br. 2., str. 96)

Pratila se i izgradnja prijenosnih kao i distribucijskih mreža, a prije same izgradnje vodila se vrlo intenzivna rasprava o svim aspektima izgradnje mreža kao što je, primjerice, rad iz *Energije* iz 1998. godine, slika 22.

5. Nije sve bilo romantično

Počesto se glavni urednik obraćao uvodnim riječima koje su zvučale poprilično ozbiljno, slika 23.

Ipak, nije sve bilo romantično kao što je prikazano u ovom kratkom prikazu. Kraj 1991. godine bio je jedno od najtežih razdoblja Republike Hrvatske. Kolege iz Elektroprivrede pisale su Uredništvu časopisa *Energija* o stanju na prvoj crti obrane, a ono je objavljivalo ta pisma i na taj način davalo određenu podršku kolegama koji su proživljavali najteže trenutke. Jedno je od takvih pisama i ono kolege Marijana Kalee, tadašnjeg direktora Prijenosnog područja Osijek, koje

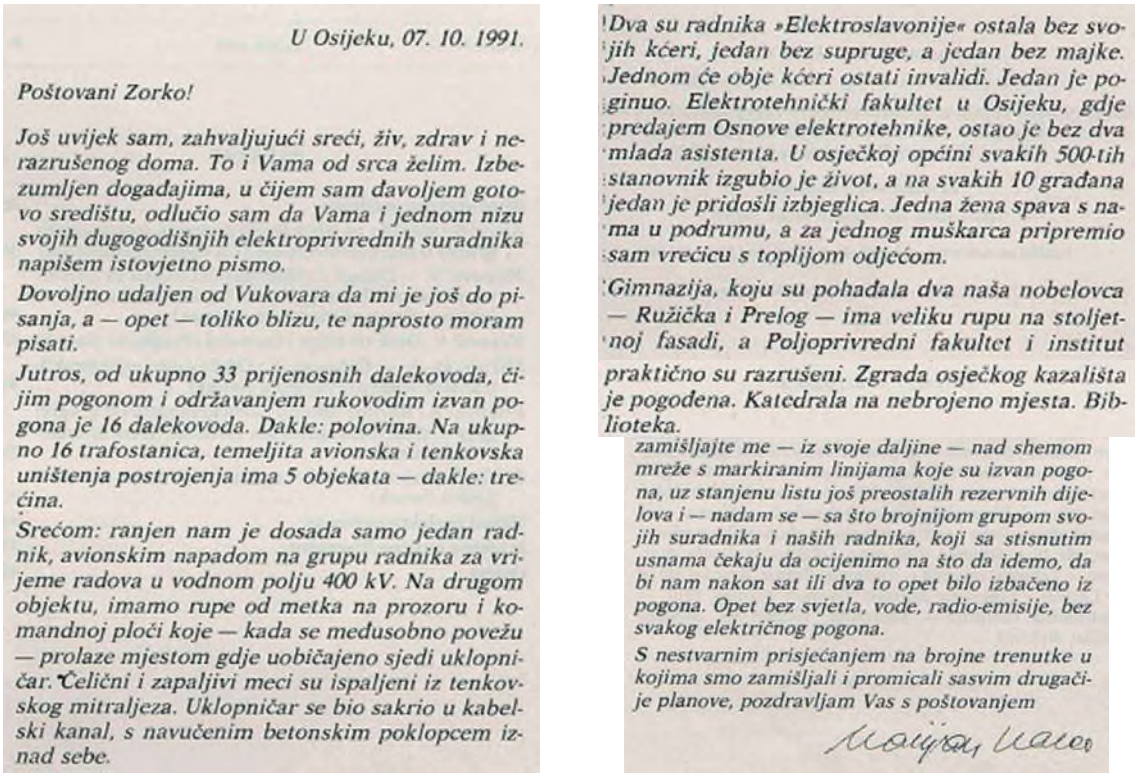


Riječ glavnog urednika

Završila je još jedna godina izlaženja časopisa ENERGIJA, nadamo se uspješno. Na prijelazu u 1988. godinu osvrnimo se na rezultate ostvarene u prošloj i na zadatke koji nas čekaju u ovoj godini.

Kao prvo, treba konstatirati da je svih šest brojeva navrijeme izišlo do kraja godine. Dosljedno svojoj izdavačkoj politici, ENERGIJA se trudila da objavljuje članke visokoga znanstvenog dometa, kao i članke i informacije zanimljive širem krugu elektroprivrednika. Kao novost u 1987. godini ENERGIJA je održala i dva Okrugla stola na kojima je razmatrana najaktualnija problematika razvoja i eksploatacije elektroenergetskog sistema. Upravo bi ta problematika i u 1988. godini trebala biti naglašeno prisutna. Znamo da stalni porast potrošnje nije praćen odgovarajućom dogradnjom elektroenergetskog sistema, što smanjuje pouzdanost i sigurnost rada sistema, a osim toga najavljuje vrlo mračnu sliku za sljedeću deceniju.

Sl. 23.: Riječ glavnog urednika, *Energija* iz 1958. godine (br. 10, str. 357)



U Osijeku, 07. 10. 1991.

Poštovani Zorko!

Još uvijek sam, zahvaljujući sreći, živ, zdrav i nerazrušenog doma. To i Vama od srca želim. Izbezumljen događajima, u čijem sam đavoljem gotovo središtu, odlučio sam da Vama i jednom nizu svojih dugogodišnjih elektroprivrednih suradnika napišem istovjetno pismo.

Dovoljno udaljen od Vukovara da mi je još do pisanja, a — opet — toliko blizu, te naprosto moram pisati.

Jutros, od ukupno 33 prijenosnih dalekovoda, čijim pogonom i održavanjem rukovodim izvan pogona je 16 dalekovoda. Dakle: polovina. Na ukupno 16 trafostanica, temeljita avionska i tenkovska uništenja postrojenja ima 5 objekata — dakle: trećina.

Srećom: ranjen nam je dosada samo jedan radnik, avionskim napadom na grupu radnika za vrijeme radova u vodnom polju 400 kV. Na drugom objektu, imamo rupe od metka na prozoru i komandnoj ploči koje — kada se međusobno povežu — prolaze mjestom gdje uobičajeno sjedi uklopničar. Čelični i zapaljivi meci su ispaljeni iz tenkovskog mitraljeza. Uklopničar se bio sakrio u kabelski kanal, s navučenim betonskim poklopcem iznad sebe.

Dva su radnika »Elektroslavonije« ostala bez svojih kćeri, jedan bez supruge, a jedan bez majke. Jednom će obje kćeri ostati invalidi. Jedan je poginuo. Elektrotehnički fakultet u Osijeku, gdje predajem Osnove elektrotehnike, ostao je bez dva mlada asistenta. U osječkoj općini svakih 500-tih stanovnik izgubio je život, a na svakih 10 građana jedan je pridošli izbjeglica. Jedna žena spava s nama u podrumu, a za jednog muškarca pripremio sam vrećicu s toplijom odjećom.

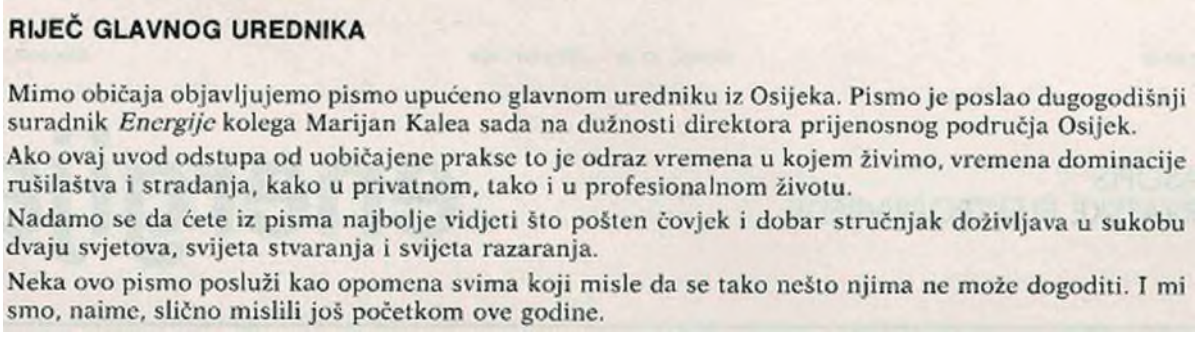
Gimnazija, koju su pohađala dva naša nobelovca — Ružička i Prelog — ima veliku rupu na stoljetnoj fasadi, a Poljoprivredni fakultet i institut praktično su razrušeni. Zgrada osječkog kazališta je pogođena. Katedrala na nebrojeno mjesta. Biblioteka.

zamišljajte me — iz svoje daljine — nad shemom mreže s markiranim linijama koje su izvan pogona, uz stanjenu listu još preostalih rezervnih dijelova i — nadam se — sa što brojnijom grupom svojih suradnika i naših radnika, koji sa stisnutim usnama čekaju da ocijenimo na što da idemo, da bi nam nakon sat ili dva to opet bilo izbačeno iz pogona. Opet bez svjetla, vode, radio-emisije, bez svakog električnog pogona.

S nestvarnim prisjećanjem na brojne trenutke u kojima smo zamišljali i promicali sasvim drugačije planove, pozdravljam Vas s poštovanjem

Marijan Kalea

Sl. 24.: Skraćeno pismo Marijana Kalee časopisu *Energija* iz 1958. godine (br. 10, str. 357)



RIJEČ GLAVNOG UREDNIKA

Mimo običaja objavljujemo pismo upućeno glavnom uredniku iz Osijeka. Pismo je poslao dugogodišnji suradnik *Energije* kolega Marijan Kalea sada na dužnosti direktora prijenosnog područja Osijek.

Ako ovaj uvod odstupa od uobičajene prakse to je odraz vremena u kojem živimo, vremena dominacije rušilaštva i stradanja, kako u privatnom, tako i u profesionalnom životu.

Nadamo se da ćete iz pisma najbolje vidjeti što pošten čovjek i dobar stručnjak doživljava u sukobu dvaju svjetova, svijeta stvaranja i svijeta razaranja.

Neka ovo pismo posluži kao opomena svima koji misle da se tako nešto njima ne može dogoditi. I mi smo, naime, slično mislili još početkom ove godine.

Sl. 25.: Riječ glavnog urednika, *Energija* iz 1991. godine (br. 6, str. 354)

ovdje donosimo u skraćenu obliku, slika 24., a tadašnji glavni urednik dr. sc. Zorko Cvetković objavio je u *Energiji* iz 1991. uvodnik prikazan na slici 25.

6. Cijeli broj časopisa ponekad je bio posvećen posebnim projektima

Jedan od tad najvažnijih projekata bio je tzv. 'otočna veza', kojom se rješavalo napajanje juga Hrvatske, jer se zbog ratnih razaranja elektroenergetski sustav južne Hrvatske odvojio od elektroenergetskog sustava Hrvatske, objavljeno u *Energiji* iz 1994. godine (str. 373).

7. Naslovnice časopisa tijekom godina objavljivanja

Naslovnice časopisa mijenjale su se u skladu s okolnostima, trendovima, kao i raspoloživim tehnikama grafičkog uređivanja časopisa. Ovdje je navedeno pet reprezentativnih naslovnica koje su se zadržale.

8. Prestanak objavljivanja

Jedna od najznačajnijih recentnih promjena u uređivačkoj politici i, uopće, u organizaciji časopisa, dogodila se 2005. godine. Zadržavajući tradicionalne vrijednosti dotadašnjeg izdavanja, promjene su omogućile *Energiji* prilagodbu aktualnim potrebama te donijele iskorak u kvaliteti. Tijekom 2007. uslijedile su nove promjene u Uredništvu, kao i u sastavu Uređivačkog savjeta, koje su značile veću orijentaciju *Energije* prema tehničkim temama, bilo da se radi o elektrotehnici ili energetici, odnosno srodnim područjima nafte i prirodnog plina.

Unatoč novoj uređivačkoj politici i novom iskoraku prema sadržaju i dizajnu časopisa, kao i bogatoj povijesti i tradiciji te želji i potrebi akademske elektroprivredne zajednice za jednom takvom publikacijom, časopis je svojedobno ipak doživio prekid u objavljivanju. Razlozi tomu manje su važni od potrebe za njegovim ponovnim, redovitim izlaženjem. Izravna posljedica bila je nemogućnost pripreme časopisa i praktično raspuštanje Uredništva te prestanak izdavanja − i to nakon punih 58 godina. Rijetko kad je (a možda je to slučaj samo u Hrvatskoj), znanstvena i stručna akademska javnost u našoj zemlji bila tako jedinstvena kao kod ideje njegova ponovnog pokretanja.

No, i protekli je prekid iskorišten, i to za preobrazbu časopisa te definiranje novih ciljeva u postizanju njegove kvalitete i međunarodne prepoznatljivosti.



RIJEČ GENERALNOG DIREKTORA HEP-a

Ovaj specijalni broj ENERGIJE posvećen je Otočnoj vezi koja na naponu 110 kV povezuje TS 400 / 220 / 110 kV Melina sa Zadrom preko otoka Krka, Raba i Paga.

Moglo bi se postaviti pitanje zašto ovoj vezi posvetiti specijalni broj kada to i nije prva otočna veza realizirana u nas. Pa ipak zato ima nekoliko razloga. Prvenstveno ta veza je spojila odvojeni dio dalmatinskog elektroenergetskog sistema s ostalim dijelovima Hrvatske i omogućila dvostruko napajanje područja Zadra, tako teško pogođenog redukcijama tijekom domovinskog rata. Ova veza je zatim realizirana u izvanredno kratkom roku i teškim ratnim uvjetima pri čemu nije bilo zanemarivo iskustvo iz već realiziranih otočnih veza. Nadalje, iako forsirana kao interventni objekt, ova se veza uklapa u dugoročni plan razvoja hrvatskog elektroenergetskog sistema što joj daje naročiti značaj u uvjetima ograničenih financijskih mogućnosti HEP-a.

Konačno ovaj specijalni broj ENERGIJE ostaje kao trajni dokument jedne uspjele akcije HEP-a i izvanrednog zalaganja svih sudionika, od naših iseljenika, koji djelomično financiraju ovaj projekt, do projektanata, domaćih i stranih isporučilaca opreme i izvođača radova. Specijalisti će sigurno naći interesantna rješenja kako u području kabelske tehnike, tako i u području nadzemnih vodova, postrojenja, kontrole i telekomunikacija.

Damir Begović

Sl. 26.: Riječ generalnog direktora HEP-a, *Energija* iz 1994. godine (br. 6, str. 326)

Tako je uspostavljena nova uređivačka i izdavačka politika, kako bi se časopis moglo uvrstiti u najznačajnije repozitorije svjetski poznatih i priznatih časopisa. Donosimo ukratko povijest izdavanja te pregled nove uređivačke i izdavačke politike *Energije*.

Veliku i ključnu potporu naporima na organizaciji ponovnog izdavanja časopisa pružila je Uprava HEP-a d.d., ali potrebno je istaknuti i doprinos predsjednika, glavnog tajnika i cijelog Izvršnog odbora HRO CIGRÉ-a, kao i Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. S obzirom na dosadašnji ugled i potencijal, Uredništvo je zaključilo kako nova koncepcija časopisa u novom razdoblju treba biti usmjerena njegovu čim skorijem uvrštenju u najznačajnije baze podataka, primjerice Web of Science Thomson Reutersa, koje osiguravaju najširu međunarodnu prepoznatljivost. Kako je u svijetu objavljivanje u časopisima indeksiranim u *Thomson Reuters* bazama vrlo često nužan uvjet









Sl. 27.: Naslovnice časopisa *Energija* kroz 62 godine objavljivanja



Sl. 27.: Naslovnice časopisa *Energija* kroz 62 godine objavljivanja (nastavak)

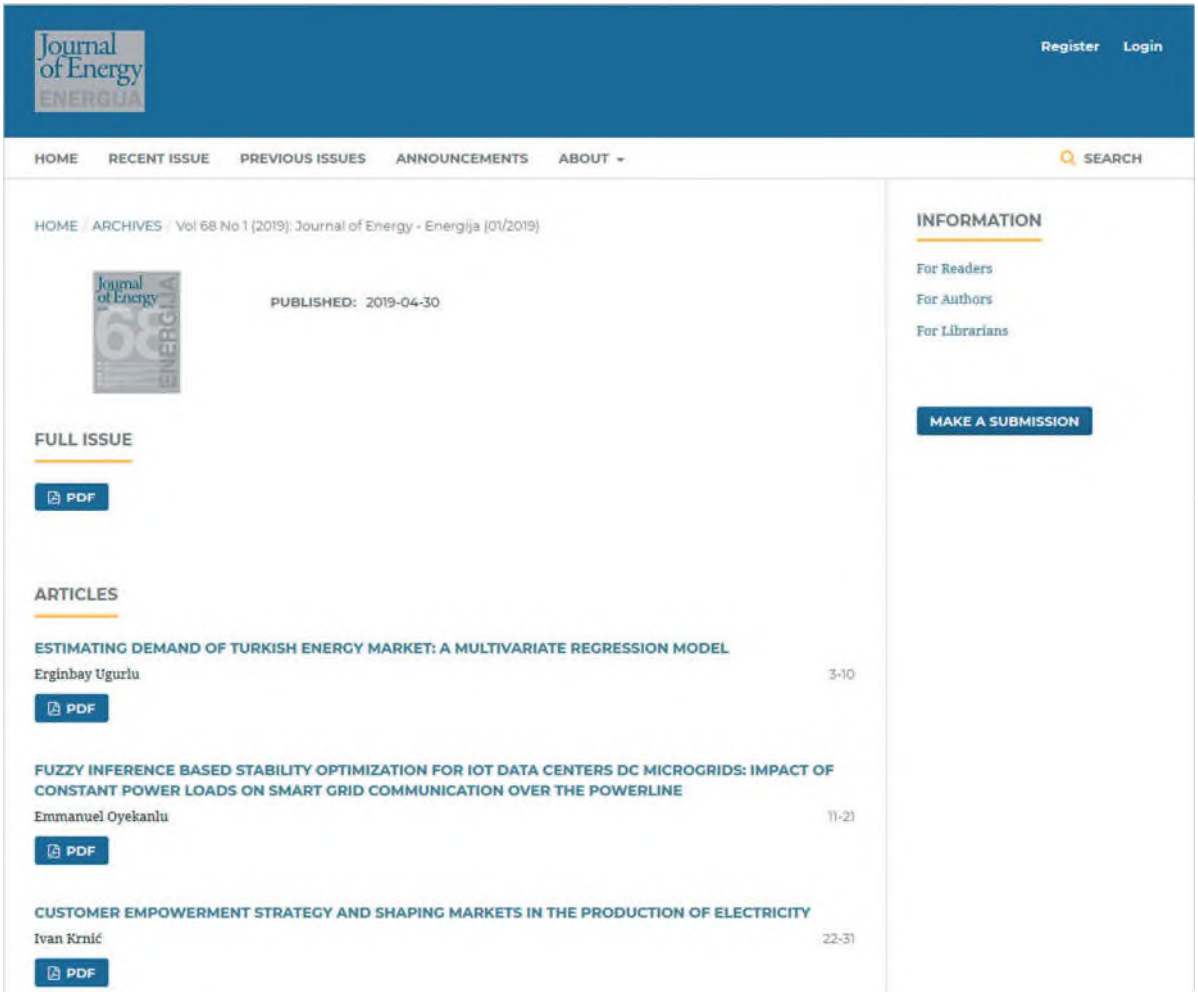
za napredovanja u akademskim zvanjima, uvrštenje u neku od tih baza osiguralo bi veći interes autora i kontinuiran priljev kvalitetnih članaka.

Zaključeno je da će časopis kao i dosad objavljivati izvorne znanstvene i stručne radove s vrlo širokim spektrom interesa, od specifičnih tehničkih do globalnih analiza procesa u energetici. Jedna od najznačajnijih novina svakako je njegovo izdavanje jedino na engleskom jeziku. Objavljivanje članaka na hrvatskom i engleskom jeziku zahtijevalo je u dosadašnjoj praksi značajna financijska sredstva te angažman većeg broja suradnika. Iako je takav način objavljivanja vrlo dobro prihvatila hrvatska akademska zajednica, taj je koncept zbog ograničenih materijalnih sredstava postao neodrživ pa se, nažalost, od njega i odustalo. S obzirom na to da će ubuduće svi angažirani suradnici svoje aktivnosti obavljati bez posebne naknade, Izdavački odbor i Uredništvo nadaju se kako to neće biti prevelika prepreka za uređivanje časopisa i pisanje članaka. U skladu s takvim opredjeljenjem, promijenjen je i naziv časopisa u *Journal of Energy*, što je bila engleska inačica dosadašnjeg naziva časopisa *Energija*.

Sljedeća novina jesu članovi Uredništva i Međunarodnog uređivačkog odbora koji dolaze iz međunarodne zajednice. Ljubaznošću kolega s fakulteta hrvatskih sveučilišta te zahvaljujući i osobnim kontaktima s uglednim članovima međunarodne akademske zajednice iz područja energetike i elektroenergetike,

Uredništvo je dobilo suglasnost i za uvrštenje određenog broja uglednika iz inozemstva. Zasigurno će njihov broj rasti kako se časopis tijekom vremena bude isticao svojom kvalitetom. Svi ostali članovi Uredništva (a najvećim dijelom i Međunarodnog uređivačkog odbora), dolaze iz relevantnih hrvatskih znanstvenoistraživačkih ustanova i sveučilišta, i to ponajprije iz područja elektroenergetike i energetike, svi redom s najvišim akademskim zvanjima i formalnim relevantnim radnim iskustvom u znanstvenoistraživačkim institucijama.

Na *web*-stranici časopisa: http://journalofenergy.com mogu se naći svi potrebni podaci te upute za pisanje i objavljivanje njegovih redovitih, kao i posebnih izdanja. Izdavačka politika predviđa redovita i posebna izdanja. U redovitim će se objavljivati članci napisani isključivo na engleskom jeziku, koji su prošli tzv. slijepu recenziju. To je, u određenoj mjeri, bila i dosadašnja praksa, ali će recenziranje ubuduće biti u velikoj mjeri sistematizirano. U posebnim izdanjima (engl. *special issue*) objavljivat će se izabrani članci, također na engleskom jeziku, koji su prošli dvostruku recenziju. Urednik posebnog izdanja, odnosno njegov gost urednik, može biti ekspert iz određenog područja energetike ili,



Sl. 28.: *Web*-stranica časopisa *Journal of Energy*

kako je uobičajeno, voditelj stručnog ili znanstvenog skupa na kojem se predstavljaju i takvi izabrani radovi.

Časopis je predvidio visoke moralne standarde, temeljene na tzv. COPE's Best Practice Guidelines for Journal Editors, što je jedna vrsta vodiča za izdavače i ostale sudionike izdavaštva časopisa. To su elementarni standardi koje je potrebno zadovoljiti želi li se participirati u međunarodno prepoznatljivim kategorijama časopisa. U tom smislu, nije dopušteno plagiranje, dvostruko objavljivanje, manipulacija citiranjem, sukob interesa te neodgovarajuće, odnosno neutemeljeno potpisivanje članaka.

Uredništvo je organiziralo i provelo digitalizaciju svih dosad izdanih brojeva *Energije* te njihovo postavljanje na *web*-stranice časopisa (da bi se stekla slika o sadržaju i opsegu tih poslova, radi se o 62 dosad objavljena godišnjaka). Osim što svjedoče o njegovu povijesnom razvoju i kreiranju sofisticirane arhive koja odolijeva zubu vremena, time su svi dosadašnji objavljeni radovi postali dostupni najširim krugovima zainteresirane javnosti.

9. Baze podataka u kojima se vodi(o) časopis *Energija*

Časopis *Energija* ima oznaku ISSN 0013-7448 te oznaku ISSN-L 0013-7448 (za publikacije na više medija), a u Nacionalnoj i sveučilišnoj biblioteci klasifikaciju UDK (univerzalna decimalna klasifikacija) 621.31.

Časopis je evidentiran u Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa pod brojem 161 od 12. studenoga 1992. godine, a nalazi se i u repozitoriju hrvatskih znanstvenih i stručnih časopisa *Hrčak* od 2006. godine. (Repozitorij *Hrčak* je središnji portal koji na jednom mjestu okuplja hrvatske znanstvene i stručne časopise koji dopuštaju otvoreni pristup svojim radovima, ili bar bibliografskim podacima i sažecima svojih radova).

Časopis *Energija* indeksiran je u sekundarnom bibliografskom izvoru INSPEC – The Institution of Electrical Engineering. Također je bio indeksiran u repozitoriju Scopus (najveća citatna baza podataka, koja uključuje više od 18 500 časopisa, od toga 16 500 s recenzijom) i Uredništvo radi na vraćanju časopisa u tu bazu.

Na temelju novih odrednica rada na izdavanju časopisa, u skladu s opredjeljenjem HEP-a da u sljedećem razdoblju suizdavač postane HRO-CIGRÉ, odlukom Uprave HEP-a formiran je Izdavački odbor u kojem je kao predsjednik imenovan mr. sc. Robert Krklec (direktor HEP − Opskrba d.o.o.), a kao zamjenik predsjednika dr. sc. Božidar Filipović-Grčić (glavni tajnik HRO-CIGRÉ-a).

Zaključak

Jako je teško, odnosno nemoguće, prezentirati gotovo 30 000 stranica časopisa, 62 godine objavljivanja, u dvadesetak stranica. Ovaj je rad pokušaj da se u prvom redu akademska zajednica, a onda i svi ostali, zainteresiraju za časopis.

Energija ima dugu i bogatu povijest, koja je usko vezana uz povijest razvoja elektroprivrede u Hrvatskoj, odnosno HEP-a kao i hrvatske tehničke kulture općenito. Još od početaka elektrifikacije Hrvatske prepoznata je potreba za jednim takvim časopisom u kojem bi se sublimirala iskustva i razmišljanja znanosti i struke vezana uz elektroenergetiku, odnosno teorijska razmatranja ili praktične spoznaje. I danas je taj časopis vezan uz HEP, kao i obratno. Promijenila se, doduše, struktura svakidašnjice, ali su veze između HEP-a i časopisa *Energija* ostale neraskidive, čak i u razdoblju u kojem časopis nije izlazio.

Literatura

[1] *Energija,* časopis, Zagreb, Hrvatska, svi godišnjaci od 1957. do 2019. godine

Croatian Engineering Heritage in the *Journal of Energy* (*Energija*)

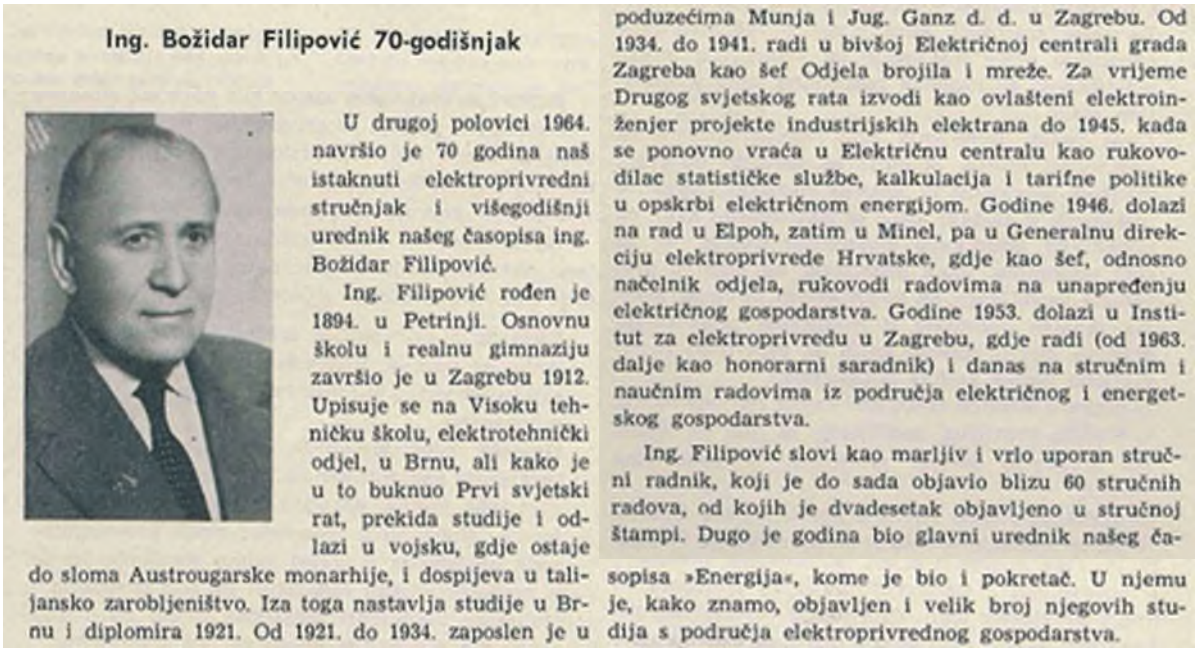
Goran Slipac

Abstract: The Journal of Energy has a very long history, going back to 1950, when people considered the need and option of publishing a journal which would include numerous aspects of power industry. So far, almost 30,000 pages have been published in the Journal of Energy. At the very beginning of its publishing, the Journal was a kind of a newsletter, which over years, especially during recent years rose to the level of a scientific journal, and as such was included in INSPEC database.

Keywords: *Journal of Energy*, *Energija*, publishing

Dodatak: Urednici časopisa *Energija* (*Journal of Energy*)

Prvi glavni urednik bio je **Božidar Filipović** iz Instituta za elektroprivredu. Stručnjak zanimljive biografije i vrlo bogatog stručnog iskustva, koji je nakon rada u Elektroprivredi radio niz godina u Institutu za elektroprivredu. Nije ni čudo da je kao takav prepoznat i nominiran za glavnog urednika časopisa koji je tek trebalo pokrenuti. Glavni urednik bio je šest godina, od 1957. do 1962., kad je i umirovljen.



Ing. Božidar Filipović 70-godišnjak

U drugoj polovici 1964. navršio je 70 godina naš istaknuti elektroprivredni stručnjak i višegodišnji urednik našeg časopisa ing. Božidar Filipović.

Ing. Filipović rođen je 1894. u Petrinji. Osnovnu školu i realnu gimnaziju završio je u Zagrebu 1912. Upisuje se na Visoku tehničku školu, elektrotehnički odjel, u Brnu, ali kako je u to buknuo Prvi svjetski rat, prekida studije i odlazi u vojsku, gdje ostaje do sloma Austrougarske monarhije, i dospijeva u talijansko zarobljeništvo. Iza toga nastavlja studije u Brnu i diplomira 1921. Od 1921. do 1934. zaposlen je u poduzećima Munja i Jug. Ganz d. d. u Zagrebu. Od 1934. do 1941. radi u bivšoj Električnoj centrali grada Zagreba kao šef Odjela brojila i mreže. Za vrijeme Drugog svjetskog rata izvodi kao ovlašteni elektroinženjer projekte industrijskih elektrana do 1945. kada se ponovno vraća u Električnu centralu kao rukovodilac statističke službe, kalkulacija i tarifne politike u opskrbi električnom energijom. Godine 1946. dolazi na rad u Elpoh, zatim u Minel, pa u Generalnu direkciju elektroprivrede Hrvatske, gdje kao šef, odnosno načelnik odjela, rukovodi radovima na unapređenju električnog gospodarstva. Godine 1953. dolazi u Institut za elektroprivredu u Zagrebu, gdje radi (od 1963. dalje kao honorarni saradnik) i danas na stručnim i naučnim radovima iz područja električnog i energetskog gospodarstva.

Ing. Filipović slovi kao marljiv i vrlo uporan stručni radnik, koji je do sada objavio blizu 60 stručnih radova, od kojih je dvadesetak objavljeno u stručnoj štampi. Dugo je godina bio glavni urednik našeg časopisa »Energija«, kome je bio i pokretač. U njemu je, kako znamo, objavljen i velik broj njegovih studija s područja elektroprivrednog gospodarstva.

Sl. 29.: Božidar Filipović, prvi glavni urednik časopisa *Energija* (1957. – 1962.)

Drugi glavni urednik bio je **Boris Markovčić**, također zaposlen u Institutu za elektroprivredu. Ostavio je dubok trag na području visokonaponske tehnike, od osnutka visokonaponskog laboratorija na Tehničkom fakultetu do teorijskih radova iz područja regulacije napona, izbora stupova i vodiča za vodove 220 kV, istraživanja uloge zaštitnih užeta te razrade superponirane mreže 220 kV, a onda i mreže 380 kV. Glavni urednik bio je 23 godine, od 1963. do 1985.

Treći glavni urednik bio je **Zorko Cvetković**, znanstvenik, stručnjak i kolega iznimne biografije. Zaslužan za uvođenje naponske razine 220 kV kao i 400 kV te organiziranje centara upravljanja prijenosnim sustavom. Bio je glavni urednik 20 godina, sve do umirovljenja 2005. godine.



Počeo je raditi u svom rodnom Zagrebu na poslovima projektiranja i gradnje mjesnih mreža, transformatorskih stanica i vodova niskog i visokog napona.

Poslije rata radi u Beogradu, u Ministarstvu elektroprivrede FNRJ, i u tom razdoblju sudjeluje na izradi prvih planova elektrifikacije Jugoslavije, u kojima obrađuje probleme razvoja konzuma i osnivanja mreže visokog napona.

Od 1950. ponovno je u Zagrebu, najprije u Sekretarijatu za elektroprivredu i ekstrativnu industriju, a zatim na Tehničkom fakultetu. Iz ovog razdoblja djelovanja Ing. Markovčića valja istaći njegov rad na osnivanju i izgradnji visokonaponskog laboratorija na Tehničkom fakultetu, te na nizu studija koje predstavljaju prve početke sustavne razrade elektrifikacije pojedinih područja Hrvatske s naponom 110 kV. Vrijednost ovih radova je u tome, što su u njima dani obrisi današnje mreže 110 kV u Hrvatskoj, a u njihovim okvirima je i doprinos tehničkim rješenjima gradnje nadzemnih vodova na vrlo teškim terenima.

Sl. 30.: Boris Markovčić, drugi glavni urednik časopisa *Energija* (1963. − 1985.)



Rođen je 1924. godine u Osijeku, a osnovnu školu, V. Realnu gimnaziju i Elektrotehnički fakultet završio je u Zagrebu gdje je 1983. godine i doktorirao. Svoj radnu karijeru započeo je 1950. godine u Elektrani Zagreb kao pogonski inženjer a od 1957. pa do odlaska u mirovinu 1989. godine radio je u Elektroprijenosu Zagreb najdulje na mjestu tehničkog direktora. Njegov rad i djelovanje neposredno su vezani uz razvoj, izgradnju, pogon i održavanje prijenosne mreže kojoj je posvetio, možemo slobodno reći cijeli svoj život. Od njegovih mnogobrojnih doprinosa spomenut ću ovdje njegov izuzetan doprinos u spajanju sinkronih zona u jedinstvenu mrežu 1957. godine, prijelaz na napon 220 kV 1962. godine, uvođenje napona 400 kV 1976. godine, uvođenje jedinstvenog sustava upravljanja s jednim nacionalnim i 4 regionalna centra daljinskog upravljanja 1980. godine. Naš omiljeni šef, direktor i kolega, za najbliže suradnike jednostavno *gospon Cvetković* često je znao govoriti kako tajna uspjeha u prijenosu „leži u ispravnoj kadrovskoj politici koja se najviše oslanjala na struku i stalno školovanje". Njegov primjer školovanja u Siemens-u 1953., EDF-u 1955. godine, francuskoj elektroindustriji 1967. i SAD-u 1978. godine to najbolje dokazuju. Kao rukovoditelj uvijek bio je strog i pravedan, inženjerski precizan i dosljedan te uvijek dostupan za raspravu o stručnim pitanjima gdje je svoje veliko znanje i iskustvo nesebično i bez ostatka prenosio mlađim generacijama.

Sl. 31.: Zorko Cvetković, treći glavni urednik časopisa *Energija* (1986. – 2005.)

Četvrti glavni urednik časopisa bio je **Nikola Bruketa**, tad savjetnik u Uredu Uprave HEP-a. Završio je Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu i nakon rada u Elektrotehničkom institutu *Rade Končar* zaposlio se u HEP-u, gdje je obavljao niz važnih poslova, od člana Uprave do direktora Sektora za razvoj. Bio je vrlo kratko glavni urednik, nešto više od godinu dana, ali uveo



Promjene u časopisu treba ostvariti tako da se, uz zadržavanje tradicionalnih vrijednosti dosadašnjeg izdavanja, ostvare nužne promjene potrebne za prilagodbu časopisa aktualnim potrebama, uz iskorak u sadržajnoj i oblikovnoj kvaliteti. Nova uređivačka politika utvrđena je prema sljedećim temeljnim ciljevima:

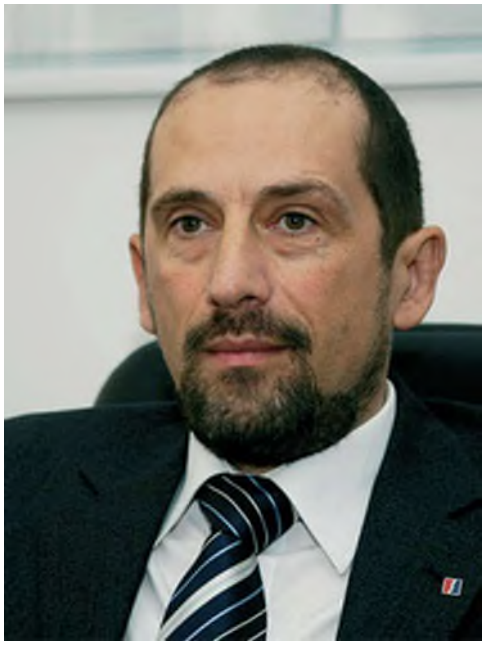
Dosadašnje izdavanje časopisa na hrvatskom jeziku, uz sažetke na engleskom i njemačkome, bitno je odredilo lokalne dometa časopisa u pogledu kruga autora i čitatelja. Za otvaranje boljih perspektiva časopisa u pogledu šire regionalne zastupljenosti, nužno je primijeniti dvojezično objavljivanje članaka. S obzirom na dominaciju engleskog jezika u području energetike, časopis Energija tiskat će se na hrvatskom i engleskom jeziku.

Ostvarivanje pozicije uglednog znanstvenog i stručnog časopisa interaktivni je proces koji započinje određenim poticajnim mjerama i trajno se nadograđuje mjerama uređivačke politike. Važna je inicijalna mjera poticanje uglednih i mladih autora iz Hrvatske i inozemstva na pisanje kvalitetnih članaka vezanih uz elektroprivrednu djelatnost i energetiku. Postizanje dobre inicijalne razine i strukture objavljenih članaka bilo bi dobro usmjerenje budućim autorima i informacija čitateljima što mogu očekivati od časopisa.

Sl. 32.: Nikola Bruketa, četvrti glavni urednik časopisa *Energija* (2006. – 2007.)

je dvojezičnost u časopis, što je bitno utjecalo na međunarodnu prepoznatljivost i postavilo temelje za časopis kakav je danas.

Peti glavni urednik je **Goran Slipac**, zaposlen kao savjetnik u Uredu Uprave HEP-a. Završio je Elektrotehnički fakultet (ETF) Sveučilišta u Zagrebu, magistrirao i doktorirao na području planiranja razvoja i izgradnje elektroenergetskog sustava. Specijalizirao se u SAD-u, Mađarskoj, Rumunjskoj i Crnoj Gori. Član je Izvršnog odbora Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku u HAZU-u. Posebnost razdoblja uredništva u tomu je što je stjecajem vrlo nepovoljnih okolnosti časopis *Energija* prestao izlaziti. Ali, nakon nekoliko godina i uz iznimne napore ponovno počinje izlaziti i kao takav uvršten je u bazu časopisa INSPEC. Naziv časopisa promijenjen je u *Journal of Energy* i objavljuje samo na engleskom jeziku. Uvedena je mogućnost objavljivanja posebnih izdanja koja uređuje gost urednik, s tim da ostaje u praksi objavljivanje redovitih brojeva časopisa.



Sl. 33.: Goran Slipac, peti glavni urednik časopisa *Energija* (od 2007.)



Tatjana Kren

Analiza važnosti časopisa *Zemlja i svemir* (1956. – 1970.) za hrvatsku astronomiju

Sažetak: U šk. god. 1948./1949. u Jugoslaviji (FNRJ) astronomija je ukinuta kao predmet u srednjim školama. U Hrvatskoj je jedino mjesto okupljanja svih zainteresiranih za astronomiju i astronautiku, posebice mladeži, bila Zvjezdarnica Hrvatskoga prirodoslovnog društva na Popovu tornju u Zagrebu, s Astronomskom i Astronautičkom sekcijom. Dr. Gabrijel Divjanović postao je 1954. upravitelj Zvjezdarnice. Dvije godine poslije pod njegovim je pokroviteljstvom osnovan časopis *Zemlja i svemir*, astronomsko-astronautički časopis Opservatorija. U radu je dan opći pregled sadržaja časopisa i urednika koji su ga uređivali od 1956. do 1970., kad urednik postaje G. Divjanović. Kroz članke objavljene u časopisu analiziran je njegov izvanredan značaj za hrvatsku astronomiju. Očigledna je uloga Astronomske i Astronautičke sekcije na Zvjezdarnici, čije je djelovanje poslužilo kao primjer rada na popularizaciji astronomije u drugim jugoslavenskim republikama. Iz časopisa je vidljiva važna uloga knjige *Drama u svemiru*. Autori su bili dvadeset petorica mladih astronoma amatera. Uz astronomske i znanstvenofantastične elemente, knjižica je nosila i poruku potrebe mira u svijetu i prijateljstva među narodima. Esperantski prijevod knjižice proširio je znanje o Zvjezdarnici u Zagrebu širom svijeta. Rezultat toga bilo je osnivanje jedinstvenog međunarodnog esperantsko-astronomskog Kampa prijatelja mira u Primoštenu i izdanje časopisa na esperantu (1963.). U časopisu su detaljno opisani uspjesi mladih astronoma sa Zvjezdarnice u opažanju i snimanju potpune pomrčine Sunca u Hrvatskoj 1961. i prstenaste pomrčine Sunca u Turskoj 1966. godine. Predstavljene su aktivnosti uz proslave jubilejskih obljetnica osnivanja Zvjezdarnice. Čitateljima su predstavljeni Zeissov planetarij (1965.) i Zeissov novi teleskop (1968.), kuplje-

ni za Zvjezdarnicu. Kroz časopis je praćeno sudjelovanje mladih hrvatskih astronoma na natjecanjima iz astronomije, plodno grananje Astronomske sekcije diljem Hrvatske i osnivanje astronomskih grupa u hrvatskim školama. *Zemlja i svemir* postao je načitaniji časopis te vrste u cijeloj Jugoslaviji te najvažniji promicatelj i popularizator astronomije i astronautike.

Ključne riječi: Astronomska sekcija, Astronautička sekcija, dr. Gabrijel Divjanović, časopis *Zemlja i svemir*, promicanje i popularizacija astronomije i astronautike, Zvjezdarnica Hrvatskoga prirodoslovnog društva na Popovu tornju u Zagrebu

Uvod

Na hrvatsku astronomiju nepovoljno se odrazila odluka Ministarstva prosvjete, koje je šk. god. 1948./1949. ukinulo astronomiju kao predmet u srednjim školama. Udarac bi bio poguban da nije bilo Zvjezdarnice Hrvatskoga prirodoslovnog društva (HPD) na Popovu tornju u Zagrebu, oko koje su se još čvršće okupljali, posebice mladi, željni odgovora na sva pitanja u svezi sa Zemljom i svemirom i ulogom čovjeka u toj svezi. Ali, osim mladih, prošlo je Zvjezdarnicom i mnoštvo ljudi svih dobnih skupina. Dapače, velik je broj ljudi u poznijim godinama, tek u mirovini, mogao ostvariti želju iz mladenačkog razdoblja za vlastitim teleskopom i opažanjima te potražiti nužne savjete na Zvjezdarnici ili pak porazgovarati o pitanjima o svemiru koja su dotad bila bez odgovora.

Upravljanje Zvjezdarnicom HPD-a na Popovu tornju u Zagrebu preuzeo je 1954. godine Gabrijel Divjanović (Našice, 1913. – Zagreb, 1991.), doktor pravnih znanosti, zaljubljenik u zvjezdani svod i u esperanto i njegove mogućnosti za međuljudske kontakte i sporazumijevanje. Iza sebe je imao partizansku prošlost i popularizaciju astronomije u partizanskim uvjetima, potom prošlost pomoćnika državnog tužitelja Josipa Blaževića, a zatim prošlost političkog kažnjenika. Po povratku s Golog otoka odrekao se bilo kakve sveze s politikom i sklonio na, za njegov um daleko primjereniji, teren zvjezdoznanstva. Više od dva desetljeća (1954. − 1978.) proveo je na Zvjezdarnici kao njezin upravitelj te joj omogućio plodno funkcioniranje, a mladež koja se oko njega okupljala, "zarazio" je astronomskim duhom. Slijedeći misli Otona Kučere[1] (Petrinja,

[1]Dr. Oton Kučera (1857. − 1931.), rođen je 1. siječnja 1857. u Petrinji. U Beču je završio studij fizike, matematike i astronomije. Doktorirao je 1899. na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu. Jedan je od suosnivača HPD-a 1885. godine. Inicijator je osnivanja Zvjezdarnice HPD-a na Popovu tornju u Zagrebu 5. prosinca 1903. i prvi upravitelj (predstojnik), najveći popularizator tehnike i prirodoslovlja u Hrvatskoj, znanstvenik, predavač, pisac udžbenika i knjiga, od kojih je najveću popularnost imala astronomska knjiga *Naše nebo*. Bio je predsjednik Matice hrvatske, suosnivač i prvi predstojnik Geodetskog tečaja, prethodnice Geodetskog fakulteta, tajnik Hrvatskoga planinarskog društva, predsjednik Radio-kluba Zagreb i drugo. Umro je u Zagrebu 29. prosinca 1931. godine.



Sl. 1.: Gabrijel Divjanović na terasi Zvjezdarnice HPD-a na Popovu tornju

1857. – Zagreb, 1931.) o potrebi popularizacije astronomije među širokim narodnim slojevima, on je već 1945. u Splitu objavio knjižicu *Zemlja i svemir*, u nizu Mala naučna knjižnica Hrvatskoga prirodoslovnog društva. Knjižica je tiskana u još dvama izdanjima, 1946. i 1947. u Zagrebu. Prema Divjanovićevim navodima, u trima je izdanjima postigla nakladu od 100 000 primjeraka. [1],[2]

1. Pregled časopisa *Zemlja i svemir* i njegovi urednici

Naslov knjižice *Zemlja i svemir* prenio je Divjanović na Zvjezdarničin časopis *Zemlja i svemir* (*ZIS*), pokrenut 1956. godine. Uređivanje časopisa prepustio je u početku mladim suradnicima Zvjezdarnice, koji su sve obavljali volonterski, s mnogo entuzijazma, no Divjanović je sve itekako pratio i predlagao ono što je smatrao potrebnim da bi časopis bio uspješan. Kao politički kažnjenik ne bi ni mogao biti urednik časopisa, a bilo mu je zabranjeno i pisati pod svojim

imenom te je koristio više pseudonima, kao Veseljko Barić i Bartol Papučić, a ponekad je u dogovoru s nekim od suradnika "posudio" i njegovo ime za svoj članak. Od 1956. do 1958. glavni urednik bio je mladi suradnik Zvjezdarnice Oliver Wittasek[2], a odgovorni urednik prof. dr. Leo Randić[3]. Godine 1956. i 1957. objavili su tri broja časopisa, tiskana ofsetnim tiskom. Prvi broj objavljen 1958. godine bio je prekretnica, tiskan, kako je navedeno, "normalnim tiskovnim slogom, čime će se sadržajno znatno obogatiti i proširiti". Prvi članak, Čovjek će osnovati carstvo usred zvijezda..., napisao je G. Divjanović, svojim prepoznatljivim stilom. U daljnjim brojevima više ne nalazimo njegove članke jer mu je, kao što je rečeno, kao političkom kažnjeniku i neistomišljeniku, bilo zabranjeno objavljivati. Nije smio ni imati putovnicu odnosno napuštati FNR Jugoslaviju te SFR Jugoslaviju. Njegovi ratni drugovi iz HPD-a koji su mu povjerili Zvjezdarnicu nisu ga smjeli imenovati upraviteljem (direktorom), nego je formalno bio ekonom zadužen za Zvjezdarnicu. To smo saznali od njega kad smo vidjeli mali pečat: Gabrijel Divjanović, ekonom i pitali ga što taj pečat znači.

Da bi bila vidljiva slika časopisa kakvu su zamislili amateri astronomi, uz Divjanovićevu podršku, za taj prvi broj s tiskanim slogom, vrijedno je navesti i druge autore i članke uz Divjanovićev. Milan Butorac pisao je o prvim umjetnim pratiocima Zemlje, Leo Randić o utiscima jugoslavenskih astronoma koji su boravili u Sovjetskom Savezu, Nadežda Labović o pojavi polarne svjetlosti, Fernand Lot o kometima, Dubravko Rendić o radio-astronomiji koja nam otkriva novu sliku svemira. Slijedila je rubrika Novosti i zanimljivosti te rubrike Pitajte – mi odgovaramo i Naša Zvjezdarnica, gdje je opisan posjet 20. rujna 1957. sovjetskih astronoma M. S. Zvereva s Pulkovskog opservatorija i E. R. Mustelja s Krimskog astrofizičkog opservatorija. Na kraju časopisa stavljena je mala astronomska enciklopedija i crteži sjevernog i južnog zimskog noćnog neba. Uredništvo i uprava lista bili su u prostorijama HPD-a, Ilica 16/III. Razvidno je da je časopis bio dobro zamišljen i zanimljiv, a povjerenici koji bi prikupili narudžbe za najmanje deset primjeraka dobivali su popust od deset posto, koji je bio njihova nagrada. Vjerojatno je bila riječ o Divjanovićevoj inicijativi nagrade povjerenicima jer je razvidno da je poslije kao urednik

[2]Oliver Wittasek (Rijeka, 1928. − ?), diplomirao je matematiku i fiziku na PMF-u. S Brankom Margetićem osnovao časopis *Zemlja i svemir*, bio prvi glavni urednik od 1956. do 1958. Članke iz astronomije objavljivao je u *Zemlji i svemiru* i *Prirodi*. Otišao je u SAD.

[3]Leo Randić (Sušak, danas dio Rijeke, 1917. – Zagreb, 2012.). Studirao u Beogradu i Zagrebu te doktorirao 1944. u Beču. Od 1945. do 1987. bio je sveučilišni profesor na Tehničkom te, nakon osnutka, Geodetskom fakultetu u Zagrebu. Redoviti profesor postao je 1962. godine. Astronomiju je predavao i na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Od 1951. do 1969. bio je predstojnik Astronomskog zavoda, a od 1973. do 1975. Opservatorija *Hvar*. Član Kraljevskog astronomskoga društva u Londonu postao je 1950. godine. Član suradnik JAZU (HAZU). Zaslužan je za postavljanje planetarija u Tehničkom muzeju (1965.). Inicirao je suradnju s Astronomskim zavodom Čehoslovačke akademije znanosti, što je rezultiralo osnutkom opservatorija na Hvaru (1969.).



Sl. 2.: Naslovnica prvog broja časopisa *Zemlja i svemir* tiskana tiskovnim slogom – 1/1958.

inzistirao ne samo na nagradi nego i na komunikaciji s povjerenicima i njihovim mogućim utjecajem na osnivanje astronomskih grupa u školama.

U broju 3/58. glavni i odgovorni urednik postao je Branko Margetić[4]. U broju 1/59 prvi put se javlja rubrika Naše zvjezdano nebo, prethodnica

[4]Branko Margetić (1928. − 2008.), profesor, diplomirao je mineralogiju i geologiju na PMF-u u Zagrebu te matematiku na Pedagoškoj akademiji. Uz Olivera Wittaseka suosnivač časopisa *Zemlja i svemir* te glavni i odgovorni urednik (1958./1959.) i jedan od trojice urednika (1960./1961.). Članke iz astronomije objavljivao je u *Zemlji i svemiru* te drugim časopisima. Suator je knjige *Natječemo se u znanju iz astronomije* (Zagreb, 1979.).

kasnije stalne rubrike Naše nebo (1974. −), koja i danas izlazi. Iz tih prvih brojeva razvidna je okrenutost prema sovjetskim uspješnim astronomima i astrofizičarima. U časopisu su objavljeni i prijevodi članaka sovjetskih autora.

U broju 4/59 objavljen je zanimljiv dopis Savjeta za prosvjetu NR Hrvatske, preuzet iz *Prosvjetnog vjesnika* (br. 10. od 28. rujna 1959.), u kojem se preporuča školama, nastavnicima, učenicima i roditeljima da se pretplate na časopis *Priroda* i *Zemlja i svemir*. Za *ZIS* piše:

> "Časopis *Zemlja i svemir* koji izdaje Zvjezdarnica Hrv. Prirodoslovnog društva pod stručnim rukovodstvom, a u suradnji s našim astronomima, nastavnicima, popularizatorima i amaterima, koji se okupljaju oko Zvjezdarnice, objavljuje zanimljivo i aktuelno štivo iz oblasti astronomskih i geofizičkih nauka, istraživanja svemirskog prostora pomoću umjetnih satelita i kozmičkih raketa, pa može poslužiti nastavnicima i učenicima u prigodnim predavanjima, nastavi, seminarima i samoobrazovanju!"

Godišta 1960. i 1961. uredili su Branko Margetić i Milovan Ljubić[5] iz Zagreba i Juraj Golubić[6] iz Splita. Teme su kao i dotad iz astronomije i novih uspjeha u astronautici. Kao što je i obećano, brojevi 1/61 i 2/61 u potpunosti su posvećeni pomrčini 15. veljače 1961., o kojoj će poslije biti više riječi. Potom je urednik postao Milovan Ljubić te je uredio brojeve 3 i 4 za 1961. te 1962. godinu. Godine 1963. i 1964. urednik je bio Vladis Vujnović[7], a odgovorni urednik Milovan Ljubić. U br. 1/63 prvi su put navedeni i članovi Uredništva: Nenad Jemeršić, Marko Kuprešanin, Danica Malešević, Stjepan Malović, Dragan Miličić, Goran Pichler i Vladimir Ruždjak. U časopis je uveden nagradni

[5]Milovan Ljubić (? – Zagreb 1976.) bio je doktor prava kao i G. Divjanović. Na Zvjezdarnici je bio poznat kao barba Mile. Bio je odgovorni urednik časopisa *Zemlja i svemir* te *Čovjek i svemir* (1961., 1967. − 1976.) te glavni urednik časopisa *Zemlja i svemir* (1962.) Članke iz astronomije objavljivao je u *ZIS*-u te ČIS-u. Preveo je (s Beatrice Đurić) knjigu G. Masinija *Priča o svemiru* (Zagreb, 1976.). Bio je posljednji predsjednik Astronomske sekcije HPD-a i prvi predsjednik Astronomsko-astronautičkog društva SR Hrvatske (1971. − 1974.)

[6]Juraj Golubić, profesor, bio je upravitelj Zvjezdarnice (1947. − 1949.). Objavljivao je članke u *ZIS*-u. Objavio je knjige *Nauka o zvijezdama* (Zagreb, 1942.) i *Sunce, Mjesec i planeti* (Zagreb, 1948.).

[7]Vladis Vujnović (Grubišno Polje, 1933.). Diplomirao je fiziku na PMF-u u Zagrebu te bio asistent na Katedri za dinamičku astronomiju i astrofiziku (1957. − 1963.). U Liverpoolu je 1961. obranio disertaciju iz područja spektroskopije ioniziranih plinova. Bio je redoviti profesor Geofizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu te predavao na sveučilištima u Osijeku, Splitu i Rijeci. Članke je objavljivao u *ZIS*-u, *ČIS*-u, *Prirodi* i drugdje. Objavio je brojne vrijedne knjige iz astronomije i astrofizike. Bio je predsjednik AAD-a SRH (1974.), Saveza astronomskih društava SRH (1982./1983.) te član Državnog povjerenstva za susrete i natjecanja iz astronomije. Član je Hrvatskog astronomskog društva, Hrvatskog fizičkog društva te Royal Astronomical Society u Londonu. Dobitnik je Državne nagrade za popularizaciju i promidžbu znanosti.

natječaj, a oni natjecatelji koji su ispravno odgovorili na postavljena pitanje dobili su pretplatu na *ZIS* za 1964. i *Almanah Bošković* 1963.

Tečajevi iz astronomije bili su jedna od aktivnosti još od ponovnog otvaranja Zvjezdarnice 1945., a u br. 2/64 objavljena je novost o organiziranju tečaja iz astronomije na Zvjezdarnici koji se sastojao od deset predavanja koja su činila organsku cjelinu. S obzirom na velik interes polaznika, tečaj se produljio za još desetak predavanja. Na taj način kolektiv Zvjezdarnice dobivao je mnogo novih članova volontera zainteresiranih za rad iz astronomije i astronautike.

Godine 1965. i 1966. glavni urednik bio je Zlatko Britvić[8], a odgovorni urednik Mile Pekota[9]. Zlatko Britvić, diplomirani inženjer geodezije, postao je 1965. stručni suradnik Zvjezdarice te je Divjanović i službeno dobio stručnog pomoćnika u radu s mladima. Sadržajno u časopisu nema nekih zamjetljivih promjena. Nižu se članci iz astronomije i o uspjesima astronautike, zvjezdarnicama u Europi i svijetu, radu astronoma amatera u drugim zemljama te republikama u Jugoslaviji. Tako je u Beogradu 20. prosinca 1964. otvorena Narodna opservatorija. Svečanom otvorenju u ime HPD-a prisustvovali su dr. Milovan Ljubić, Toni Brajder i Zlatko Britvić, a u ime Astronomskog društva *Oton Kučera*[10] bili su Dragan Bach i J. Kušec. U Sarajevu je 6. listopada 1965. otvoren

[8]Zlatko Britvić (Biograd, 1928. − Zagreb, 1989.), diplomirao na Geodetskom fakultetu u Zagrebu. Na Zvjezdarnici je surađivao od kraja 1940-ih. Od 1965. bio je stručni suradnik Zvjezdarnice te od 1978. do 1982. direktor. Astronomske članke objavljivao je u *ZIS*-u, *ČIS*-u i drugdje te bio glavni urednik 1965./1966. i 1981./1982. Objavio je karte Pregledna karta Mjeseca (Zagreb, 1969.) i Mjesec (Zagreb, 1970.) te više knjižica. Suautor je Idejnog projekta o astronomskoj aktivnosti ekomuzeja Blaca.

[9]Mile Pekota, profesor. Drugi podatci zasad nepoznati.

[10]Astronomsko društvo Hrvatske *Oton Kučera* osnovala je 1954. skupina okupljena oko Kučerina sina Vlahe Kučere, koji je po svršetku rata bio šikaniran od nove vlasti. Formalno je prvo samostalno astronomsko društvo u Hrvatskoj jer je sve ostalo okupljanje astronoma amatera, iako brojnije, bilo unutar Astronomske sekcije HPD-a, odnosno Zvjezdarnice HPD-a. Divjanović, koji je 1954. preuzeo upravu nad Zvjezdarnicom, čini se da je podržao takvu ideju pa je Društvo osnovano iste godine. Dugi niz godina djelovalo je paralelno sa Zvjezdarnicom, imalo svoju izdavačku djelatnost, predavanja i druge aktivnosti, što zahtijeva pomniju analizu, a osnovalo je i Solarni opservatorij u Šestinama (Zagreb). Za izgradnju opservatorija u Šestinama dobilo je od JNA armiranobetonski bunker. Glavni dio radova dobrovoljno su obavili članovi Društva. Solarni opservatorij svečano je otvoren 31. siječnja 1961., a članovi Društva aktivno su se uključili u pripreme za praćenje potpune pomrčine Sunca, vidljive te godine iz naših krajeva. Među članovima Društva bili su dr. Stjepan Mohorovičić, don Niko Miličević, Juraj Golubić, Slavko Rozgaj, Zlatko Britvić, Dragan Bach, Mladen Hegedušić, Stjepan Šuntić i drugi. Prvih godina djelovanja, a potom povremeno, postojala je svojevrsna suradnja između Zvjezdarnice i Društva. Sudjelovali su i u organizaciji promatranja prstenaste pomrčine Sunca u Ayvaliku, Turska, 1966. godine. Povremeno su se, međutim, putovi Društva i Zvjezdarnice potpuno razilazili pa je čak postojao i izražen antagonizam. Jedini koji je bio zaposlen u Zvjezdarnici, a istodobno bio aktivan član Društva, bio je Zlatko Britvić.

Astronomski opservatorij, a svečanom otvorenju nazočio je prof. dr. Leo Randić, direktor univerzitetskog opservatorija u Zagrebu[11].

U br. 1/1966., nakon deset godina ponovno se javlja G. Divjanović, člankom Pogodite Mjesec. Njegov je stil različit od stila ostalih članaka. Premda piše o ozbiljnoj temi, on to radi ležerno, s puno doskočica koje obogaćuju tekst pa tako pogoditi raketom Mjesec uspoređuje sa zemaljskim uvjetima pogotka zeca. Takav način svakako privlači širok sloj čitatelja, a krasi svaki članak koji je on pisao, bez obzira koliko je ozbiljna bila tema. Razvidno je da mu je konačno skinuta zabrana objavljivanja te ne mora više koristiti pseudonime. U br. 2/1966. zanimljiva je vijest da je kao gost direktora sveučilišnog opservatorija prof. dr. Lea Randića Zvjezdarnicu posjetio američki astronom Gerard Kuiper[12] i održao predavanje o postanku Mjesečeve konfiguracije, a poslije predavanja razvila se diskusija o znanstvenom radu dr. Kuipera te brojnim drugim temama iz astronomije.

S br. 3-4 prešlo se na školsku godinu te nalazimo god. XI. 1966./1967., br. 3-4. Urednik je postao Dragan Miličić[13]. Riječ je o prvom dvobroju, što ukazuje da je uređivanje i tiskanje kasnilo, što nije bilo dobro za promidžbu časopisa koji je imao stalne čitatelje i tendenciju privlačenja novih pretplatnika. Divjanović je bio toga svjestan i sve više nezadovoljan kašnjenjem časopisa i objavljivanjem tijekom godina previše stručnih članaka, koji nisu bili primjereni za široke čitateljske slojeve. Šk. god. 1967./68. počela je dvobrojem 1/2, glavna urednica postala je Branka Römer[14], a odgovorni urednik Milovan Ljubić. Šk. god. 1968./1969. urednici su bili Branka Römer i Gabrijel Divjanović, a

[11] Astronomski opservatorij za praktičnu nastavu i znanstveni rad u Maksimiru, koji je 1937. osnovao Geodetski odjel Tehničkog fakulteta u Zagrebu za svoj Astronomski zavod.

[12] Gerard Peter Kuiper (Harenkarspel, Nizozemska 1905. − Ciudad de México, 1973.), nizozemsko-američki astronom. Studirao je astronomiju i fiziku na Leidenskom sveučilištu i 1933. doktorirao te otišao u SAD, na Zvjezdarnicu Lick u Kaliforniji. Otkrio je više dvojnih zvijezda i bijelih patuljaka. Napisao je važnu knjigu *Planetarne atmosfere i njihovo podrijetlo*. Godine 1947. postao je direktor zvjezdarnice Yerkes i zvjezdarnice McDonald. Radio je na kartografiji Mjeseca i surađivao s agencijom NASA kao glavni istraživač u programu izučavanja Mjeseca. Kuiper je 1951. pretpostavio postojanje velike skupine objekata u području iza Neptunove orbite. Prvi objekt u Kuiperovu pojasu otkriven je 1992. godine i otad je u tom području otkriveno više od 70 000 objekata promjera većeg od 100 kilometara. Oni zatvaraju pojas oko Sunca, koji je njemu u čast nazvan Kuiperovim. Kuiperov pojas u žarištu je interesa zbog nove kategorije patuljastih planeta, u koje sad spada i bivši deveti planet Pluton.

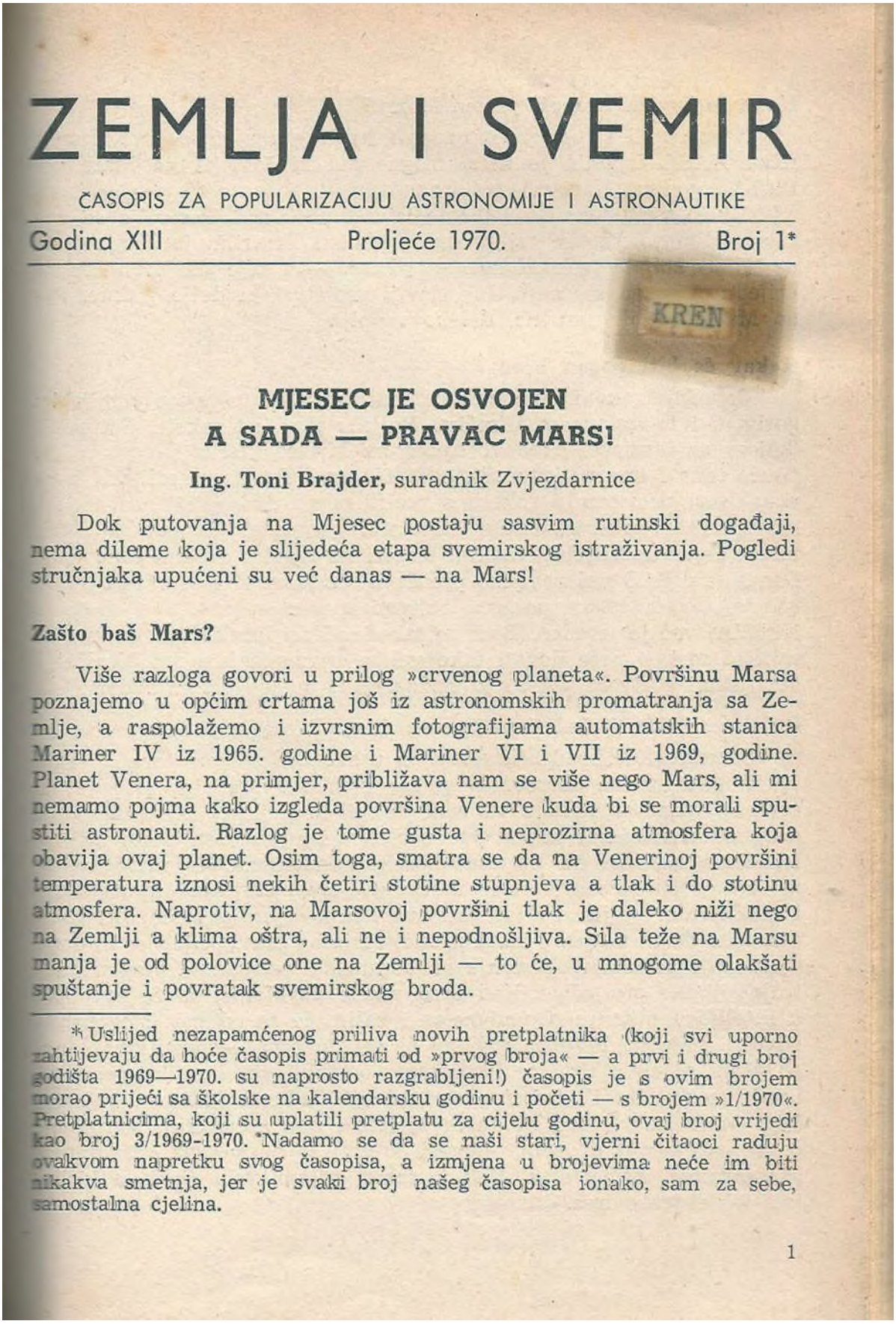
[13] Dragan Miličić (Zagreb, 1948.), diplomirao je 1969. fiziku na PMF-u u Zagrebu te magistrirao i doktorirao matematiku. Astronomske članke objavljivao je u *ZIS*-u i *ČIS*-u te *Almanahu Bošković*. Bio je glavni urednik *ZIS*-a od 1966. do 1967. Otišao je u SAD i postao sveučilišni profesor matematike (Department of Mathematics University of Utah, Salt Lake City).

[14] Branka Römer, rođ. Damjanić (Zagreb, 1942.) diplomirala je francuski i povijest umjetnosti na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Bila je prva voditeljica Zagrebačkog planetarija u Tehničkom muzeju u Zagrebu te savjetnica u Rektoratu Sveučilišta u Zagrebu. Astronomske članke objavljivala je u časopisima *ZIS*, *ČIS* i *Modra lasta*. Urednica *ZIS*-a bila je od 1967. do 1969. godine.

odgovorni urednik Milovan Ljubić. Od br. 3 te 4 1969./1970. glavni urednik postao je Gabrijel Divjanović, a odgovorni Milovan Ljubić i od časopisa koji je dotad imao malu nakladu ubrzo stvorio visokotiražni znanstveno-popularni časopis. Sve navedeno bilo je tek priprema za nevjerojatno postignuće Divjanovićeva časopisa u promicanju astronomije i Zvjezdarnice u cijeloj Jugoslaviji, a preko esperantista i diljem svijeta, sve do 1978. godine i Divjanovićeva odlaska u mirovinu. Već u br. 3 šk. god. 1968./1969. počinje s člancima za koje je osjećao da vlada velik interes čitateljstva. Piše, npr., članak Što su zapravo "Leteći tanjuri"? Većini novosti i zanimljivosti autor je Divjanović. A to je bio tek početak, koji je najavljivao u kojem smjeru će Divjanović razvijati časopis. U br. 4 istog godišta otvara dilemu Da li je svemir konačan ili beskonačan? i potpisuje brojne Novosti i zanimljivosti. U šk. god. 1969./1970., u br. 1, piše o Licu i naličju "osvajanja Mjeseca", a da sve novosti i zanimljivosti ne bi nosile njegov potpis, koristi i svoj pseudonim V. B. (Veseljko Barić). U br. 2 zanimljiv je članak Ivana Supeka naslovljen Za svjetsko društvo, uz koji je objavljen i pogovor koji je Supek napisao za *Dramu u svemiru*, a Divjanović ga smatra biserom ljudske misli. Divjanović predstavlja čitateljstvu dvojbe o eksploziji svemira te brojne novosti i zanimljivosti. Naslovi su, npr., Zašto Mjesec okreće Zemlji uvijek istu stranu?, Kad bi slon i buha pali s nebodera i drugo. Prvi put objavljen je popis povjerenika koji su se istaknuli brojem pretplatnika na časopis, što je dalje redovito činjeno. Slijedi nova i važna zanimljivost. Sljedeći broj nije 3, 1969./1970., nego 1, za proljeće 1970., a u bilješki pod tekstom, koju donosimo u cijelosti, piše:

> "Uslijed nezapamćenog priliva novih pretplatnika (koji svi) uporno zahtijevaju da hoće časopis primati od 'prvog broja' – a prvi i drugi broj godišta 1969.−1970. su naprosto razgrabljeni, časopis je s ovim brojem morao prijeći sa školske na kalendarsku godinu i početi s brojem 1/1970. Pretplatnicima koji su uplatili pretplatu za cijelu godinu, ovaj broj vrijedi kao broj 3/1969. − 1970. Nadamo se da se naši stari, vjerni čitaoci raduju ovakvom napretku svog časopisa, a izmjena u brojevima neće im biti nikakva smetnja jer je svaki broj našeg časopisa ionako sam za sebe, samostalna cjelina."

Divjanović u svojem stilu piše o Einsteinovoj teoriji relativnosti i nekim pojavama u svemiru, a brojne zanimljivosti taj put nisu potpisane. Broj 2 je za ljeto 1970. godine, a Divjanovićev je članak Život – najveća zagonetka svemira. Pod pseudonimom Veseljko Barić piše članak Da li svijetu propast prijeti iz svemira ili sa Zemlje? Novosti i zanimljivosti nisu potpisane, što sugerira da ih je sve napisao Divjanović. Važna je rubrika Vi pitate – mi odgovaramo, kao slobodni kontakt Uredništva s čitateljstvom, što će Divjanović obilato koristiti. [3−6]



ZEMLJA I SVEMIR

ČASOPIS ZA POPULARIZACIJU ASTRONOMIJE I ASTRONAUTIKE

Godina XIII Proljeće 1970. Broj 1*

KREN

MJESEC JE OSVOJEN A SADA — PRAVAC MARS!

Ing. Toni Brajder, suradnik Zvjezdarnice

Dok putovanja na Mjesec postaju sasvim rutinski događaji, nema dileme koja je slijedeća etapa svemirskog istraživanja. Pogledi stručnjaka upućeni su već danas — na Mars!

Zašto baš Mars?

Više razloga govori u prilog »crvenog planeta«. Površinu Marsa poznajemo u općim crtama još iz astronomskih promatranja sa Zemlje, a raspolažemo i izvrsnim fotografijama automatskih stanica Mariner IV iz 1965. godine i Mariner VI i VII iz 1969, godine. Planet Venera, na primjer, približava nam se više nego Mars, ali mi nemamo pojma kako izgleda površina Venere kuda bi se morali spustiti astronauti. Razlog je tome gusta i neprozirna atmosfera koja obavija ovaj planet. Osim toga, smatra se da na Venerinoj površini temperatura iznosi nekih četiri stotine stupnjeva a tlak i do stotinu atmosfera. Naprotiv, na Marsovoj površini tlak je daleko niži nego na Zemlji a klima oštra, ali ne i nepodnošljiva. Sila teže na Marsu manja je od polovice one na Zemlji — to će, u mnogome olakšati spuštanje i povratak svemirskog broda.

*) Uslijed nezapamćenog priliva novih pretplatnika (koji svi uporno zahtijevaju da hoće časopis primati od »prvog broja« — a prvi i drugi broj godišta 1969—1970. su naprosto razgrabljeni!) časopis je s ovim brojem morao prijeći sa školske na kalendarsku godinu i početi — s brojem »1/1970«. Pretplatnicima, koji su uplatili pretplatu za cijelu godinu, ovaj broj vrijedi kao broj 3/1969-1970. Nadamo se da se naši stari, vjerni čitaoci raduju ovakvom napretku svog časopisa, a izmjena u brojevima neće im biti nikakva smetnja, jer je svaki broj našeg časopisa ionako, sam za sebe, samostalna cjelina.

Sl. 3.: Prva stranica časopisa *Zemlja i svemir* (proljeće 1970.)

2. Koordinacioni odbor astronomskih društava i opservatorija FNRJ i oblici rada astronomske i astronautičke sekcije HPD-a

U br. 2/58 u rubrici Naša Zvjezdarnica nalazi se zanimljiv tekst o sjednici astronomskih društava FNRJ. U Beogradu je 23. veljače 1958. održan sastanak astronomskih društava FNRJ da bi se međusobno upoznali i objedinili rad. Hrvatski predstavnici Astronomske sekcije HPD-a bili su Petar Römer i Vlado Nigrović, slovenski predstavnici Astronomske sekcije Prirodoslovnog društva iz Ljubljane bili su Pavel Kunaver, Silvo Breskvar i Bogdan Kilar, predstavnik Astronomskog kluba iz Sarajeva Božidar Popović, a predstavnici domaćina iz Astronomskog društva *Ruđer Bošković* bili su Pero Đurković, Nenad Janković i Đorđe Teleki. Ostale republike još nisu sudjelovale. Govorilo se i o pripremama za promatranje potpune pomrčine Sunca 1961. godine te o zajedničkom nastupanju za uključenje astronomije u nastavu u školama. Osnovan je Koordinacioni odbor astronomskih društava i opservatorija FNRJ, u koji se trebaju učlaniti sve astronomske organizacije u državi.

U br. 3/60 objavljen je izvještaj da je nakon dvije godine održana, kao što je bilo zacrtano, druga sjednica Koordinacionog odbora, 12. lipnja 1960. godine na Zvjezdarnici u Zagrebu, i da su u novi Koordinacioni odbor izabrani: za predsjednika prof. dr. Leo Randić, predsjednik Astronomske sekcije HPD-a i pročelnik Zvjezdarnice, za zamjenika predsjednika prof. dr. ing. D. Bazjanac, predsjednik Astronautičke sekcije HPD-a, za tajnika dr. Milovan Ljubić, potpredsjednik AS HPD-a, a za zamjenika pročelnika Zvjezdarnice i zamjenika tajnika Ranko Gradečak, tajnik AS HPD-a i Zvjezdarnice. Posebno im je stavljena u dužnost organizacija promatranja pomrčine i proslava 250-godišnjice rođenja Ruđera Boškovića u svibnju 1961. godine. Ponovno je zaključeno da treba poduzeti sve potrebno da se astronomija uvede kao predmet u srednjim, učiteljskim, pomorskim i sličnim školama te na prirodoslovno-matematičkim fakultetima, a da se na kongresu matematičara, fizičara i astronoma u Beogradu podnese referat o problemu astronomije u školama. Te lijepe namjere, nažalost, više desetljeća nisu pale na plodno tlo.

U br. 4/60 u rubrici Naša Zvjezdarnica objavljen je važan članak o popularizaciji astronomije u Jugoslaviji – referat za Kongres matematičara, fizičara i astronoma FNRJ, koji je održan 19. − 25. rujna u Beogradu, a prisustvovali su i delegati iz nekoliko stranih zemalja, između ostalih i profesor s pariške Sorbonne Évry Schatzman, autor mnogih djela iz astronomije.

> "Budući da je AS HPD u Zagrebu najuspješnije organizirala rad na popularizaciji astronomije u širokim slojevima naroda i posebno omladine, organizatori kongresa povjerili su njima izradu referata o popularizaciji astronomije u Jugoslaviji."

Delegati AS HPD-a na kongresu bili su Petar Römer i Milovan Ljubić, koji je održao referat o astronomskim društvima u Jugoslaviji i osnivanju Koordinacionog odbora astronomskih društava i opservatorija FNRJ, a zatim prikazao rad AS HPD-a u Zagrebu, "da bi poslužio kao primjer rada na popularizaciji astronomije u drugim bratskim republikama". Zbog obima aktivnosti izneseni su samo osnovni oblici rada namijenjenog popularizaciji astronomije, astronautike i geofizike. Saznajemo da se rad Astronomske i Astronautičke sekcije odvijao na Zvjezdarnici u sljedećim oblicima:

1. predavanja građanstvu i motrenje zvjezdanog neba
2. grupni posjeti škola, sindikata, poduzeća, ustanova, JNA
3. tečajevi za srednjoškolce i građane
4. rad po grupama: za proučavanje aktivnosti Sunca, za promatranje planeta Marsa, za proučavanje Mjeseca, radio-astronomska grupa, grupe za pozicionu astronomiju, za atomistiku, za proučavanje meteora, za proučavanje i pronalaženje kometa, za astronautiku te radio-amaterska i esperantska grupa
5. seminari za članove astronomske sekcije
6. večeri saopćenja i razgovora
7. društvene večeri
8. izdavanje časopisa *Zemlja i svemir*
9. literarni rad omladine AS[15]
10. astronomski i astronautički muzej
11. astronomske i astronautičke izložbe
12. biblioteka Zvjezdarnice HPD-a.

Izvan Zvjezdarnice održavana su predavanja u centralnim i rajonskim narodnim sveučilištima, domovima kulture, srednjim školama u Zagrebu i unutrašnjosti, seminari u radničkim sveučilištima u Zagrebu i unutrašnjosti, popularizacija astronomije i astronautike preko Radio-stanice i televizije u Zagrebu, te osnivanja podružnica AS-a u drugim gradovima NR Hrvatske.

Aktivni članovi Sekcije bili su svih dobi i zanimanja, a 1960. najmlađi član imao je 10, a najstariji 80 godina. Mladež je činila 4/5 ukupnog članstva, a pola su bili srednjoškolci. Sav je rad bio amaterskog karaktera, a članovi su se tim ponosili. Rade "samoprijegorno i bez ikakvih materijalnih pobuda". NO Grada Zagreba dodijelio je subvenciju koja ipak donekle olakšava rad na Zvjezdarnici, a Savjet za nauku i kulturu NR Hrvatske odobrava godišnju pomoć časopisu. Već tad je Divjanovićevom inicijativom i dogovorom s mladim suradnicima te stručnjacima i ostalim ljubiteljima astronomije stvorena baza razvoja astronomskih aktivnosti u Hrvatskoj.

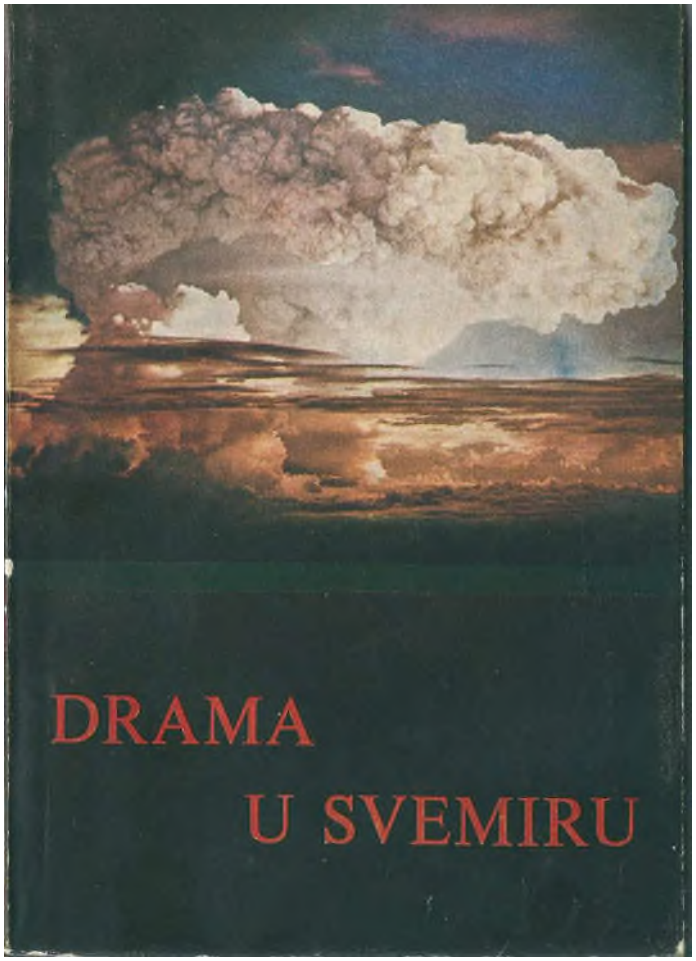
[15]U tom je razdoblju na Zvjezdarnici djelovala svojevrsna književna radionica čiji je plod bila knjiga *Drama u svemiru*.

U br. 3/61 tajnik Astronomske sekcije HPD-a Petar Römer izvijestio je o godišnjoj skupštini AS HPD-a, održanoj 23. travnja 1962. godine (skupština prije toga održana je 20. ožujka 1959.), kojoj je prisustvovalo oko 40 članova, a za pročelnika je jednoglasno ponovno izabran prof. dr. Leo Randić. U Zaključku je tajnik naveo:

> "Vidjeli smo da je u ovom periodu rad AS bio veoma bogat i raznolik. Od prošle skupštine do danas na svim promatranjima i predavanjima na samoj Zvjezdarnici prisustvovalo je oko 54.140 ljudi. Ako pogledamo sastav AS vidjet ćemo da gotovo sav teret pada na omladinu. Naime, oko 90 % članova AS su omladinci (učenici i studenti). Treba odati priznanje toj mladoj generaciji koja tako nesebično posvećuje svoje slobodno vrijeme popularizaciji astronomije."

3. *Drama u svemiru* (*Tragedio en la Universo*)

Godine 1960., na petnaestu obljetnicu tragedije Hirošime i Nagasakija, iz krila Zvjezdarnice izišla je znanstveno-fantastična svemirska drama pod naslovom *Drama u svemiru*, nevelika knjižica (93 stranice), koja je jasno i otvoreno progovorila o sudbini našeg planeta ako ne pobijedi razum. Knjigu su napisala dvadeset petorica mladih astronoma amatera sa zagrebačke Zvjezdarnice, vođena G. Divjanovićem. Premda u knjizi nigdje nije naveden kao duhovni otac i začetnik tog djela, sudionici pisanja knjige potvrdili su atmosferu u kojoj je stvarana *Drama u svemiru*, koja je označila početak pohoda miroljubive i čovjekoljubive ideje s hrvatske Zvjezdarnice u svijet. Knjiga je svojevrstan protest protiv sudbine Hirošime i Nagasakija i svih potencijalnih hirošima koje prijete ljudskom rodu. U br. 1/60 nalazi se reklama za knjigu *Drama u svemiru*, koja 'uskoro izlazi iz štampe', a u br. 2/60 objavljen je izabrani tekst te poruka iz knjige "Mi hoćemo živjeti!", upućena svima onima koji se neodgovorno "igraju" atomskim oružjem koje može uništiti planet Zemlju. Naime, u knjizi došljaci iz svemira nalaze pusti planet nakon razornog hidrogenskog rata – "kameno doba u ledenoj, mračnoj pustoši"! Sudjelujemo zatim pri "smrti posljednjeg čovjeka", a taj izabrani Adam je bivši diplomat, "svjetski ekspert za vanjsku politiku", direktor krupnog trusta i nadaleko poznat kao jedan od najupornijih pobornika politike sile i upotrebe hidrogenske bombe. On se prisjeća svega što je trebao učiniti, a nije učinio, da spriječi katastrofu. Vrhunac apsurda otkriva se u činjenici da je "čopor gusaka odlučio sudbinom svijeta" jer su u generalštabu svjetske velesile mislili da se radi o hidrogenskim bombama. Alarm zbog čopora gusaka istinita je epizoda s kraja pedesetih godina, spretno iskorištena u



Sl. 4.: Naslovnica knjige *Drama u svemiru*, 1960.

toj znanstveno-fantastičnoj priči, kao i kratka novinska vijest iz godine 1958., kad su četiri čovjeka odlučila, u znak protesta protiv nastavljanja eksperimenata s hidrogenskom bombom, zaploviti svojim brodićem ravno u zabranjenu zonu gdje je imala eksplodirati hidrogenska bomba.

Naslov knjige i navedena poruka potaknule su Divjanovića na dokazivanje da planet Zemlja nema granica, osim onih umjetno stvorenih, koje često znaju biti kobne za ljude. Sjetimo se da je to bilo doba hladnog rata i 'željezne zavjese', a on nije smio imati putovnicu. Nebo je svima zajedničko, kao i Zemljina atmosfera, a Zemlja je ispresijecana i sputana granicama i različitim jezicima kao barijerom u sporazumijevanju. U mladim danima je kao samouk naučio međunarodni umjetno stvoreni jezik esperanto. Esperanto, kao ideja zbližavanja ljudi uklanjanjem jezične barijere, svakako je sadržavao mnoge pozitivne značajke pa je tako oduševljeni esperantist Gabrijel Divjanović (svima poznat kao Gabro), počeo mladež okupljenu na Zvjezdarnici oduševljavati za učenje esperanta, kao odskočne daske za druženje s ljudima iz cijelog svijeta.

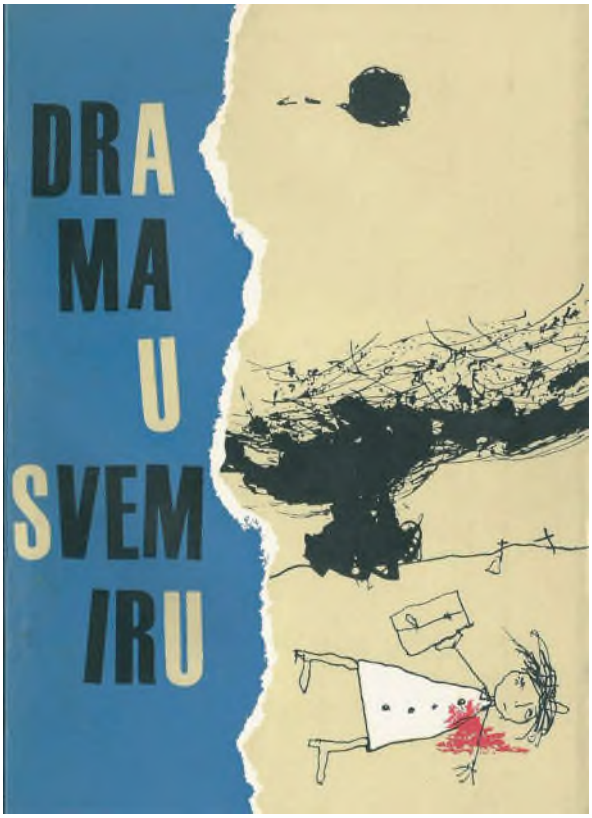
Godina koja je slijedila nakon tiskanja *Drame u svemiru* bila je izrazito plodna u povijesti Zvjezdarnice. S Hvara se 15. veljače 1961. mogla vidjeti

potpuna pomrčina Sunca. Ekspedicija na Hvar bila je uspješna, a rezultati i fotografije tiskani su u lijepo opremljenoj knjižici *Potpuna pomrčina Sunca 15. II. 1961. (Totala suneklipso 15. II. 1961.)*, koja je pisana na hrvatskom, esperantu te engleskom i njemačkom jeziku (urednik prof. dr. Leo Randić). O pomrčini će detaljnije biti riječi poslije. Knjižica je iskorištena i za slanje u svijet informacija o prijevodu na esperanto *Drame u svemiru* (*Tragedio en la Universo)*, ljepota Hrvatske i Međunarodnog kampa prijatelja mira u Primoštenu te astronomske esperantske radiostanice. Naime, nešto više od mjesec dana nakon pomrčine Sunca, nastupanje proljeća 1961. godine obilježeno je u noći s 20. na 21. ožujka uključivanjem s Popova tornja astronomske esperantske radiostanice, članice Radio-kluba Zagreb, jedine takve vrste na svijetu. Povremeno bi čitatelji u časopisu mogli naći obavijest o knjižici *Drama u svemiru* i kako je nabaviti.

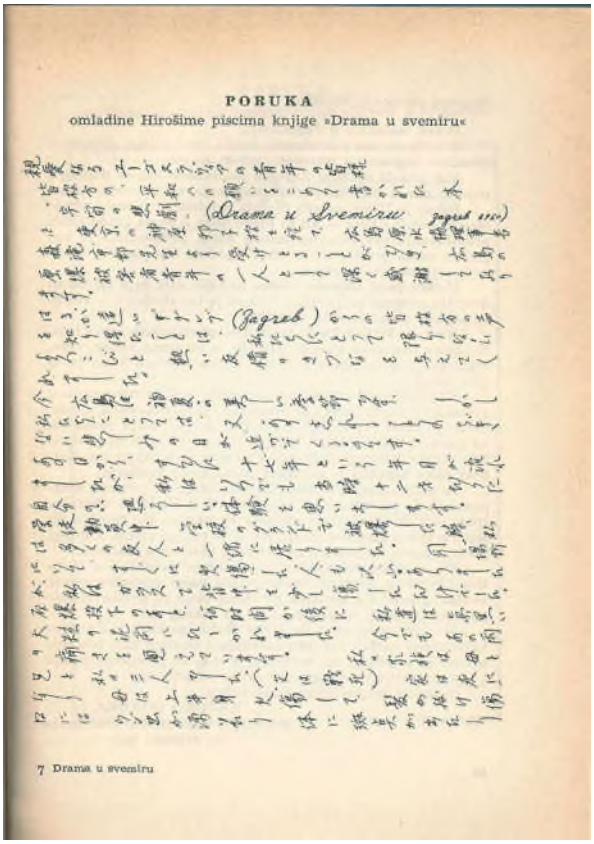
U br. 1/2 šk. god. 1967./1968. dana je obavijest o drugom, znatno dopunjenom izdanju poznate knjige *Drama u svemiru*. Upućena je poruka roditeljima i nastavnicima da nagrade dobre učenike tom knjigom te da je preporuče prijateljima i znancima i time učine nešto ‘za našu zajedničku stvar’. Astronomska



Sl. 5.: Naslovnica esperantskog izdanja knjige *Drama u svemiru*, 1961.



Sl. 6.: Drugo izdanje knjige *Drama u svemiru*


PORUKA
omladine Hirošime piscima knjige »Drama u svemiru«

7 Drama u svemiru

Sl. 7. Poruka omladine Hirošime piscima knjige *Drama u svemiru*

društva i školske grupe mogli su se obratiti Zvjezdarnici kako bi dobili ogledni primjerak knjige. Saznajemo da je u Jugoslaviji prvo izdanje prodano u nakladi većoj od 10 000 primjeraka, čime je postala jedna od najčitanijih knjiga. [1], [2], [7−12]

4. Potpuna pomrčina Sunca vidljiva iz Hrvatske 15. veljače 1961.

U br. 3/60, u rubrici Naša Zvjezdarnica čitatelje se upoznaje s pripremama za opažanje potpune pomrčine Sunca 15. veljače 1961., "koja će se osobito dobro vidjeti u našoj zemlji, a naročito na području našeg Jadrana". Za broj 1/61 najavljeno je da će biti posvećen isključivo pomrčini, a "cjelokupan rad oko organizacije promatranja stranih i domaćih naučnih ekipa i turista, 'boravak' i djelatnost na terenu kao i rezultati radova, popraćeno mnogobrojnim ilustracijama, bit će prikazano u drugom posebnom izdanju br. 2. našeg časopisa". Uspjeh ekipe bio je izvrstan te je tiskano i posebno izdanje *Potpuna pomrčina Sunca 15. II. 1961.* i prevedeno i na esperanto *Totala suneklipso 15. II. 1961*. te je slano esperantskim organizacijama diljem globusa. Navedeno je da svim radovima oko organizacije promatranja ove svemirske pojave rukovodi Koordinacioni odbor astronomskih društava i opservatorija FNRJ, u koji su učlanjene sve astronomske organizacije u državi.

Kao što je i obećano, brojevi 1/61 i 2/61 u potpunosti su posvećeni pomrčini 15. II. 1961. Prilika koja se ukazala izvrsno je iskorištena za popularizaciju astronomije i promociju AS HPD-a i Zvjezdarnice HPD-a i izvan Hrvatske i Jugoslavije. Pomrčina je ocijenjena kao događaj stoljeća, s napomenom da se iz 'naše zemlje' može vidjeti samo tri puta u tisuću godina. U prvom broju dani su teorijski članci: B. Damjanić i P. Römer: O pomrčinama Sunca i Mjeseca, J. Kirigin: Vidljivost pomrčine Sunca 15. II. 1961. iz naših krajeva, T. Breider: Pomrčina Sunca u historiji, D. Mikuličić: Sunce – zvijezda u svemiru; Z. Klobučar: Istraživanje kemijskog sastava Sunca, D. Mikuličić: Fizički procesi na Suncu, E. Mihalek: Svrha promatranja pomrčine Sunca, M. Kuprešanin: Budućnost Sunca. U časopisu su prenesene i pripreme talijanskih opservatorija za promatranje totalne pomrčine Sunca. U br. 2 prikazana je totalna pomrčina Sunca 15. II. 1961. u iznimno zanimljivim člancima: B. Damjanić: Astronomske večeri u zoni totaliteta, E. Mihalek: Organizacija promatranja pomrčine, Z. Klobučar: Fotografiranje faza pomrčine, R. Gradečak: Fotografiranje korone, P. Römer: Crtanje korone i protuberanaca, Z. Klobučar: Korona, T. Breider: Mjerenje kontakata, T. Breider, Leteće sjene, dr. B. Makjanić: Geofizička mjerenja za vrijeme pomrčine, G. Zaletov: Dragi mladi prijatelji!, I. Pejaković: Kako smo

vidjeli pomrčinu, D. Mikuličić: Promatranje pomrčine na Biokovu, B. Margetić: Izvještaj iz Vrbovske, A. Tadić: Djelovanje pomrčine na životinje, B. Margetić: Kratak povijesni pregled istraživanja Sunca, Astronomska grupa osmoljetne iz Selske ceste: Utisci.

Od Branke Damjanić, autorice teksta o astronomskim večerima u zoni totaliteta, saznajemo da je Zvjezdarnica u zonu totaliteta uputila tri specijalno izučene i opremljene ekipe: jednu ekipu predavača (16 članova), koja je obišla sva važnija mjesta u zoni totaliteta, od Malog Lošinja do Titograda u Crnoj Gori (ukupno 46 mjesta); drugu ekipu od 40 promatrača na otok Hvar, na tvrđavu Španjola; i treću od šest promatrača na planinu Biokovo kraj Makarske, na koti od 1700 m nadmorske visine. Predavači, većinom studenti i srednjoškolci koji su za predavanja i diskusije pripremljeni na seminarima održavanim na Zvjezdarnici dovoljno vremena prije pomrčine, održali su 111 predavanja, od toga 90 o pomrčini, a ostale teme bile su: Put u svemir, Što su otkrili Zemljini umjetni sateliti, Ima li života na drugim svemirskim svjetovima i Građa svemira. Predavanja o pomrčini Sunca slušalo je 18 680 građana, od toga 5 340 učenika i 1 950 vojnika. Ukupno je predavanja slušalo 30 940 posjetilaca, od toga 22 050 građana, 6 640 učenika i 2 250 vojnika. Već ti podaci ukazuju da su dobra priprema i velik napor urodili velikim plodom. Bili su dobro praktično obučeni i to za različite razine predavanja: za djecu iz nižih razreda osnovne škole, srednjoškolce i građane. Drugi dio posla bili su dopisi upućeni u 46 odabranih mjesta. Dana je tablica svih 46 mjesta s brojem predavanja i posjetitelja. Najviše predavanja (16) održano je u Visu, a na cijelom istoimenom otoku ukupno 26 predavanja tijekom šest dana. Predavanja su održala dva predavača. U Gračacu je održano šest predavanja, s ukupno 1 600 građana i 270 učenika, u Šibeniku sedam predavanja s 2 250 građana i 1 050 učenika itd. Nikome nije smetalo da predavanja drže mladi astronomi amateri puni elana i poleta. Predavanja su održavana od 5. do 11. veljače, a potom su se svi predavači našli u Splitu te su zajedno otišli na Hvar na opažanje pomrčine.

Slično kao s predavačima bilo je s odabranim opažačima, koji su prošli stručne pripreme. Već krajem 1960. napravljen je opći plan opažanja s brojem opažača i brojem iskoristivih instrumenata. U pripremne radove spadalo je i odabiranje mjesta opažanja. Kao najpogodnije mjesto izabran je otok Hvar i stara tvrđava Španjola. U ponedjeljak 13. veljače 1961. svi su instrumenti preneseni na tvrđavu i postavljeni za probu na svoja predviđena mjesta. Opažači su obavljali zadnje vježbe u rukovanju instrumentima. Idućeg dana posjetili su mjesta drugih opažačkih grupa smještenih u blizini Hvara. Disciplina je bila na visini jer su svi bili svjesni da će vidjeti pojavu koja se vidi jednom u životu. Posebna ekipa, koja je pomrčinu opažala s Biokova, također je dala svoj opsežan opis opažanja pomrčine s vrha Vošac na Biokovu, u snježnim uvjetima mjeseca veljače. I oni su uspješno obavili postavljene zadatke, kao i ekipa koja



Sl. 8.: Ekipa Zvjezdarnice na tvrđavi Španjola u Hvaru

je pomrčinu opažala iz Vrboske, s terase tvrđave. U ekipi su bili stručnjaci Astronomskog zavoda Tehničkog fakulteta iz Zagreba: prof. dr. Leo Randić, prof. ing. Predrag Terzić, tehničar Slavko Marof, Zlatko Britvić, dipl. ing. i skupina mladih astronoma amatera. Na Vidovoj gori na otoku Braču bilo je organizirano opažanje različitih ekipa iz Hrvatske i inozemstva. Sudjelovala je i Astronomska grupa Narodne osmogodišnje škole iz Selske ceste II, čiji su utisci objavljeni u časopisu. Na Vidovoj gori pridružio se opažačima i poznati astronom iz pustinje Blaca don Niko Milićević. Astronomska sekcija Prirodoslovnog društva iz Ljubljane poslala je na Brač 25 promatrača. U članku profesora Pavela Kunavera[16], koji je organizirao i vodio slovensku ekspediciju, vidi se da su bili u kontaktu s don Nikom Milićevićem i od njega tražili savjet o mjestu promatranja na Braču. Preporučio im je Bol ili Selca. Izabrali su Selca i uspješno obavili opažanja za vrijeme pomrčine. Don Niko i slovenski

[16]Pavel Kunaver (1889. − 1988.), profesor zemljopisa, još je 1929. osnovao školsku zvjezdarnicu na terasi škole u Zgornjoj Šiški. Imao je jednostavan reflektor objektiva 11 cm vlastite izrade. Desetljećima je pratio Sunčevu aktivnost i slao opažanja u Centar za opažanje Sunca u Zürichu. Napisao je više knjiga iz astronomije i tiskao vrteću kartu neba. Surađivao je sa Zvjezdarnicom na Popovu tornju.



Sl. 9.: Korona snimljena 15. veljače 1961. specijalnom kamerom vlastite konstrukcije

astronom amater Pavel Kunaver bili su u kontaktu niz godina. Nakon smrti Otona Kučere 1931. godine, kojeg je iznimno cijenio, Milićević je poslije bio u kontaktu s njegovim sinom Vlahom Kučerom[17] te je postao i članom Astronomskog društva *Oton Kučera*[18]. Članovi tog Društva bili su u dogovoru s grupom astronoma iz Austrije te su zajedno stigli 13. veljače 1961. u Supetar. Don Niko ih je dočekao i zapisao da je u ekipi stiglo 78 ljudi. Srijeda 15. veljače

[17] Vlaho Kučera (1898. − 1983.), izumitelj, astronom amater, suradnik Zvjezdarnice. Izradio je crteže za drugo izdanje knjige *Naše nebo,* dalekozor za promatranje Sunčevih prominencija, prijenosni Keplerov dalekozor i pomičnu kartu zvjezdanog neba. Godine 1945. imenovan je privremenim upraviteljem Zvjezdarnice, ali je opozvan zbog političkih razloga. Godine 1954. bio je suosnivač prvog samostalnog astronomskog društva u Hrvatskoj, Astronomskog društva Hrvatske *Oton Kučera,* a zatim Solarnog opservatorija Šestine. Godine 1959. objavio je knjigu *Praktični astronom.*

[18] Astronomsko društvo *Oton Kučera* osnovala je 1954. skupina okupljena oko Vlahe Kučere. Bilo je to samostalno astronomsko društvo, koje je imalo svoju izdavačku djelatnost, održavalo predavanja i druge aktivnosti, a osnovalo je i Solarni opservatorij u Šestinama. Među članovima Društva bili su Stjepan Mohorovičić, don Niko Milićević, Juraj Golubić, Slavko Rozgaj, Zlatko Britvić, Dragan Bach, Mladen Hegedušić i drugi.

1961. bila je Pepelnica. Pomrčina je počinjala u 7:34 i trajala do 9:50 te je trebalo na vrijeme stići na Vidovu goru. Don Niko je ustao u pola šest te su on, Katica, i još neki Bračani stigli na Vidovu goru u 7 sati i 15 minuta. Zabilježio je da je temperatura bila 8 °C. U dnevniku je zapisao:

> "(...) Veoma lijepo se vidi fotosfera pak jasna moćna kromosfera i lijepo razvijena korona sa nekoliko lijepih pramenova i dvije jake crvene protuberance lijevo i desno. Nastup crne mjesečeve sjene na moru, i poslije odstup, lijepo se vide planeti Jupiter i Saturn u konjunkciji prema zapadu, a prema istoku Merkur i Venera, i još nekoliko zvijezda oko zenita. Nakon 2 ¼ minute III. kontakt i Sunce se pomalja." [13]

U br. 3/60 spomenut je prvi astronomski časopis *Mladi zvjezdar*, koji je don dr. Nikola Milićević, dopisni član Akademije, tiskao u pustinji Blaca na otoku Braču: "On još uvijek u Supetru drži popularna predavanja na Narodnom sveučilištu, a delegatu Astronautičkog društva iz Splita omogućio je da u njegovoj biblioteci snimi preko 400 mikrosnimaka."



Sl. 10.: Ekipa Zvjezdarnice na Hvaru

5. Prstenasta pomrčina Sunca 20. svibnja 1966. u Turskoj

U broju 3-4 šk. god. 1966./1967. objavljene su vrijedne fotografije s ekspedicije zagrebačke Zvjezdarnice na prstenastu pomrčinu Sunca u Ayvalıku, Turska. Hrvatski astronomi prvi su put prešli granicu Jugoslavije i sudjelovali s brojnim svjetskim ekipama na praćenju pomrčine u Turskoj. Imali su važna iskustva organizacije praćenja pomrčine 1961. s Hvara. Uglavnom se radilo i o istoj ekipi, pomlađenoj novopridošlim članovima. Kvalitetne crno-bijele fotografije prikazuju polazak iz Zagreba, mjesto promatranja, instrumente i opažače, stranu ekipu opažača s instrumentima te devet izvrsnih fotografija prstenaste pomrčine, među kojima je jedna od najboljih uopće snimljenih.

Zlatko Britvić napisao je članak o rezultatima promatranja prstenaste pomrčine Sunca 20. svibnja 1966. u Ayvalıku. Naglasio je da su postignuti rezultati još značajniji ako se uzme u obzir slabi instrumentarij koji je ekipa posjedovala. Turski astronomi dobro su pripremili poligon za promatračke ekipe i iskolčili središnju liniju pomrčine. Ekipa (Zdravko Gašparov, Viktorija Iveković, Zvonimir Zoričić, Ivan Pošta i Neven Mates) koju je vodio prof. dr. Leo Randić imala je prijamnik za radiosignale, kronograf, pet jednostavnih



Sl. 11.: Ekipa Zvjezdarnice na mjestu promatranja u Turskoj



Sl. 12.: Prstenasta pomrčina Sunca snimljena iz Ayvalıka, Turska

dalekozora koji su služili za što točnije određivanje vremena kontakta i tri zaporne ure za određivanje kontakta. Fotografska ekipa (Silva Brlek, Dragan Miličić, Hrvoje Kraljević, Zlatko Lasić, Toni Brajder i Zvonko Prolić) koju je vodio Zoran Klobučar imala je zadatak snimiti sve faze pomrčine. Imali su dva Zeissova refraktora, jedan mali i jedan veći svjetlosne jačine 1 : 10, astrograf, dvije obične fotografske kamere za snimanje svih faza na istoj ploči. Najbolje su uspjele snimke središnje faze pomrčine. Treći dio ekipe, Hrvoje Gold i Velimir Ružička, mjerio je temperaturu zraka svakih pet minuta. Počeli su u 10:00, a završili u 13:00 sati. Minimalna temperatura bila je 17,5 °C nakon središnje faze koja je nastupila u 11:39 sati. Grafikon je pokazao gotovo jednolik hod u padu i rastu temperature, od 18 °C u 10:00, preko najniže temperature u 11:45, lagani rast na 18 °C u 11:55 pa sve do 25 °C u 13:15 sati.

6. Proslave jubilejskih obljetnica osnivanja Zvjezdarnice HPD-a, Planetarij i novi teleskop

Proslava 50. obljetnice osnutka Zvjezdarnice HPD-a, u razdoblju kad je na čelu Zvjezdarnice bio astronom dr. Slavko Rozgaj, zabilježena je u njegovu sačuvanom rukopisnom tekstu. [14] U svibnju 1953. na Zvjezdarnici je priređena izložba, kao uvod u proslavu njezinih pola stoljeća, s temom razvitka astronomije, na kojoj je prikazana sva dostupna astronomska literatura na hrvatskom jeziku kao i instrumentarij Zvjezdarnice (autor: Milan Butorac). Uređena je tamna komora za izrađivanje fotografija, dobiven je nebeski globus, materijal za

izradu dvaju dalekozora reflektora, radioaparat te veći broj knjiga i karata neba. Narodni odbor Grada Zagreba dodijelio je Zvjezdarnici izvanrednu pomoć od 1,280.000 dinara (uz redovitu dotaciju) za uređenje prostorija i instrumentarija te pripremu astronomske izložbe te je četiri mjeseca Zvjezdarnica bila zatvorena radi preuređenja. Iste je godine Zvjezdarnica dobila sredstva i za nabavu Zeissova dalekozora od 4" te je time solidno obilježeno pola stoljeća od njezina otvaranja.

Proslava 60. obljetnice bila je u vremenu Divjanovićeve uprave i već dobro uhodanog časopisa *ZIS*. U broju 4/63 profesor Randić objavio je članak o 60 godina djelovanja Zvjezdarnice HPD-a, a Damir Mikuličić o preuređenju Zvjezdarnice na Popovu tornju. Tim povodom objavljen je razgovor s Viktorom Tomlinovićem, 83-godišnjim fotografom u mirovini, koji je na Zvjezdarnicu dolazio već 1904., nedugo nakon njezina osnutka. Branko Margetić je u članku Prije 18 godina opisao kako je kao učenik šestog razreda gimnazije bio polaznik prvog tečaja iz astronomije 23. kolovoza 1945. godine i otad postao suradnik Zvjezdarnice. U br. 1/64 opisana je proslava sa svečanom akademijom kojoj su nazočili predsjednik HPD-a, dr. Zlatan Sremac, iz političkog miljea dr. Miloš Žanko, Mladen Iveković i Rina Tropan, akademici Željko Marković i Branimir Gušić te brojni drugi. Zapisano je da čitav rad na Zvjezdarnici organiziraju i obavljaju amateri, studenti i srednjoškolci. Srijedom je za građane organizirano motrenje neba, a subotom predavanja sa zanimljivim temama iz astronomije i astronautike. U ostale dane organiziraju se grupna motrenja ili predavanja za učenike srednjih škola te za poduzeća, sindikate i JNA. Petak je određen kao dan seminarskih sastanaka, kad se iznose novosti iz literature i upotpunjuje stručno znanje. Amateri astronomi obavljaju motrenja nebeskih objekata te su organizirane različite grupe, drže predavanja i izvan Zvjezdarnice po narodnim sveučilištima, domovima kulture, klubovima i srednjim školama u Zagrebu i okolici. Amaterski suradnici Zvjezdarnice sudjeluju u izdavačkoj djelatnosti Zvjezdarnice na hrvatskom i esperantu. Završno predavanje održao je direktor Zvjezdarnice dr. Gabrijel Divjanović, ističući da mladež ima veliku korist od astronomije, koja je iznimno privlačna znanost i ima ulogu u formiranju osobe i interesa za znanost.

U br. 3/65 Zlatko Britvić pisao je o Planetariju u Zagrebu, prvom planetariju u Hrvatskoj. Uz pomoć Republičkog savjeta za kulturu, HPD-a, njegove Astronomske sekcije i Zvjezdarnice, nabavili su najmoderniji Zeissov planetarij koji treba služiti građanstvu, đacima, studentima i svima onima koji žele upoznati mehanizam gibanja zvjezdanog neba, planeta i osnovne pojmove sferne astronomije. Smješten je u zgradu Tehničkog muzeja u Zagrebu jer ga nije bilo moguće smjestiti u prostorije Popova tornja. Planetarij je i danas u funkciji u Tehničkom muzeju *Nikola Tesla* u Zagrebu. Kupljen je 1963., a dvije godine trajali su pripremni radovi pod vodstvom prof. dr. Lea Randića kako bi mogao

biti smješten u kupolu u Tehničkom muzeju. Svečano je otvoren 18. svibnja 1965. godine. U dvobroju 1/2 1967./1968. Branka (Damjanić) Römer, prva voditeljica Planetarija, napisala je članak o Planetariju u Tehničkom muzeju u Zagrebu i njegovim mogućnostima. Bio je otvoren za posjetitelje četvrtkom od 18 do 19 sati, a za grupe u bilo koje vrijeme i bilo koji dan prema dogovoru.

Poseban povod za proslavu 65. obljetnice Zvjezdarnice bilo je stavljanje u rad novog dalekozora te se 5. prosinca 1968.

> "(...) sakupilo na Popovom tornju mnoštvo uzvanika i omladine da skromnom svečanosti oda priznanje osnivačima i svima koji su zaslužni da ova naša ustanova postoji i uspješno radi već toliki niz godina."

U br. 1 šk. god. 1968./1969. detaljno je opisano da su svečanosti nazočili članovi Izvršnog vijeća Sabora, akademici, predstavnici znanstvenih i kulturnih ustanova i društvenih organizacija Grada Zagreba i Hrvatske. Prof. dr. Leo Randić, pročelnik Astronomske sekcije i tajnik HPD-a, zahvalio je svima koji su, bilo suradnjom bilo materijalnom pomoći, pokazali veliko razumijevanje za potrebe Zvjezdarnice i time omogućili njezin daljnji rad. Istaknuo je Skupštinu Grada Zagreba, Sabor SR Hrvatske, Republički sekretarijat za prosvjetu, kulturu i fizičku kulturu – Fond za unapređivanje kulturnih djelatnosti, Izvršno vijeće Sabora, pokret Nauku mladima, Savjet za naučni rad SRH, JAZU, Geofizički institut, Prirodoslovno-matematički fakultet, tehničke fakultete te Astronautički i raketni savez Hrvatske. Saznajemo da je uz stariju generaciju astronoma amatera koja je prošla Zvjezdarnicom, a od kojih su "mnogi danas na visokim položajima kao naučni i politički radnici", svečanosti nazočilo oko 200 mladih astronoma amatera nove generacije. Zbog *Drame u svemiru* i Kampa Prijatelja mira u Primoštenu, nazvao je Zvjezdarnicu "kulom mira", s nadom da će i nova generacija otići u život sa Zvjezdarnice prožeta idejom mira i prijateljstva među narodima. U svojem je govoru dr. Zlatan Sremec, predsjednik HPD-a, kao veliku mogućnost budućeg razvoja i stvaralaštva na Zvjezdarnici naglasio pokret Nauku mladima, u kojem astronomi uživaju veliku podršku. Doživotni počasni predsjednik HPD-a dr. Pavle Gregorić izrazio je radost što se na Zvjezdarnici "ne broje samo zvijezde" nego se misli na čovjeka i sudbinu čovječanstva te najavio akademika dr. Ivana Supeka, 'prvoborca' Pagvaškog pokreta[19] u

[19] G. Divjanović uključio je Zvjezdarnicu u hrvatski Pagvaški pokret, na čijem je čelu bio akademik Ivan Supek. Svjetski Pagvaški pokret oformljen je protiv zlouporabe atomske energije. U predgovoru Spomenici Zvjezdarnice Zagreb 1903.−2003. Ivan Supek je napisao: "Kant je rekao da ništa tako čovjeka ne uzdiže kao moralni imperativi u nama i svemirski zakoni. I taj humanistički duh nosila je oduševljena skupina djevojaka i mladića oko entuzijasta dr. Gabrijela Divjanovića kada su napisali knjigu *Drama u svemiru* koja se nadovezala na mirotvorna nastojanja u svijetu uoči prijetnje totalnog uništenja. Rado sam napisao predgovor toj mnogo čitanoj knjizi kao sudionik u mnogim mirotvornim pokretima, a naša poruka kako je opće i potpuno razoružanje jedini spas i danas je je jednako aktivna."

Hrvatskoj, koji je naglasio da je nužno potrebno mobilizirati sve intelektualne i moralne snage cijelog svijeta za spas kulture i civilizacije i samog života na planetu Zemlji. Nakon Supekova govora na terasi Zvjezdarnice sudionici su prisustvovali svečanom puštanju u rad novog teleskopa. Tu čast je, uz stručnu asistenciju Zlatka Britvića, imao dr. Pavle Gregorić. Razvidno je da je G. Divjanović namjerno ostao u pozadini, davši tako priliku navedenim govornicima da govore o postignućima Zvjezdarnice, a za sve što su naveli Divjanović je na Zvjezdarnici bio najzaslužniji. Treba reći i to da, iako se potpuno odijelio od politike, nikad nije izgubio veze s ratnim drugovima koje je cijenio i koji ga nisu otpisali kad je postao politički kažnjenik, a posebno nakon povratka s Golog otoka, kad su mu u HPD-u pružili utočište, primivši ga u službu bez obzira na političke prigovore, a zatim i povjerili Zvjezdarnicu. Ta je mudra suradnja s onima koji su bili u mogućnosti poduzeti akcije u korist Zvjezdarnice rezultirala nabavom Planetarija, a potom i novog teleskopa. Poduprili su i Divjanovićeve inicijative za osnivanje časopisa, tiskanje *Drame u svemiru*, Kamp Prijatelja mira u Primoštenu, pristupanje Zvjezdarnice Pagvaškom pokretu i drugo.

O teleskopu je u br. 1-2 šk. god. 1967./1968. pisao Z. Britvić i naveo da je optičko-mehanička tvornica Zeiss izložila na jesenskom Velesajmu 1964. godine refraktor od 5“, koji je po dimenzijama potpuno odgovarao kupoli u kojoj je dotad bio smješten refraktor od 6“. Pokrenuta je akcija da ga se otkupi za potrebe Zvjezdarnice. Izveden je po “po najmodernijoj konstrukciji i potpuno je elektrificiran”. To je dugofokalni refraktor dimenzija 130 : 1950 s odnosom 1 : 15. Objektiv je izrađen za vizualna promatranja i ima šest okulara koji povećavaju 31, 49, 78, 122, 195 i 327 puta. Ima filtre, okularni spektroskop, kružni mikrometar i niz drugih pomoćnih uređaja. Sabor SR Hrvatske preuzeo je troškove otkupa kao izraz priznanja Zvjezdarnici za rad s omladinom. Javili su se, međutim, problemi. Poduzeće Laboratoria preko kojeg je kupljen nije ga moglo preuzeti nakon zatvaranja Velesajma jer su devizna sredstva bila blokirana zbog predviđenog poskupljenja vrijednosti dolara. Prvobitna cijena stoga je s 8,5 milijuna starih dinara narasla na gotovo 12 milijuna pa je došlo i do sudskih rasprava. Konačno je sve riješeno, a cijena je bila preko 13 milijuna starih dinara.

Za novi teleskop trebalo je potpuno obnoviti staru dotrajalu kupolu i izraditi novo betonsko postolje za novi refraktor. S obzirom na nedostatak sredstava problem je riješen

> “zalaganjem suradnika omladinaca koji su svojim dobrovoljnim radom potpuno obnovili kupolu. Vrijednost njihova dobrovoljnog rada prelazi 2,6 milijuna st. din., a naročito su se istakli đaci i studenti: Davorin Kresonja, Bojan Štajcar, Zvonko Prolić, Ljubo Petrović, Velimir Ružička, Darko Fejzagić, Hrvoje Gold, Krešimir Ćosić, Zoran Farčić, Branko Klasić, Damir Gradiš i Zoran Pucić.”

7. Sudjelovanje mladih hrvatskih astronoma na natjecanjima

Za astronomiju, koja od 1949. godine više nije bila nastavni predmet u školama, važno je da je putem pokreta Nauku mladima izboreno da i mladi astronomi sudjeluju na natjecanjima, uz ostale školske predmete poput fizike, kemije, matematike i drugo. U br. 1 šk. god. 1968./1969., G. Divjanović upoznao je čitatelje s pokretom Nauku mladima, važnim za astronomiju i Zvjezdarnicu. U Hrvatskoj je taj pokret vodio Koordinacijski odbor na čelu s Brankom Lukatelom i tajnikom Brankom Popovom, sa sjedištem u Dalmatinskoj 12. Pokret je razvio veliku djelatnost po osnovnim i srednjim školama, "naročito organizacijom natjecanja iz najvažnijih grana nauke i tehnike". U dvobroju 1/2 iz 1967./1968. zanimljiv je izvještaj o Saveznom natjecanju iz astronomije za srednje škole u okviru pokreta Nauku mladima koje je održano u Beogradu od 26. do 28. lipnja 1967. godine. Bilo je to treće Savezno natjecanje, a mladi hrvatski astronomi sudjelovali su prvi put. Sedmorica su bila iz Zagreba (Krešimir Ćosić, Emil Dumić, Damir Gradiš, Zoran Farčić, Darko Fejzagić, Goran Ivanišević i Bojan Štajcar) i jedan iz Grubišnog Polja (Branko Petrović). Zagrepčani su bili članovi AS HPD-a i Zvjezdarnice, a Branko Petrović bio je član AS-a u Grubišnom Polju. Prvo mjesto osvojio je Muhamed Muninović iz Sarajeva, drugo i treće Zoran Farčić i Bojan Štajcar, četvrto Slobodan Fazlagić iz Sarajeva, a 5. i 6. Krešimir Ćosić i Goran Ivanišević. Darko Fejzagić osvojio je nagradu CK SO Jugoslavije. Nagrade su bile novčane te je prvo mjesto nosilo 100.000 st. din., drugo 70.000, treće i četvrto podijelili su nagrade od 70.000 i 50.000 st. din., a ostali su dobili nagrade od 50.000 st. din. Uz novčane nagrade dobili su i knjige, publikacije i časopise. Zanimljivo je da su i mentori dobili novčane nagrade pa su mentori iz Zagreba dobili ukupno 105.000 st. din., u vidu nagrade za rad s omladincima.

U broju 3-4 iz 1967./1968. Z. Britvić pisao je o prvom natjecanju mladih astronoma u SR Hrvatskoj 8. lipnja 1968. godine. Organizirao ga je pokret Nauku mladima, u suradnji sa Zvjezdarnicom HPD-a, AS HPD-a, Astronomskim društvom Hrvatske *Oton Kučera* i njihovim Solarnim opservatorijem. Predsjednik Republičke komisije za astronomiju prof. dr. Leo Randić u kraćem je izlaganju objasnio "ulogu astronomije u nauci i društvu kroz povijest čovječanstva, a posebno njezin značaj u daljnjem razvoju nauke i osvajanja svemira". U natjecanje su uključeni i učenici osnovnih škola. Ispitnu komisiju činili su: predsjednik prof. dr. Leo Randić, tajnik Zlatko Britvić, dipl. inž., članovi: direktor Zvjezdarnice dr. G. Divjanović, Branko Margetić, prof., Mile Pekota, prof. i Nevenka Morović, nastavnica u osnovnoj školi u Slavonskoj Požegi. Objavljena su i pitanja iz testa i računski zadaci za srednjoškolce. U stanci između završetka testa i obrane radnje natjecatelji su otišli

u Planetarij u Tehničkom muzeju, gdje im je voditeljica Branka Römer, prof., prikazala njegov rad. U Tehničkom muzeju održana je i završna svečanost proglašenja pobjednika u četirima grupama. Svi sudionici dobili su priznanja, a nagrade su dobitnicima uručene 15. lipnja na završnoj svečanosti.

U prvoj grupi za osnovne škole nagrade su osvojili: 1. Jadranka Morović, 2. Nada Kračanović, 3. Maja Sremac i 4. Željka Štambuk. Sve su bile učenice Osnovne škole *Nikola Demonja* iz Slavonske Požege. Kao grupa mladih astronoma dobile su dalekozor i fotografski aparat. U drugoj grupi za više razrede osnovne škole prvi je bio Emil Dumić (dijaprojektor), a drugi Zoran Božić (knjiga *Eksplozija nauke*).

U grupi škola drugog stupnja u prvoj su grupi nagrađeni: 1. Mladen Matuška (dijaprojektor), 2. Milan Holjevac (gramofon), 3. Željko Balling (tranzistor). U drugoj grupi nagrade su osvojili: 1. Bojan Štajcar (tranzistor), Zoran Farčić (gramofon), Tatjana Vranić (tranzistor). Odlukom ispitne komisije određeno je da devet predstavnika sudjeluje na Saveznom natjecanju mladih astronoma: Bojan Štajcar (Izrada astrografa s pogonskim mehanizmom i rad s njim), Zoran Farčić (Izrada fotometra), Tatjana Vranić (Dvojne zvijezde), Mladen Matuška (Planet Jupiter), Milan Holjevac (Astronomska literatura u Hrvatskoj), Željko Balling (Fotografsko snimanje Mjesečeve površine i određivanje veličina Mjesečevih brda), Gustav Kren (Izrada celostata), Gvozden Iztok (Promjenljive zvijezde) i Emil Dumić (Kometi).

Savezno natjecanje održano je 28. i 29. lipnja 1968. u Beogradu. Prvog dana održan je pismeni dio natjecanja, a drugog dana obrana radnji pred Saveznom komisijom za astronomiju, kojom je predsjedao akademik M. Mišković. Sudjelovali su samo natjecatelji iz Hrvatske i Bosne i Hercegovine, a predstavnici Hrvatske odnijeli su svih šest nagrada. Prvi je bio Bojan Štajcar (100.000 st. din.), drugi Zoran Farčić (60.000 st. din.), treći Gustav Kren (60.000 st. din.), četvrti Željko Balling (30.000 st. din.), peti Mladen Matuška (30.000 st. din.), a šesti Gvozden Iztok (30.000 st. din.).

Republički odbor SR Hrvatske pokreta Nauku mladima nagradio je deset najuspješnijih natjecatelja boravkom u astronomskom kampu u Primoštenu od 22. do 30. srpnja 1968. godine, gdje su se upoznavali s metodama astronomskog rada i mjerenja, posebice na obližnjem otočiću Smokvici.

I idućih su godina u okviru Pokreta organizirana natjecanja iz astronomije, a rezultati su objavljivani u časopisu, kao i podaci o teorijskom i praktičnom djelu natjecanja. Također je u *ZIS*-u uvedena stalna rubrika Pokret Nauku mladima, gdje je izvještavano o svim njegovim akcijama vezanim uz astronomiju.

8. Međunarodni esperantsko-astronomski Kamp prijatelja mira u Primoštenu i Prvi međunarodni kamp mladih astronoma, u organizaciji pokreta Nauku mladima

Velik uspjeh *Drame u svemiru* i njezina prijevoda *Tragedio en la universo* te ideje koju je pronosila − razuma suprotstavljenog atomskoj nemani samouništenja Zemljana, pacifizma suprotstavljenog bezumnim rušilačkim silama rata, učvrstio je Divjanovića u nakani da realizira još jednu zanimljivu ideju: Međunarodni kamp prijatelja mira u Primoštenu. U tad turistički gotovo nepoznatom Primoštenu kraj Šibenika, od 1. srpnja 1961. godine zaživio je međunarodni esperantsko-astronomski kamp, kao zajednički Kamp prijatelja mira. Tim je počela plodna suradnja Zvjezdarnice i njezinih suradnika i brojnih esperantista iz različitih zemalja. Bio je to početak astronomskih kampova za mladež u Hrvatskoj. U br. 2/1961. *ZIS*-a objavljena je reklama o upravo tiskanoj knjižici: *Kamp prijatelja mira na obali Jadrana*, s pozivom ljubiteljima astronomije da posjete prvu turističku zvjezdarnicu na Jadranu, u Primoštenu. U cilju promicanja astronomije, esperanta, ali i hrvatskog turizma, u svijet je, odmah nakon *Tragedio en la Universo*, 1962. krenula knjižica *Kamp prijatelja mira na obali Jadrana −Kampa dejo de Pacamikoj sur la Bordo de Adriatiko* (uredili Erik E. Salberg, Amsterdam i dr. Gabrijel Divjanović, Zagreb), a 1963. godine još ljepše opremljena knjižica *Felicigaj Ferioj* (*Sretni praznici*), čiji je autor bio austrijski esperantist Hugo Kraus. U njoj je riječima i slikama opisan Kamp prijatelja mira u Primoštenu, s pozivom svim potencijalnim turistima da se pridruže toj ‘raspjevanoj sreći u miru i druženju pod zvjezdanim nebom’.

Divjanovića je vodila ideja da hrvatske astronome nauči esperanto kako bi se mogli družiti s esperantistima iz cijelog svijeta, a esperantiste i ostale prijatelje mira iz različitih zemalja zainteresira za astronomiju u prekrasnim ljetnim večerima na obali Jadrana, ‘najljepšega mora na svijetu’. Premda djeluje utopistički, ideja je uspješno ostvarena, izgrađen je kamp, a u njemu kao posebna zanimljivost *Vrt nacija*, gredice sa cvijećem. Svaka gredica označavala je jednu zemlju sudionicu, a esperantisti su u gredice donosili grudu zemlje iz svoje domovine te je tako u Hrvatsku došao i grumen zemlje iz Japana (Nagasakija). *Vrtom nacija* simbolično su sjedinjeni svi narodi u miru i prijateljstvu. Kamp je posjedovao i dvije barke, u esperantskom duhu nazvane *Esperanto* i *Zamenhof*, po ocu esperanta, Ludwiku Lazaru Zamenhofu (1859. − 1917.), koje su služile astronomima i esperantistima, a posebno za prijevoz Zlatka Britvića i mladih astronoma do obližnjeg otoka Smokvice, gdje su održavana astronomska opažanja.



Sl. 13.: Naslovnica esperantskog izdanja *Felicigaj Ferioj*

Na terasi iznad restorana u primoštenskom kampu djelovala je jedinstvena turistička zvjezdarnica s pokretnim teleskopom pa je svaka vedra ljetna večer korištena za astronomska promatranja, koja su budila interes ne samo sudionika kampa, astronoma i esperantista iz različitih zemalja nego i mještana te turista, od kojih su mnogi prvi put svoj pogled kroz teleskop usmjerili put nebeskog svoda. Popularizacija astronomije na zanimljiv je i jedinstven način povezana s turističkom popularizacijom ljepota Jadranskog mora i njegova 'bisera' Primoštena, te idejom mira i prijateljstva među svim ljudima, bez obzira iz kojeg dijela svijeta stigli u primoštensko okružje.

Povezivanje sa svjetskim esperantistima različitih struka, među njima i prirodoslovcima i ljubiteljima astronomije, potaknulo je Divjanovića da 1963. godine osnuje časopis na esperantu *Homo kaj Kosmo*. Za uređivanje takvog časopisa čini se da nije imao problema s vlastima. Neki članci iz *ZIS*-a prevođeni su na esperanto, a neki esperantski autori svojim su člancima, prevedenim na hrvatski, obogatili *ZIS*. *Homo kaj Kosmo* dobro je prihvaćen među svjetskim esperantistima, a mnogi od njih boravili su u Primoštenu. Rađala su se plodonosna poznanstva i prijateljstva, a sve je to otvorilo i nove raznolike mogućnosti djelovanja hrvatskih astronoma amatera. Neke Divjanovićeve ideje ostale su nerealizirane, kao gradnja zvjezdarnice na brdu Kremiku i to dobrovoljnim radom hrvatskih mladih astronoma i mladih esperantista. Primošten je, zahvaljujući esperantistima i Kampu prijatelja mira, postao poznato i privlačno ljetovalište, a kako turizam i idealizam teško mogu živjeti zajedno, pogotovo ako nedostaje mašte kako iskoristiti jedinstveni kamp na svijetu i jedinstvenu turističku zvjezdarnicu, lijepa Divjanovićeva zamisao prekinuta je 1969. godine. Nakon prestanka rada astronomskog kampa, Zvjezdarnica je Astronomskoj sekciji u Šibeniku, osnovanoj 1965. godine, poklonila teleskop koji je korišten u Primoštenu, što je dalo dodatni poticaj radu šibenskih astronoma amatera. Godine 1984. nastalo je Astronomsko društvo *Faust Vrančić* te je bilo najstarije astronomsko društvo izvan Zagreba koje je kontinuirano djelovalo od 1965. godine.[1], [2], [12−13], [15]

Iste godine kad je zatvoren primoštenski kamp, u br. 3 iz 1968./1969. pokret Nauku mladima obavijestio je o održavanju Prvog međunarodnog kampa mladih astronoma od 13. do 30. srpnja 1969. u Malom Lošinju. Predviđeno je bilo provođenje programa iz astronomije i programa iz geofizike.

Organizaciju kampa preuzeo je pokret Nauku mladima, u suradnji s Prosvjetno-kulturnim vijećem Općine Mali Lošinj, Narodnim sveučilištem Mali Lošinj, Hrvatskim prirodoslovnim društvom iz Zagreba, Astronomskom sekcijom iz Čakovca, Astronomskom sekcijom HPD-a i Zvjezdarnice u Zagrebu, Astronomskim zavodom Geodetskog fakulteta u Zagrebu, Astronomskim društvom Hrvatske *Oton Kučera*, Solarnim opservatorijem iz Zagreba, Geofizičkim zavodom iz Zagreba i Čehoslovačkim astronomskim savezom.

9. Astronomske sekcije i astronomske grupe u školama

Zvjezdarnica je ubrzo nakon što ju je Divjanović 1954. preuzeo počela poticati osnivanje astronomskih sekcija diljem Hrvatske. Već 1955. potaknula je osnivanje Astronomske sekcije u Samoboru, prve podružnice izvan Zagreba. Tad Zvjezdarnica još nije imala časopis. [1] U br. 2 iz 1960. nalazimo podatak da je 1959. osnovano u okviru Narodne tehnike Astronautičko društvo Split, koje bilježi uspješnu godinu dana rada. Poseban osvrt izvještava o radu pionirske astronautičke grupe od 20 članova na VI. osmogodišnjoj školi u Splitu. U br. 3/60 razvidno je da je Astronautičko društvo Split i dalje bilo aktivno te je osnovana Selenografska sekcija, a 25. svibnja otvorena je astronomska izložba s više od 60 eksponata s komentarima. U br. 3/1965. saznajemo da je u Dubrovniku 1965. osnovana Astronomska sekcija, a iste godine osnovana je i u Šibeniku. U dvobroju 1/2 iz 1967./1968. nalazimo da je osnovana Astronomska sekcija Zvjezdarnice u Čakovcu i Astronomska grupa u Kraljevu. Na Saveznom natjecanju iz astronomije sudjelovao je Branko Petrović, član Astronomske sekcije u Grubišnom Polju, što potvrđuje da je i ondje osnovana Astronomska sekcija. U br. 3/4 iz 1967./1968. kod podataka o Republičkom natjecanju iz astronomije za osnovne škole, u komisiji je bila Nevenka Morović, nastavnica u Osnovnoj školi *Nikole Demonje* u Slavonskoj Požegi, koja je ondje osnovala uspješnu Astronomsku grupu koja je potom prerasla u Astronomsku sekciju. U br. 2. iz 1968./1969. Zlatko Britvić pisao je o astronomskoj aktivnosti u Čakovcu i dovršavanju zgrade Zvjezdarnice, prve sagrađene u Hrvatskoj nakon Zvjezdarnice na Popovu tornju. Osnivanje podružnica Astronomske sekcije od 1955. godine označilo je početak grananja astronomske aktivnosti sa Zvjezdarnice širom Hrvatske. Suradnjom s nastavnicima utrt je put osnivanju brojnih astronomskih grupa, osnovanih po školama diljem Hrvatske, koje su se prirodno vezivale uz Zvjezdarnicu, tražile upute i savjete i posjećivale je prema svojim mogućnostima.

Godine 1969./1970. izišli su početkom školske godine brojevi 1 i 2. U proljeće 1970. izišao je novi br. 1 s fusnotom koja je već prikazana, a govori o nezapamćenom priljevu novih pretplatnika. Broj 2 izišao je u ljeto 1970. Vjerojatno je Divjanović namjeravao tako nastaviti, ali shvatio je da je bolje držati se školske godine jer su pretplatnici u školama bili u većini. Odlučio se onda za povrat školske godine i za jesensku promjenu imena časopisa te je treći puta zaredom časopis počeo od br. 1, 1970./1971., i br. 2., 1970./1971. s još jednom važnom odlukom, a to je da tijekom školske godine izlazi šest brojeva. Zbunjenim čitateljima dao je u časopisu sljedeće obrazloženje: "Časopis *Zemlja i svemir* izlazit će počev od ovog broja pa nadalje, pod nazivom *Čovjek i svemir*. Zašto smo riječ 'Zemlja' zamijenili riječju 'Čovjek'? Vjerujemo da su 'stariji'

čitaoci, tj. oni koji naš časopis čitaju već godinama, primijetili da je naš časopis koji je ranije govorio samo o zvijezdama u svemiru, u posljednje vrijeme sve više počeo govoriti i o čovjeku u svemiru. Ali ne samo o čovjeku koji 'osvaja' svemir, nego i o čovjeku čija je sudbina usko vezana sa zbivanjima u svemiru (a i na našem planetu, kao dijelu svemira). Međutim, do ove je promjene naziva došlo također i zbog nekih organizacionih problema: naime, do prije, otprilike, godinu dana, časopis je bio manje-više stručno glasilo astronoma, a u posljednje vrijeme (nakon upozorenja drugova pedagoga da se u Jugoslaviji osjeća potreba za široko-masovnim časopisom ovakve vrste) časopis se potpuno posvetio popularizaciji nauke i postao ubrzo načitaniji časopis te vrste u čitavoj Jugoslaviji! Kako Zvjezdarnica već izdaje popularni časopis na internacionalnom jeziku esperantu *Homo kaj Kosmo* (*Čovjek i svemir*), koji je sadržajem gotovo identičan s ovim našim (a čita se u cijelom svijetu – od Australije do Kanade i od Brazila do Japana) – nije više bilo razloga da se isti časopis izdaje pod dva različita imena. Časopis *Čovjek i svemir* izlazit će otsada (prema želji većine čitalaca) šest puta godišnje, tj. s prvim brojem u rujnu, a šestim brojem koncem svibnja. Pretplatnici, koji su već platili pretplatu za *Zemlju i svemir* unaprijed za čitavu godinu, dobit će normalno broj 1. i 2. časopisa *Čovjek i svemir*. Napokon, molimo sve naše suradnike, koji su nam poslali članke, da ne zamjere, što nisu svima članci izašli u ovom broju. Iako ovaj broj ima 36 stranica (a obično je imao 32). ipak u njemu, za ovaj puta, nije bilo mjesta za sve (uostalom – odlične!) članke koje je redakcija primila."

Tako je počelo novo poglavlje u životu časopisa, koje zahtijeva pažljivu analizu. Recimo samo da čitatelji Divjanoviću nisu ništa zamjerili i da su bili oduševljeni, a naklada se "astronomski" povećala, sve do gotovo 70 000 primjeraka 1971. godine.

Zaključak

Krvavi Drugi svjetski rat je završio, a Zvjezdarnica je 1945. ponovno otvorena. Za hrvatsku astronomiju i Zvjezdarnicu sretna je okolnost bila da su se u Hrvatskom prirodoslovnom društvu i prije i poslije rata okupljali prirodoslovci koji su se većinom našli na pobjedničkoj strani te su mogli upotrijebiti svoje političke utjecaje za dobar rad Zvjezdarnice, a time i napredak hrvatske astronomije. Neočekivani udarac bilo je izbacivanje astronomije iz školskog programa srednjih škola 1949. godine pa je Zvjezdarnica time postala još važnije i čvršće uporište svih njezinih ljubitelja. Entuzijazma je bilo u izobilju, a mladež koja se okupljala na Zvjezdarnici trebalo je samo znati potaknuti da ostvari izvanredne rezultate. Ne može se reći da dobre rezultate u tom smjeru nisu polučili oni koji su Zvjezdarnicom upravljali do 1954. godine, ali i iz ove

analize važnosti časopisa *Zemlja i svemir* izranja neusporediva vizionarska ličnost dr. Gabrijela Divjanovića, usporediva u nekim segmentima jedino s osnivačem Zvjezdarnice Otonom Kučerom. Divjanović je poveo mlade astronome i sve ljubitelje astronomije u svemirski svijet bez granica, a na Zemlji u priželjkivani svijet prijateljstva i mira među ljudima i narodima. U vremenu bez mobitela, računala, interneta i drugog, časopis je bio iznimno važno glasilo koje je 1956. počelo svoj pohod promicanja astronomije i astronautike. Povjerenici po školama diljem ondašnje države obavili su važan zadatak nalaženja pretplatnika i za to bili nagrađeni s deset posto iznosa prodanih časopisa (četiri broja godišnje). Pretplatnici u školama bili su s pristankom roditelja te je Divjanović bio svjestan da časopis čitaju ne samo učenici nego i roditelji i drugi. Stoga je dočekao svojih 'pet minuta' kad mu je skinuta zabrana objavljivanja članaka i kad je mogao preuzeti Uredništvo. Znao je da će s popularnim znanstvenim člancima, koje mogu pratiti i razumjeti široki slojevi naroda, časopis steći još veću popularnost, pogotovo zato što sličan nije postojao u ondašnjoj državi. Kroz časopis su širene brojne informacije ne samo iz astronomije i astronautike nego i akcija Zvjezdarnice, od opažanja i snimanja pomrčina i drugih nebeskih pojava, do esperantskih izdanja i Kampa prijatelja mira u Primoštenu pa je to bio poticaj mnogim i mladim i starijim pretplatnicima da dolaze na Zvjezdarnicu, a brojni ondje i ostanu kao amateri astronomi, volonteri puni entuzijazma. Najaktivniji su na Zvjezdarnici bili učenici i studenti, a kad bi završili studije polako bi krenuli u stvaranje vlastite egzistencije, što je često značilo i rastanak sa Zvjezdarnicom ili pak suradnju na novi način. Na Zvjezdarnici je stasala sjajna generacija "dramaša", kako su nazvani pisci i sudionici u pisanju knjige *Drama u svemiru*, uz postupno pristizanje novih generacija koje će na druge načine pridonositi promicanju i razvitku astronomije u Hrvatskoj. Promjena imena časopisa u *Čovjek i svemir* te nevjerojatan uzlet do naklade od gotovo 70 000 primjeraka 1971. i njegovo trajanje do danas zahtijevaju posebnu analizu.

Literatura i izvori

[1] Kren, Tatjana: *Astronomijski vremeplov. Crtice iz prošlosti hrvatskoga zvjezdoznanstva*, HKD Sv. Jeronima, Zagreb, 2002.

[2] Kren, Tatjana: Tri razdoblja Zvjezdarnice na Popovu tornju u Zagrebu, u: *Povijest i filozofija tehnike − 7. simpozij PiFT 2018.* (ur. Zvonko Benčić), Biblioteka Elektrotehničkog društva Zagreb, knjiga 14., Kiklos – Krug knjige, Zagreb, 2018., str. 113-150.

[3] Časopis *Zemlja i svemir*, 1956. − 1970.

[4] *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. − 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, 2003.

[5] *Hrvatska enciklopedija*, http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=51789

[6] *Gerald Kuiper:* https://www.britannica.com/biography/Gerard-Peter-Kuiper

[7] Dvadesetpetorica: *Drama u svemiru*, Školska knjiga, Zagreb, 1960.

[8] La junaj astronomoj-esperantistoj: *Tragedio en la Universo*, HPD i Hrvatska liga za Esperanto, Zagreb, 1961.

[9] Mladi astronomi sa Zvjezdarnice u Zagrebu: *Drama u svemiru,* 2. izd., Pod. *Primošten* i Zvjezdarnica HPD-a, Zagreb, 1966.

[10] Kren, Tatjana: Nebesa se osuše zvijezdam, Hrvatska književnost i astronomija, HKD Sv. Jeronima, Zagreb, 2004., str. 65-77.

[11] Kren, Tatjana i Poljak, Kruno: Velika ideja prijateljstva i mira – Pacifizam i esperanto na zagrebačkoj Zvjezdarnici, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. − 2003*. (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, 2003., str. 92-98.

[12] Mihalek, Ernst: Zvjezdarnica na Popovu tornju u Zagrebu – kolijevka znanosti i mirotvorstva, u: *Povijest i filozofija tehnike − 7. simpozij PiFT 2018. (*ur. Zvonko Benčić), Biblioteka Elektrotehničkog društva Zagreb, knjiga 14., Kiklos – Krug knjige, Zagreb, 2018., str. 151-168.

[13] Kren, Tatjana i Andreić, Željko: Don Niko Milićević mlađi, svećenik i astronom, *Prirodoslovlje*10 (1-2) (2010) 3-34.

[14] Rozgaj, Slavko: Zagrebačka zvjezdarnica 1903. − 1953., rukopis, 38 kartica.

[15] Kraus, Hugo: *Felicigaj Ferioj*, Turisma Societo, Primošteno kunlabore kun la Astronomia observatorio de la Kroata natur scienca societo, Zagreb, 1962.

Analysis of the Importance of the Journal “Zemlja i svemir” (1956-1970) for Croatian astronomy

Tatjana Kren

Abstract: In Yugoslavia (FNRJ), in the school year 1948/1949, astronomy was abolished as a subject in high schools. In Croatia, the only gathering place for anyone interested in astronomy and astronautics, especially the youth, was the Croatian Natural History Society Observatory on the Priest Tower (Popov Toranj) in Zagreb with the Astronomical and Astronautical sections. Dr. Gabrijel Divjanović became the director of the Observatory in 1954. Two years later, under his patronage, the journal *Zemlja i svemir* was founded, the astronomical-astronautical journal of the Observatory. This paper gives a general overview of the content of the journal and editors

who edited it from 1956 to 1970, when the editor became dr. G. Divjanović. Through articles published in journal, was analysed its remarkable importance for Croatian astronomy. Is obvious role of the Astronomical and Astronautical sections at the Observatory, whose work served as an example of work on the popularization of astronomy in other Yugoslav republics. From the journal is visible the important role of the booklet *Drama u svemiru*. The authors were twenty-five young amateur astronomers. Along with the astronomical and science fiction elements, the booklet was carrying a message of need for peace in the world and friendship among peoples. Esperanto translation of the booklet expanded the knowledge about Zvjezdarnica in Zagreb around the world. The consequence was the founding of a unique international Esperanto-Astronomical camp of peace friends (Kamp prijatelja mira) in Primošten and the edition of the journal in Esperanto (1963). The journal describes in detail the successes of young astronomers from the Observatory in observing and photographing the complete solar eclipse in Croatia in 1961 and the ring-shaped solar eclipse in Turkey in 1966. Activities with the celebration of the jubilee anniversaries of the establishment of the Observatory were presented. Readers were introduced to the Zeiss Planetarium (1965) and Zeiss's new telescope (1968), purchased for the Observatory. Through the journal, the participation of young Croatian astronomers in astronomy competitions, the fertile branching of the Astronomical section throughout Croatia and the establishment of astronomical groups in Croatian schools were followed. *Zemlja i svemir* became a most read journal of this kind throughout Yugoslavia and the most important promoter and populariser of astronomy and astronautics.

Keywords: Astronautical section, Astronomical section, dr. Gabrijel Divjanović, Journal *Zemlja i svemir*, Observatory of the Croatian Natural History Society at Priest Tower (Popov toranj) in Zagreb, promotion and popularization of astronomy and astronautics.

Marijan Andrašec

Glasnik Hrvatskog društva za sustave (CROSS) – *Sustavsko mišljenje*

Sažetak: Glasnik Hrvatskog društva za sustave (CROSS) *Sustavsko mišljenje* počeo je izlaziti odmah nakon osnivanja Društva u prosincu 1991. godine. U vremenu izlaženja *Glasnika* od 1992. do 2013. izdana su 63 sveska, obuhvaćajući 70 brojeva s ukupno 414 stranica. Kroz cijeli period urednik *Glasnika* bio je prof. dr. sc. Juraj Božičević. Skroman opseg pojedinih brojeva zahtijevao je koncizne prikaze, a članci objavljivani u *Glasniku* uvijek su održavali aktualna društvena zbivanja i djelovanje CROSS-a u skladu sa svojom misijom i ciljevima. Prof. Božičević dostavljao je *Glasnik* različitim institucijama, državnoj upravi, istaknutim pojedincima, političkim strankama, akademskoj zajednici, a dio se nalazi i u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici. Kratki tekstovi iz Uvodnika i iz rubrike Gledišta iznimno su zanimljivi i aktualni, a nastali su "iz pera" istaknutih znanstvenika, stručnjaka i kolega iz akademske zajednice. Uočljiv je pomak tema od početne faze edukacijskog i motivacijskog djelovanja pa sve do kritičkih osvrta nakon 2000-te, kad su pogreške i promašaji u društvenom razvoju postali zabrinjavajući, a politička i gospodarska elita nije pokazivala interes za prijedloge struke o rješavanju problema.

Unutar rubrike Najave, programi, izvještaji registrirane su sve aktivnosti CROSS-a, od početne najave i programa skupa, kolovija, seminara i sl. do izvještaja o zbivanju. Kroz cijeli taj period teme su imale karakter promišljanja razvoja Hrvatske, a kao nadnaslov često se isticao slogan Od čega će Hrvatska živjeti? U *Glasniku* se navode stotine imena aktivnih suradnika predavača na skupovima, a širi auditorij svakako prelazi nekoliko tisuća. Sva izlaganja i radovi uvijek su objavljivani u zbornicima ili

tematskim izdanjima − knjigama, što je sve registrirano u *Sustavskom mišljenju*.

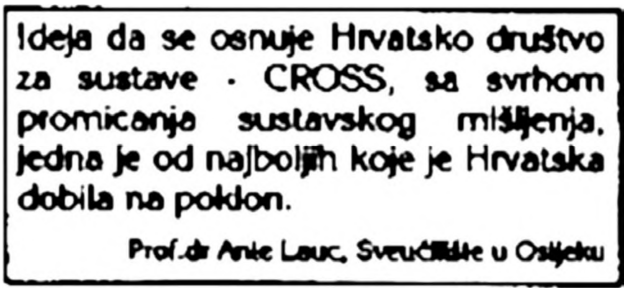
Glasnik Hrvatskog društva za sustave *Sustavsko mišljenje* dragocjen je izvor informacija i podataka o nastojanjima dijela hrvatske znanstvene i stručne elite da svojim promišljanjima o razvojnim pitanjima Hrvatske i poduzetim aktivnostima educiraju političku i gospodarsku elitu i potaknu je na donošenje dobrih odluka i ispravljanje pogrešnih, a akademsku zajednicu pomaknu prema društveno odgovornom djelovanju.

Ključne riječi: CROSS, Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, sustavsko mišljenje

Početak djelovanja i osnovne informacije

Hrvatsko društvo za sustave (CROSS) osnovano je 6. prosinca 1991., a javnosti je predstavljeno na promocijskoj skupštini 21. ožujka 1992., znanstvenim kolokvijem Sustavsko mišljenje. Od samog početka Društvo počelo izdavanje glasnika *Sustavsko mišljenje*, tako da je već 1992. objavljeno šest brojeva.

Osnivanje CROSS-a dobro je prihvaćeno u akademskoj zajednici i gospodarstvu. Na naslovnici prvog broja *Glasnika* citirana je izjava prof. dr. sc. Ante Lauca:


Ideja da se osnuje Hrvatsko društvo za sustave - CROSS, sa svrhom promicanja sustavskog mišljenja, jedna je od najboljih koje je Hrvatska dobila na poklon.

Prof. dr Ante Lauc, Sveučilište u Osijeku

Glasnik je imao 6-8 stranica; kroz cijelo vrijeme izlaženja urednik je bio prof. dr. sc. Juraj Božičević, prvi predsjednik CROSS-a. Zaglavlja, strukturiranje tekstova i oprema *Glasnika* nije se znatnije mijenjala kroz cijelo vrijeme izlaženja, slika 1. Sadržaji se grupiraju po rubrikama: Uvodnik; Gledišta; Najave, programi, izvještaji; Prikazi knjiga, Zahvale i nekrolozi i sl. Kao primjer prikazani su sadržaji iz 1992. godine, tablica 1.

U Uvodniku prvog broja predsjednik CROSS-a prof. dr. Juraj Božičević iscrpno je i jasno predstavio CROSS i njegove ciljeve, vrednote i planove djelovanja, što je, unatoč promjenama u okolini, ostalo kao konstanta te odredilo i sadržaje *Glasnika*.

Tablica 1.: Sadržaji *Glasnika Hrvatskog društva za sustave* iz 1992. godine (izbor iz 6 brojeva)

Uvodnici Konstruktivno doprinositi razvitku i napretku (Božičević, Juraj) Razvijanje povjerenja u znanost (Petrinović, Marko) Sustavski i sustavno razvijati identitet (Gorupić, Drago)
Gledišta Sustavnosno sustavsko mišljenje! (Božičević, Juraj) Još o sustavskom (Čatić, Igor)
Najave, programi, izvještaji Prvi simpozij: Umjetna inteligencija pri mjerenju i vođenju Najavljujemo svoju prvu međunarodnu konferenciju o složenim sustavima: Luka kao složeni sustav
Kolokviji: Modeliranje u znanosti, tehnici i društvu Tema prvog kolokvija: Modeli izmjene topline u električnim uređajima Tema drugog kolokvija: Modeli neizotermnih procesa
Grad kao složeni sustav, međunarodna konferencija
Od uzorka do podatka i informacije − Mjerenje povezuje i ujedinjuje sva područja znanosti i tehnike
Seminari, kolokviji, praktikumi za obnavljanje znanja i permanentno obrazovanje nastavnika srednjih škola
Seminar: Strateško upravljanje kvalitetom
Gospodarski identitet Republike Hrvatske − Sustavski pristup razvoju 1. Rasprava: Što čini gospodarski identitet? 2. Rasprava: Razvojna i institucijska infrastruktura 3. Rasprava: Znanost u funkciji razvoja 4. Rasprava: Raspolaganje znanjem, odgoj i obrazovanje
Tribine Sustavsko mišljenje i rasuđivanje Prva rasprava: Projektiranje nastavnih programa za rekonstruirana sveučilišta
Prikazi knjiga, zahvale, nekrolozi i sl.
Ekspertni sustavi pri vođenju procesa
Zahvala podupirateljima i suradnicima
In memoriam Miroslavu Kraljeviću Zvonimiru Durbešiću

“Konstruktivno doprinositi razvitku i napretku!

Hrvatsko društvo za sustave samostalna je, slobodna i dobrovoljna interdisciplinarna zajednica stručnjaka različitih struka, što svoj rad i djelovanje oslanjaju na sustavski pristup i zasade kibernetike i znanosti o sustavima. Društvo djeluje na području Republike Hrvatske, a učlanjenje u međunarodna društva razvijat će i uvjete za međunarodnu suradnju.

Strateška uloga Društva određena je ovako:

Ostvarivati smišljeni utjecaj i podupirati ispravni razvitak i upotrebu prirodnih i ljudskih vrela (resursa), promicanjem sustavskog mišljenja,



SUSTAVSKO MIŠLJENJE

Ideja da se osnuje Hrvatsko društvo za sustave - CROSS, sa svrhom promicanja sustavskog mišljenja, jedna je od najboljih koje je Hrvatska dobila na poklon.
Prof.dr Ante Lauc, Sveučilište u Osijeku

Glasnik Hrvatskog društva za sustave Broj: 1/1992

Konstruktivno doprinositi razvitku i napretku !

SUSTAVSKO MIŠLJENJE - Glasnik Hrvatskog društva za sustave

Urednik: Juraj Božičević
Predsjedništvo Društva: Zvonko Benčić, Nikola Bogunović (dopredsjednik), Juraj Božičević (predsjednik),Branko Breyer, Alojzije Caharija (tajnik), Ljubivoj Cvitaš, Boris Gornik, Darko Grundler (dopredsjednik), Marin Hraste, Ivan Husar, Franjo Jović, Božidar Jušić, Marin Klarić, Ivica Mandić, Marko Petrinović (dopredsjednik), Dušan Vujević.
Grafički urednik: Davor Jurić
CROSS - Hrvatsko društvo za sustave, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Savska 16, zgrada 5a, 41000 Zagreb, telefon (041)271-582, faks (041) 450-725

Sl. 1.: Zaglavlje i podnožje prvog broja *Glasnika Hrvatskog društva za sustave*

a okupljanjem stručnjaka različitih struka i povezivanjem njihovog iskustva i znanja, promicati najpovoljnija poduzetnička i radna područja i djelatnosti, pa savjetovati što bi trebalo poduzeti da bi se postigli željeni napredak i blagostanje Hrvatske.

Ovoj ulozi su podređeni ciljevi Društva, a izraženi su nizom zadataka:

– Poticanje, ohrabrivanje i promicanje, svim sredstvima, općeg napretka znanosti i tehnike, a imajući na pameti da se svako djelovanje na tim područjima ne može zamisliti bez mjerenja, te da vođenje ima odlučujuću ulogu u svekolikim zbivanjima i događajima.
– Promicanje međunarodne suradnje pojedinaca, nacionalnih i internacionalnih društava srodnih znanstvenih profesionalnih saveza.
– Pomaganje suradnje sveučilišta, industrije i vladinih tijela.
– Gajenje profesionalizma, ugrađujući visoke etičke norme u odnose među članovima.
– Zalaganje za siguran i koristan razvoj i upotrebu tehnologije i zaštitu ljudi od zloupotrebe zbog njihove neispravne primjene.
– Doprinos određivanju odgojnih i obrazovnih potreba, uz naročitu pozornost na razvijanje sustavskog mišljenja.

Pri ostvarivanju ovih zadataka Društvo će se zato oslanjati na bogato iskustvo i marljivost svojih osnivača i članova, pa tako i na dalekovidnu politiku strateškog poslovanja, što uvažava ‘multidisciplinarnost i transdisciplinarnost’ života i živog u cjelini, kao i međuzavisnost prirode, ljudi i tvorevina što ih zamišljaju.

Društvo će podupirati i promicati prisnu suradnju i izmjenu stručnih informacija među članovima i podružnicama, drugim stručnim društvima i organizacijama, pa će u tu svrhu održavati skupove, seminare, predavanja i izložbe, izdavati periodične i posebne publikacije, a u svojim Stručnim odborima pružati članovima priliku za rad i napredak. Bit će otvoreno za sve različite ideje i inicijative.

Ciljevi i zamisao djelovanja Društva rezultat su nastojanja brojnih eksperata tijekom tri desetljeća da aktivno promiču sustavsko mišljenje i interdisciplinarni rad unutar različitih profesionalnih društava i neformalnih skupina, pa doprinesu jačanju suvremenih spoznajnih mogućnosti.

Zasebni ciljevi Društva izvedeni su iz pojma sustav (ili sistem) kao predodžbe dinamičke tvorevine: prirodne, društvene, tehničke ili mješovite, pa su svrstani kao različita gledišta o sustavu, njegovoj građi i djelovanju, i o odnosu prema okolini, tako da bi određivali i okvirna područja djelovanja Društva:

- filozofija i teorija,
- mjerenje,
- vođenje,
- procesi i objekti,
- čovjek i sustav,
- informatika i komunikacije,
- zdravlje i uvjeti života,
- odgoj i ljudski razvoj,
- poslovanje i gospodarenje,
- budućnost.

Svakom od ovih područja posvetit ćemo zasebnu pozornost, ali i s gledišta doprinosa uspjehu naših brojnih multidisciplinarnih i interdisciplinarnih projekata: Gospodarski identitet Republike Hrvatske, Luka kao kompleksni sustav, Grad kao kompleksni sustav, ili pak s gledišta metodike istraživanja, projektiranja i djelovanja sustava, kao što je primjerice projekt Modeliranje u znanosti, tehnici i društvu.

Hrvatsko društvo za sustave osnovali smo osjećajući odgovornost za razvitak i budućnost Hrvatske, a sa svrhom da naš doprinos njenom napretku temeljimo na promicanju suvremenog mišljenja i znanja. To je naša glavna misao vodilja, a djelovat ćemo povezivanjem svih različitih znanja i uz uvažavanje različitih gledišta, svjesni činjenice da se napredak i razvitak Hrvatske mogu postići jedino jedinstvenom i skladnom suradnjom svih.

Namjera *Hrvatskog društva za sustave* nije ni probitak niti želja da impresioniramo svojim uspjesima, nego stvaranje prilike za rad i stvaralaštvo, za bolje životne uvjete i duševni mir. Poticat će zato i stjecanje znanja, stvaranje povjerenja, samopouzdanje i dostojanstvo članova. Želimo da nas uvažavaju, a mi ćemo uvažavati prava i način mišljenja ostalih.

Predsjednik Društva:
Prof. dr. *Juraj Božićević*, dipl. ing.”

U vremenu izlaženja *Glasnika* od 1992. do 2013. izdana su 63 sveska, obuhvaćajući 70 brojeva s ukupno 414 stranica, tablica 2. U 1993. godini pokušalo se s izdavanjem *Glasnika* na engleskom jeziku, *Systems Thynking*, ali je odmah bilo jasno da za to nedostaju potrebna novčana sredstva.

Bilo je i nekoliko prekida u izlaženju (1999., 2002., 2003., 2004., 2005.), uglavnom zbog spriječenosti urednika prof. Jurja Božičevića. Prof. Božičević *Glasnik* je dostavljao različitim institucijama, državnoj upravi, istaknutim pojedincima, političkim strankama, akademskoj zajednici, kao i Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici.

Tablica 2.: Popis svezaka i brojeva *Glasnika Hrvatskog društva za sustave*

Sustavsko mišljenje			
Godina	Izdano svezaka	Stranice	Izdani brojevi
1992.	6	23	1, 2, 3, 4, 5, 6
1993.	6	28	1, 2, 3, 4, 5, 6
1994.	6	30	1, 2, 3, 4, 5, 6
1995.	6	28	1, 2, 3, 4, 5, 6
1996.	5	42	1, 2, 3, 4, 5-6
1997.	5	28	1, 2, 3-4, 5, 6
1998.	3	20	1, 2-3, 4-5-6
2000.	2	8	1, 2
2001.	2	16	1, 2
2006.	4	32	1, 2, 3, 4
2007.	4	28	1, 2, 3, 4
2008.	4	33	1, 2, 3, 4
2009.	4	34	1, 2, 3, 4
2010.	2	16	1, 2
2011.	1	8	1
2012.	2	16	1, 2
2013.	3	24	1, 2, 3
Ukupno:	65	414	70
Systems Thinking			
1993.	1	4	1

Tekstualni prilozi i promjene u vremenu

Skroman opseg pojedinih brojeva zahtijevao je koncizne prikaze, a članci objavljivani u *Glasniku* uvijek su odražavali aktualna društvena zbivanja i djelovanje CROSS-a u skladu s njegovom misijom i ciljevima.

Kratki tekstovi iz Uvodnika i rubrike Gledišta iznimno su zanimljivi i aktualni, a dolaze iz pera istaknutih znanstvenika, stručnjaka i kolega iz akademske zajednice, tablice 3. i 4. Uočljiv je pomak tema od početne faze edukacijskog i motivacijskog djelovanja, pa sve do kritičkih osvrta nakon 2000-te, kad su pogreške i promašaji u društvenom razvoju postali zabrinjavajući, a politička elita nije pokazivala interes za prijedloge struke o rješavanju problema.

Nakon nekoliko godina prekida izlaženja *Glasnika*, 2006. pokrenuta je unutar CROSS-a rasprava o dosadašnjem radu i odjecima djelovanja CROSS-a; razmišljanja autora ovog članka vidljiva su iz Uvodnika u broju 15(2) 2006.:

> **“Dobro smo radili... idemo dalje!**
>
> Sustavsko mišljenje vezano uz djelovanje Hrvatskog društva za sustave, CROSS, i sadržaj Savjetovanja ‘Sustavsko mišljenje i proces integracije Hrvatske u Europsku uniju’, održanog 21. travnja 2006., u svom je stilu izložio prof. Igor Čatić u članku Kakva Hrvatska treba ući u EU? (*Vjesnik*, srijeda, 24. svibnja 2006., str. 16) ističući: ‘Sustav je po definiciji više od jednostavnog zbroja doprinosa pojedinih sastavnica. To pretpostavlja sinergijsko djelovanje, a ono se u Hrvatskoj suzbija svim sredstvima ... Zato treba pripremiti Hrvatsku za ulazak u Europsku uniju kao jako kompliciran i izrazito kompleksan sustav. To omogućuje i vođenje (upravljanje i reguliranje) države, tada jednog od 28 podskupova Unije, a ne samo njeno upravljanje.’
>
> Uređeni sustavi uvijek su strukturirani uz definirane odnose elemenata sustava. U jednoj državi to prije svega podrazumijeva postojanje institucija društva i njihovo sinergijsko djelovanje u okviru sustava. Hrvatska je još prilično udaljena od takve slike sustava, jer jednostavno ‘preslagivanje’ činovnika kojemu smo svjedoci ne može donijeti ništa dobrog. Situacija dosta podsjeća na šalu iz nekog drugog vremena ‘o tamburicama i tamburašima’.
>
> U promišljanju rješenja za dijelove ‘sustava Hrvatska’ u sklopu naših projekata *Poduzetničko zborište* i *Od čega će Hrvatska živjeti?* nismo imali izravni odziv ‘tamo gdje se donose političke odluke u ime društva’ (citat Čatić). Mišljenja sam da je taj naš rad u 90-tima ipak bio koristan, te da je našao mjesto i prepoznatljiv je u nizu projekata i odluka na državnoj razini. Hrvatska je pokrenula velik broj projekata

u okviru programa HITRA (program hrvatskog investicijskog tehnologijskog razvitka), stvorila je veći dio institucijske infrastrukture za kvalitetu i razvila sasvim prihvatljiv program poticanja poduzetništva.

Politička elita u Hrvatskoj na žalost nije orijentirana na strateške ciljeve, te se brzo zamori i okrene taktičkim aktivnostima i dnevnoj politici, tako da većina strateških projekata zapadne u teškoće, te bivaju zakočeni / napušteni ili nemaju sinergijsku potporu drugih dijelova sustava.

U takvim okolnostima CROSS mora nastaviti s 'ponavljanjem lekcije' uz nešto veću fokusiranost na odabrane zaokružene problemske cjeline od vitalnog interesa za Hrvatsku. Kao primjere moglo bi se navesti teme o kojima razmišljamo: reforma državne uprave, rijeka Sava, identifikacija gospodarskih resursa Hrvatske, energetska politika, intelektualni kapital u funkciji razvoja lokalnih zajednica, marketing gospodarskih lokacija.

Tijekom proteklog desetljeća nove tehnologije dodatno su naglasile djelotvornost globalnog kapitalizma i omogućile mu da postane fleksibilniji, prilagodljiviji, brži, djelotvorniji, pa i izopačeniji. Kultura i obrazovanje integrirani su u proces stvaranja kapitala. Suočeni smo i s dilemom: znanje kao opće dobro suprotstavljeno monopolizaciji znanja. Ovo nisu devedesete prošlog stoljeća kad smo započeli s radom, promijenilo se okruženje, ali i CROSS; nabolje.

Marijan Andrašec"

Tablica 3.: Uvodnici iz glasnika *Sustavsko mišljenje* – kronološki prikaz

'92.	Konstruktivno doprinositi razvitku i napretku	Božičević, Juraj
	Razvijanje povjerenja u znanost	Petrinović, Marko
	Sustavski i sustavno razvijati identitet	Gorupić, Drago
	Pozitivnim mišljenjem doprinosimo gospodarskom razvitku	Božičević, Juraj
	Postanite članom CROSS-a	Božičević, Juraj
	O potrazi za istinom, Uz prvu obljetnicu CROSS-a	Mutabžija, Ranka
'93.	Pozitivno mišljenje i djelovanje; jamstvo kvalitete; moć ljudi	Božičević, Juraj
	Yin, Yang i CROSS	Jović, Franjo
	Tehnologije za gospodarski razvitak – (najava projekata CROSS-a)	Božičević, Juraj
	Sustavski pristup gradu	Toš, Igor
	Luka kao složeni sustav i važna potpora gospodarskom razvitku	Jakovljević, Ivo
	Tehničke znanosti i CROSS	Johanides, Vera

‘94.	Poboljšajmo komuniciranje	Božičević, Juraj
	Stanje moći ljudi	Tropan, Ljudevit
	Ljudi prije svega	Jušić, Božidar
	Napredovanje u 21. stoljeće	Božičević, Juraj
	Od čega će Hrvatska živjeti?	Božičević, Juraj
	Jezikoslovci bez stručnjaka	Božičević, Juraj
‘95.	Navršili smo treću godinu djelovanja	Caharija, Alojz
	Kako dalje?	Božičević, Juraj
	Sustavskim mišljenjem do razvoja	Detan, Boris
	Traženje, uzora i uzornih primjera	Mjerić, Mjerko
	Oluja i transport	Mađarić, Juraj
	Na području, na polju i na grani	Božičević, Juraj
‘96.	Hrvatsko društvo za sustave: 1991. − 1996.	Božičević, Juraj
	O potrebi i biti promjene	Gorupić, Drago
	Uvažiti moć ljudskih resursa	Jokić, Božena
	Poduzetništvo u jedinicama lokalne samouprave	Malatestinić, Ivica
	Za bolje gospodarenje energijom	Matić, Mirko
‘97.	Raspravom do razumijevanja	Božičević, Juraj
	Informacijsko društvo i Hrvatska	Božičević, Juraj
	Prijateljem narodnosti	Božičević, Juraj
	Znanje, sposobnost i vjera u uspjeh	Božičević, Juraj
‘98.	Evolucija ili revolucija?	Percan, Davor
	Izvještaj o radu Hrvatskog društva za sustave u prvoj polovici 1998. god.	Jović, Franjo
	Izvještaj o radu Hrvatskog društva za sustave u drugoj polovici 1998. god.	Jović, Franjo
‘00.	Pred desetljeće Hrvatskog društva za sustave	Caharija, Alojz
	O reformi školstva	Božičević, Juraj
‘01.	Nesavršenosti sustava u kojima djelujemo	Bošnjak, Marijan
	Naš rad i uspjesi, 1991. − 2001.	Božičević, Juraj i Caharija, Alojz
‘06.	Zagovor inovativnosti	Caharija, Alojz
	Dobro smo radili − idemo dalje!	Andrašec, Marijan
	Infrastruktura kvalitete i kvalitetno poslovodstvo	Franić, Zdenko
	Iznad svega jamstvo kvalitete	Božičević, Juraj
‘07.	Ostavština Thomasa Munna	Božičević, Juraj
	Mladi i Hrvatsko društvo za sustave	Vedrina, Denis Stjepan
	Hrvatska znanstvena i stručna društva	Caharija, Alojz
	Hrvatski inovacijski sustav	Božičević, Juraj
‘08.	Proslavimo znanjem svoje ime	Božičević, Juraj
	Svjetlo ili mrak	Božičević, Juraj
	O primjeni znanja u nacionalnoj ekonomiji	Aralica, Zoran
	Na internetu nema autoriteta	Jović, Franjo

‘09.	Konačno, jamstvo kvalitete visokog školstva	Božičević, Juraj
	Sivi sustavi	Jukić, Mladen
	Pronađimo nanovo svoje gospodarstvo, postanimo nacija uspješna u vlastitoj obnovi	Božičević, Juraj
	Zaključci i preporuke	Božičević, Juraj
‘10.	Pokrenimo Hrvatsku ili ćemo propasti!	Nikolić, Stjepan
	Greenfield ili *brownfield* investicije?	Andrašec, Marijan
‘11.	Mislimo sustavski i napredujmo	Božičević, Juraj
‘12.	Poruka hrvatskom društvu s prigodnog znanstvenog-stručnog skupa uz dvadesetu obljetnicu CROSS-a Postanimo nacija uspješna u vlastitoj obnovi; Kako pristupiti reindustrijalizaciji Hrvatske?	Odbor za zaključke: Božičević Juraj koordinator, Andrašec Marijan, Andročec Vladimir, Aralica Zoran, Benčić Zvonko, Jović Franjo
	Kako do društva znanja i uspješnije Hrvatske?	Andrašec, Marijan
‘13.	Održivi razvoj i održiva budućnost	Božičević, Juraj
	Akademiji tehničkih znanosti Hrvatske želimo uspješno treće desetljeće djelovanja	Božičević, Juraj
	Sustavsko mišljenje, etika, domoljublje	Božičević, Juraj

Tablica 4.: Članci iz rubrike Gledišta – kronološki prikaz

‘92.	Racioincitatni fraktali iz Prolegomene za jedinstvenu teoriju nedestruktivnih interaktivnih komunikacija	Durbešić, Zvonimir
	Sustavnosno sustavsko mišljenje!	Božičević, Juraj
	Još o sustavskom	Čatić, Igor
‘93.	Hrvatski misliti	Francetić, Zdenko
‘94.	Ljudski faktor	Jović, Franjo
	Europsko opunomoćenje za ovjeravanje	Božičević, Juraj
‘96.	Duhotvorina − *spiritware*	Jović, Franjo
	Raditi strpljivo i predano	Rehak, Antun-Toni
	Ženidbena tehnologija i poslovni brak	Jović, Franjo
	Posljednja visoka tehnologija u zoni sumraka	Jović, Franjo
‘97.	Svako jutro u 7:57	Jović, Franjo
	Filozofi, svinje i ljepši spol	Jović, Franjo
‘98.	Sustavsko promišljanje gospodarenja otpadom	Šercer, Mladen
	Gospodarsko značenje složenosti sustava	Jović, Franjo
	Zagovor proizvodnje jest suprotstavljanje siromaštvu	Božičević, Juraj
	Hoće li osiromašeno stanovništvo Hrvatske u novo tisućljeće uz svijetlost svijeća i grijanje (zimi) samo sunčevom toplinom?	Molak, Branimir
	Hrvatski prehrambeni proizvodi − kako to radimo u “Podravki”	Česi, Vlasta
‘01.	Sustavski pristup opstojnosti lokalne zajednice	Muvrin, Drago
	Škola za novo doba	Rehak, Antun-Toni

‘06.	Vođenje, upravljanje, gospodarenje	Božičević, Juraj
	Kvaliteta i kakvoća	Božičević, Juraj
	Poslovanje znanjem i nazivlje	Božičević, Juraj
‘07.	Dva desetljeća posvećenosti proizvodnji	Čatić, Igor
	Izađimo iz toplih gnijezda	Benčić, Zvonko
	Mravlja zemlja	Benčić, Zvonko
‘08.	Vizija življenja i prostora	Muvrin, Drago
	Još o vođenju i upravljanju	Božičević, Juraj
	Cross-ovci uzalud vam trud!	Benčić, Zvonko
	Vrijeme promjena i odluka	Andrašec, Marijan
	Budućnost kakvu bismo htjeli	Božičević, Hrvoje
‘09.	Sintezologija sve važnija	Čatić, Igor
	Kvaliteta kao vrednota	Božičević, Juraj
	Moć sustava	Benčić, Zvonko
	Upotpunimo etičke kodekse stručnih društava klauzulom protiv siromaštva	Benčić, Zvonko
‘10.	Mem kao jedinica otuđenja	Božičević, Juraj
	Skupština dviju Akademija i uspavana hrvatska inteligencija	Božičević, Juraj
	Ustrajavanjem na sadašnjosti, HATZ nema budućnosti	Benčić, Zvonko
	Hrvatski avatari	Jović, Franjo
	Peta obljetnica Hrvatske akreditacijske agencije i potpisivanje Sporazuma EA MLA	Božičević, Juraj
‘11.	Kako vidim teoriju sustava	Jović, Franjo
	Psi laju, a informacija prolazi	Benčić, Zvonko
‘12.	Nostalgija uz predstavljanje reprinta udžbenika *Nauka o toplini* Frana Bošnjakovića	Benčić, Zvonko
	Tehnologija računalnog oblaka	Jović, Franjo
	Procjena okolišnog utjecaja − sustavski pristup	Božičević, Juraj
	Informatičko obrazovanje inženjera	Jović, Franjo
	Jedinstvo uz pomoć znanja; Zagovor revitalizacije izvornog projekta	Božičević, Juraj
	Vizija revitalizacije tekstilne, odjevne i obućarske industrije u Republici Hrvatskoj	Ujević, Darko
‘13.	Razmišljanja o gospodarskom razvoju Hrvatske	Milčić, Branimir
	Kako postati “EU28-prosječan”? Uloga tehničke, znanstvene i stručne elite	Andrašec, Marijan
	O moralnoj sudbini otvorenog informacijskog društva	Jović, Franjo
	Zakonodavstvo Europske unije za industrijske proizvode	Poljičanin, Ivan
	Održiva budućnost ili rekvijem za Hrvatsku?	Muvrin, Drago
	I knjižare zatvaraju, zar ne?	Benčić, Zvonko
	Diskusija o dva-tri pitanja	Žagar, Zvonimir
	Ostvarenje inovacije	Božičević, Juraj
	Održiva globalizacija	Milčić, Branimir
	Civilizirana privatizacija	Božičević, Juraj
	Inovacijska ekologija nakon petnaest godina	Božičević, Juraj

Unutar rubrike Najave, programi, izvještaji registrirane su sve aktivnosti CROSS-a, od početne najave, programa šireg skupa, kolokvija, seminara i sl., do izvještaja o događaju. Kao rezultat imamo popis djelovanja u velikom rasponu tema, a popratno i popis aktivnih sudionika. Zanimljivo je da se u pojedinim brojevima pojavljuje od 20 do 200 imena.

CROSS je objavio velik broj publikacija: zbornika sa skupova i knjiga, tablica 4., bilo da je isključivi organizator CROSS ili u suradnji s Hrvatskom gospodarskom komorom, Akademijom tehničkih znanosti Hrvatske i drugima. Suradnja s Akademijom tehničkih znanosti Hrvatske posebno je bila intenzivna u razdoblju njezina osnivanja i početnog rada, kad joj je CROSS dao veliku potporu. Sve su publikacije registrirane kod Nacionalne i sveučilišne knjižice. Ukupan opseg publikacija iznosi oko 5300 stranica.

Publikacije Hrvatskog društva za sustave − CROSS i suradnja s Akademijom tehničkih znanosti Hrvatske (zbornici i knjige) (kronološki)

1. *Sustavsko mišljenje*, ur. Juraj Božičević, zbornik radova, Promocijska skupština Hrvatskog društva za sustave, Zagreb, ožujak, 1992.

2. *Modeli izmjene topline u električnim uređajima*; zbornici radova sa skupova Hrvatskog društva za sustave o Modeliranju u znanosti, tehnici i društvu, prva knjiga; ur. Zvonko Benčić, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1992., str. 173.

3. *Temelji strateškog upravljanja kvalitetom − sustavski pristup*, sažeci predavanja sa seminara u HGK Zagreb i HGK Split; Hrvatsko društvo za sustave, rujan 1993., str. 20.

4. *Kvaliteta*, Časopis o uspješnosti poslovanja; godina 1, broj 1, rujan 1994.; Privredni marketing Zagreb i Hrvatsko društvo za sustave; glavni ur.: Juraj Božičević, str. 61.

5. *Stvaranje stabilnog, prilagodljivog i životno sposobnog hrvatskog gospodarstva u uvjetima globalizacije i nastajanja informacijskog društva*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb 1995., str. 426.

6. *Hrvatska znanstvena i stručna društva*, Juraj Božičević i Alojz Zaharija, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb 1995., str. 69.

7. *Grad kao složeni sustav*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave i Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb, 1997./1998., str. 115.

8. *Obrazovanje za informacijsko društvo*, prvi dio: *Jesmo li spremni prihvatiti promjene*, ur. Juraj Božičević, Hrvatska akademija tehničkih znanosti i Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1997., str. 76.

9. *Inteligentni sustavi*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1997., str. 174.

10. *Organizacija koja uči*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1998., str. 116.

11. *Inteligentno vođenje i inteligentni sustavi*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1998., str. 122.

12. *Obrazovanje za informacijsko društvo*, drugi dio: *Multimedija, daljinsko učenje i poučavanje*, ur. Juraj Božičević, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1998., str. 87.

13. *Spojivost i infrastruktura*, ur. Juraj Božičević, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 1998., str. 317.

14. *Obrazovanje za informacijsko društvo*, treći dio: *Profesije budućnosti − Inženjer budućnosti*; ur. Juraj Božičević, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1999., str. 156.

15. *Luka kao složeni sustav, Rijeka − glavna hrvatska luka*; ur. Juraj Božičević, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 1999., str. 154.

16. *Povezani Rijeka i Zagreb, hrvatsko i europsko gospodarsko žarište*; ur. Juraj Božičević, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 1999., str. 32.

17. *Hrvatska razvojna politika za gospodarstvo znanja − Uloga tehničkih i biotehničkih znanosti*; ur. Juraj Božičević, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 2000., str. 102.

18. *Sveobuhvatno promišljanje i planiranje gospodarskog razvoja − Spoznajmo svoj potencijal i potaknimo razvoj*, prijedlog projekta – verzija 1.6; priredio Juraj Božičević i Multisdisciplinarni ekspertni krug, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 2000., str. 19.

19. *Kreativno rješavanje zadataka*, Modeliranje u znanosti, tehnici i društvu, ur. Juraj Božičević i Alojz Zaharija, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2000., str. 322.

20. *Percepcija tehnike u hrvatskom društvu*, ur. Juraj Božičević i Blanka Jergović, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 2001., str. 66.

21. *Sustavsko mišljenje* (drugo prošireno izdanje 1992. povodom 10-te godišnjice osnutka CROSS-a), ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2001., str. 68.

22. *Mislimo sustavski*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2001., str. 162.

23. *Djelovanje u izvanrednim situacijama*, ur. Dražen Aničić i Branimir Molak, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 2001., str. 72.

24. *Materijali i tehnologijski razvoj*, ur. Tomislav Filetin, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 2002., str. 210.

25. *Inteligentni poučavateljski sustavi*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2005., str. 100.

26. *Sustavsko mišljenje i proces integracije Hrvatske u Europsku uniju*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2006., str. 136.

27. *Suvremene hrvatske teme* − godišnjak 2007., ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2007., str. 356.

28. *Mudra zajednica − Društvena odgovornost za životni prostor*, prva knjiga, ur. Alfredo Višković, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2008., str. 159.

29. *Svjetlo ili mrak − o energetici bez emocija*, Alfredo Višković, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske i Lider press, Zagreb, 2008., str. 126.

30. *Postanimo nacija uspješna u vlastitoj obnovi − Dva desetljeća djelovanja*, 1991. – 2011., *Iskustvo i polazišta za budućnost*, ur. Juraj Božičević, Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, 2011., str. 158.

31. *Sustavsko promišljanje održive budućnosti − Deklaracija*; Konferencija povodom 25 godina djelovanja; Hrvatsko društvo za sustave, Zagreb, veljača 2016.

Zaključak

Glasnik Hrvatskog društva za sustave *Sustavsko mišljenje* svojim sadržajima u vremenskom rasponu od 1992. do 2013. detaljno bilježi sve aktivnosti CROSS-a i odražava aktualne društvene probleme i zadatke Hrvatske, prvenstveno s težištem na promišljanju razvoja. Svojim prilozima i promišljanjima u formi kratkih tekstova, aktivni suradnici dali su *Glasniku* dodatnu kvalitetu i prenosili važne i korisne poruke o odabranim temama. Tijekom svih tih godina CROSS je okupljao elitu ponajprije iz tehničkih područja, ali i iz svih drugih područja obuhvaćenih pojedinom temom, u skladu s temeljnim pristupima sustavskog mišljenja. Kroz cijelo razdoblje teme su imale karakter promišljanja razvoja Hrvatske, a kao nadnaslov često se isticao slogan Od čega će Hrvatska živjeti? U glasnicima se navode stotine imena aktivnih suradnika predavača na skupovima, a širi auditorij svakako prelazi nekoliko tisuća.

Glasnici Hrvatskog društva za sustave *Sustavsko mišljenje* dragocjen su izvor informacija i podataka o nastojanjima dijela hrvatske znanstvene i stručne elite da svojim promišljanjima o razvojnim pitanjima Hrvatske i poduzetim aktivnostima educiraju političku i gospodarsku elitu i potaknu je na donošenje dobrih odluka i ispravljanje pogrešnih, a akademsku zajednicu pomaknu prema društveno odgovornom djelovanju.

Literatura

[1] Glasnici Hrvatskog društva za sustave *Sustavsko mišljenje*, 1(1)1992. – 24(3)2013.

[2] Juraj Božičević, ur.: zbornik skupa: Postanimo nacija uspješna u vlastitoj obnovi, dva desetljeća djelovanja 1991. − 2011., Iskustvo i polazišta za budućnost, Hrvatsko društvo za sustave, 2011.

[3] Igor Čatić: Hrvatsko društvo za sustave − jedna od rijetkih svjetioničarskih udruga, I u trećem desetljeću svog djelovanja CROSS uporno postavlja pitanje od čega će Hrvatska živjeti; www.hrvatski-fokus.hr, petak, 9. kolovoza 2013.

[4] Marijan Andrašec: Juraj Božičević − promicatelj kibernetičkog, sustavskog, cjelovitog i interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja; zbornik: Povijest i filozofija tehnike, 7. simpozij PIFT 2018., Biblioteka Elektrotehničkog društva – Zagreb, Knjiga XIV., ur.. Zvonko Benčić.

[5] Arhiva autora

The Bulletins of the Croatian Systems Society (CROSS) *Systems Thinking*

Marijan Andrašec

Abstract: The Bulletin (Glasnik) of the Croatian Systems Society (CROSS) *Systems Thinking* began to emerge immediately after the founding of the CROSS in December 1991. During the 1992-1993 release, 63 volumes were issued, covering 70 numbers with a total of 414 pages. Throughout the period, the editor of Glasnik was prof. Juraj Božičević. The modest volume of individual numbers required concise views, and the articles published in the Glasnik have always maintained the current social events and activities of CROSS in accordance with their mission and goals. Prof. Božičević have been sending Glasnik to various institutions, state administration, prominent individuals, political parties, academia, and part of them are at the National and University Library. The short texts from the Editorial and from the rubric Gledišta are extremely interesting and actual, and are created by prominent scientists, experts and colleagues from the academic community. There is a noticeable shift from the initial phase of education and motivation to criticism after the 2000s, when mistakes and failures in social development became worrisome, and the political and economic elite did not show interest in proposals for solving problems.

Within the "Announcements, Programs, Reports" section, all activities of the CROSS have been registered, from the initial announcement and the program of meetings, seminars etc. to the event reports. Throughout the period, the themes have had a character of reflection on Croatia's development, and as a superscription, the slogan "From which will Croatia live?" is often emphasized. Hundreds of active associates-lecturers are listed in the notices, and the wider auditorium certainly exceeds several thousand. All presentations and works have always been published in collections or thematic releases-books, all registered in *Systems Thinking*.

The Bulletins of the Croatian Systems Society *Systems Thinking* represent a precious source of information and data on the efforts of a part of the Croatian scientific and expert elite to educate their political and economic elites on their development issues and to engage in activities to stimulate good decisions and correct mistakes and to move the academic community towards socially responsible behaviour.

Keywords: Juraj Božičević, Croatian system society, CROSS, systems thinking

6. Očuvanje hrvatske tehničke baštine

Zdenko Jecić

Hrvatska tehnička enciklopedija – Portal hrvatske tehničke baštine

Sažetak: *Hrvatska tehnička enciklopedija – Portal hrvatske tehničke baštine* važan je projekt Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža*, koji se ostvaruje u suradnji s Hrvatskom akademijom znanosti i umjetnosti i Akademijom tehničkih znanosti Hrvatske, a trebao bi pridonijeti boljem razumijevanju, usustavljenju znanja te pružiti platformu za istraživanje povijesti i sadašnjeg stanja tehnike u Hrvatskoj. Za hrvatsku leksikografiju projekt je pak po mnogočemu inovativan, napose po tome što usporedno dolazi u tiskanom i mrežnom izdanju. Ovim se radom nastoje obrazložiti razlozi takva pristupa, osobito iz aspekta novih epistemoloških kvaliteta koje donosi, kao i razlozi drugih specifičnih konceptualnih rješenja. U radu se uvodno raspravlja o ulozi mrežnih enciklopedija kao specifične komponente znanstvene infrastrukture. Mogućnosti digitalnih medija generirale su nove epistemološke karakteristike enciklopedija, pretvarajući ih u aktivne platforme za širenje i stvaranje novih znanja. Zahvaljujući njihovoj ulozi u sintezi, umrežavanju i stvaranju znanja, mrežne enciklopedije mogu se primijeniti na povijest znanosti i tehnike, u kojem je nezaobilazan slojevit, interdisciplinarni pristup. Detaljno je opisana *Hrvatska tehnička enciklopedija* i njezina uloga u usustavljenju znanja iz tog područja. Ta je enciklopedija poslužila i kao okvir za razvoj mrežnog *Portala hrvatske tehničke baštine,* platforme za umrežavanje i dijeljenje informacija iz različitih izvora. Portal pridonosi razvoju istraživanja povijesti tehnologije, ali i revalorizaciji i održivosti nacionalne tehnološke baštine i pozicioniranju hrvatske tehnologije u globalnom kontekstu.

Ključne riječi: *Hrvatska tehnička enciklopedija*, mrežna enciklopedija, Portal hrvatske tehničke baštine, povijest tehnike, umrežavanje znanja

Uvod

Enciklopedija je djelo u kojem se, abecednim ili kakvim drugim metodičkim slijedom, okupljaju i sustavno obrađuju činjenice i spoznaje o svim ljudskim znanjima (opća enciklopedija) ili pak sva građa jedne znanosti, umjetnosti, područja (strukovna enciklopedija ili posebna enciklopedija) [1]. Osnova organizacije enciklopedijskog sadržaja je fragmentacija znanja u članke ili zapise koji su uobičajeno uređeni abecedno ili katkad tematski. Sljedeća faza organizacije sadržaja u enciklopedijama jest povezivanje fragmentiranog znanja u jednu cjelinu s pomoću uputnica i indeksa [2].

Tradicionalne, profesionalno uređivane enciklopedije uvijek su bile važan alat za okupljanje i širenje znanstveno potvrđenog znanja te su stoljećima bile pouzdan, jednostavan i brzo dostupan izvor informacija. Stoga su, zajedno s drugim enciklopedičkim i leksikografskim djelima, bile važan dio obrazovne infrastrukture u ustanovama poput škola, knjižnica i sveučilišta [3], ali i nezamjenjiva početna točka istraživačkog procesa.

Nakon migracije enciklopedije u digitalno okruženje, mogućnosti novih medija prouzročile su znatne promjene u njezinim temeljima, tj. u enciklopedičkim načelima i enciklopedijskom konceptu kao cjelini [4]. Dok je tradicionalna enciklopedija najčešće bila skupocjeno, višesveščano izdanje koje je zauzimalo znatan prostor u našim domovima i bilo dostupno ograničenom broju korisnika, suvremene su mrežne enciklopedije uglavnom slobodno dostupne na svim uređajima s internetskom vezom. Digitalne tehnologije transformirale su načine pripreme i predstavljanja enciklopedijskog znanja te olakšale njegovu distribuciju i korištenje. Omogućile su kontinuirano ažuriranje enciklopedijskih sadržaja, kao i interaktivnost i dostupnost velikom broju korisnika širom svijeta.

Suvremeni enciklopedički projekti postali su mjesta jednostavnog pristupa i razmjene pouzdanih sadržaja, kao i izvori umreženih i međusobno povezanih informacija i znanja koji pridonose novim epistemološkim vrijednostima u odnosu na tradicionalne tiskane enciklopedije [6]. Mrežne enciklopedije nastoje postići potpuni pristup znanju, dopustiti razmjenu ideja, zaštititi kulturnu baštinu i posebnosti te neprestano istraživati nove mogućnosti povezivanja (postojećih i novih) sadržaja [5]. Zahvaljujući svojoj ulozi u sintezi, umrežavanju i stvaranju znanja, idealno su sredstvo za dokumentiranje i istraživanje nacionalne tehničke baštine, te se mogu smatrati posebnom sastavnicom znanstvene infrastrukture. Cilj je ovog rada prikazati *Hrvatsku tehničku enciklopediju* i njezinu ulogu u znanstvenom umrežavanju.

1. Leksikografija i enciklopedika u Hrvatskoj

Začetnici hrvatske leksikografije i enciklopedistike iz XVI. stoljeća Pavao Skalić i Faust Vrančić objavili su pionirska djela važna za europsko leksikografsko i enciklopedijsko nasljeđe. Pisac i teolog Pavao Skalić prvi je uporabio riječ enciklopedija u modernom značenju u svojem radu *Encyclopaediae seu orbis disciplinarum tam sacrarum quam profanarum epistemon* 1559. godine [7]. Leksikograf i izumitelj Faust Vrančić 1595. godine napisao je rječnik pet najznačajnijih europskih jezika *Dictionarium quinque nobilissimarum europae linguarum, latinae, italicae, germanicae, dalmati[c]ae et ungaricae* [8], prvi hrvatski i prvi mađarski rječnik. Osnivač suvremene hrvatske enciklopedistike je Mate Ujević, leksikograf i publicist, inicijator i glavni urednik *Hrvatske enciklopedije*, koje je prvih pet svezaka objavljeno od 1941. do 1945. [9]. Hrvatski književnik Miroslav Krleža inicirao je 1950. osnivanje Leksikografskog zavoda, sa zadaćom "prikupiti i obraditi leksikografske i druge materijale potrebne za izdavanje enciklopedija, leksikona, monografija i sličnih djela" [10], koji od 1984. godine nosi njegovo ime.

Leksikografski zavod *Miroslav Krleža*, javna ustanova od posebnog interesa za Republiku Hrvatsku, bavi se leksikografijom i enciklopedikom [11]. Njegova je zadaća ususta viti, sintetizirati, indeksirati, pohranjivati i distribuirati informacije koje pružaju mogućnost za pouzdani pristup globalnim znanstveno provjerenim znanjima, kao i za razvoj, poznavanje i razumijevanje hrvatske prirodne i povijesne baštine te za očuvanje kulturnog i društvenog identiteta [12]. Projekte Leksikografskog zavoda ostvaruju zavodski stručnjaci uz sudjelovanje velikog broja visokoprofesionalnih istraživača, zahvaljujući širokoj suradnji sa znanstvenom zajednicom u Hrvatskoj i regiji.

Institucija je tijekom svoje 69-godišnje povijesti objavila više od 250 općih, nacionalnih i specijaliziranih enciklopedija, leksikona, rječnika, bibliografija i drugih djela koja su imala važnu ulogu u stvaranju, održavanju i distribuciji javnog znanja u Hrvatskoj. Neki su od primjera specijaliziranih ili strukovnih edicija *Pomorska enciklopedija*, *Medicinska enciklopedija*, *Šumarska enciklopedija*, *Tehnička enciklopedija*, *Poljoprivredna enciklopedija*, *Tehnički leksikon.*

Kako je namjera rada dodatno razraditi ulogu mrežnih enciklopedija u povijesti tehnike, prvo valja naglasiti važnost dvaju spomenutih hrvatskih arhivskih makropedijskih djela povezanih s tehnikom. *Pomorska enciklopedija* [13] smatra se jedinstvenim djelom u enciklopedičkom izdavaštvu, kakvo se ne može naći ni u nasljeđu velikih svjetskih pomorskih zemalja. Njezin sustavan i sveobuhvatan pristup čini veliku sintezu cjelokupnog pomorskog znanja te pokriva širok izbor znanstvenih i stručnih disciplina i aktivnosti vezanih uz more, pa je bila izvor znanja mnogim naraštajima studenata, stručnjaka i znanstvenika.

Autori su, među ostalim suradnicima, eminentni povjesničari pomorstva, pa je enciklopedija do danas najvažnija sinteza nacionalne pomorske baštine. *Tehnička enciklopedija* [14] zbog svojeg širokog opsega pokriva područja tehnike u cjelini. Usredotočena na donošenje suvremenih spoznaja o svim granama tehnike i znanosti vezanih uz tehničku (inženjersku) praksu u to doba, ostavila je po strani komponentu nacionalne povijesti tehnike, što je manjak koji *Hrvatska tehnička enciklopedija* nastoji ispraviti. Pojedini su pojmovi opisani u abecedno poredanim makropedijskim tekstovima, koji ponekad prerastaju u monografske studije, iz kojih su generacije inženjera stjecale znanja tijekom školovanja.

Arhivska izdanja Leksikografskog zavoda u novije se doba digitaliziraju i tako putem internetskih stranica postaju slobodno dostupna velikom broju korisnika na *Portalu znanja LZMK-a* [15]. Otvoreni je pristup omogućen i trajnim mrežnim enciklopedijskim projektima poput mrežnih izdanja *Hrvatske enciklopedije* [16] i *Proleksis enciklopedije* [17]. Jedan od glavnih ciljeva Zavoda u nadolazećim godinama jest nadogradnja slobodno dostupnog digitaliziranog i digitalnog enciklopedijskog sadržaja te stvaranje digitalnog repozitorija enciklopedijskih znanja s namjerom da se razvije javno znanje najviše znanstvene vrijednosti. Time će se omogućiti povezivanje s digitalnim repozitorijima drugih znanstvenih i kulturnih institucija. Na taj način Zavod pomaže u jačanju digitalnih istraživanja i razvoju didaktičke infrastrukture, pridonosi širenju i popularizaciji rezultata znanstvenog istraživanja te prepoznatljivosti hrvatske nacionalne baštine.

Ciljevi Zavoda neizbježno su vezani uz globalne paradigmatske promjene u enciklopedici. U zadnjim se desetljećima izradba tradicionalnih, stručno uređivanih enciklopedija postupno smanjuje, uz istodoban prelazak u digitalne medije, čije značajke i mogućnosti dovode u pitanje profitabilnost tiskanih izdanja. Razvidan su primjer dvije poznate opće enciklopedije, *Encyclopaedia Britannica* i *Brockhaus Enzyklopädie*, koje su prestale distribuirati tiskana izdanja početkom XXI. stoljeća. *Encyclopaedia Britannica* (prvi put objavljena 1768. – 1771.) [18] objavila je posljednje, 15. tiskano izdanje 2010. godine i danas nastavlja razvoj kao mrežno izdanje [19]. *Brockhaus Enzyklopädie* (prvo izdanje 1796. – 1808.) [20] prestala je izlaziti 2014. godine, kad su posljednji tiskani primjerci 21. izdanja [21] rasprodani. Glavni razlog za trenutačno stanje jest prihvaćanje interneta kao glavnog izvora slobodnih i lako dostupnih informacija, kao i razvoj besplatnih mrežnih enciklopedija, koje nude jednoliko strukturirane, enciklopedički obrađene informacije. Prava revolucija u enciklopedici dogodila se 2001. pojavom *Wikipedije* [22], slobodne svjetske višejezične mrežne enciklopedije. Temeljena na anonimnom dobrovoljnom suradničkom uređivačkom konceptu, proširila je raspon pokrivenih

enciklopedijskih tema te postala najopsežnija i najčešće rabljena enciklopedija u povijesti.

Imajući u vidu znatne promjene u području enciklopedike, Leksikografski zavod svojim je strateškim razvojem odgovarao na njih i teži razvijanju novih smjerova svoje osnovne djelatnosti. U skladu s tim razvijeni su novi tipovi enciklopedijskih projekata kojima su svojstveni:

- prelazak na mrežne enciklopedije otvorenog pristupa kao trajne projekte koji omogućuju kontinuirano ažuriranje i širenje sadržaja, kao i interakciju s korisnicima
- veća koncentracija na nacionalne i regionalne teme
- pokrivenost područja koja su slabo zastupljena i neprimjereno sintetizirana, uz jačanje znanstvene komponente projekta
- održavanje visokokvalitetnih leksikografskih i enciklopedijskih standarda i načela
- transformacija enciklopedija iz izvora informacija u platforme za umrežavanje znanja.

Budući da se paradigma enciklopedijskog djela transformira ulaskom enciklopedije u novu eru razvoja, gdje se temelji na naprednim informacijskim i komunikacijskim rješenjima, potreban je nov epistemološki pristup za procjenu obilježja suvremenih mrežnih enciklopedija [6].

2. Nova epistemološka vrijednost profesionalnih mrežnih enciklopedija otvorenog pristupa

Iako nastaju na istim temeljnim enciklopedičkim načelima, mrežne enciklopedije razlikuju se od tiskanih, a nove mogućnosti dizajna sadržaja, prezentacije, međusobnog povezivanja i korištenja dovode do nove razine koncepta [23]. Mogućnosti digitalnih medija stvorile su nove, u usporedbi s tiskanim izdanjima, epistemološke vrijednosti profesionalno uređivanih mrežnih enciklopedija otvorenog pristupa. Dosadašnja istraživanja pokazala su da suvremenu mrežnu enciklopediju karakterizira veća epistemološka vrijednost u pogledu mogućnosti ažuriranja (kontinuitet rada), potencijalne suradnje, neograničenog opsega, mnogo veće mogućnosti u pronalaženju informacija i mogućnosti povezivanja sadržaja [6].

Navedeno se može prikazati u nekoliko točaka:

- kooperacija i kolaboracija s korisnicima
- stalno ažuriranje i donošenje najnovijih znanja
- povezivanje s različitim izvorima informacija u obliku portala znanja

– automatsko povezivanje sa sličnim bazama podataka preko označenog strojno čitljiva skupa označenih podataka (metapodataka[1])
– uključivanje u globalni semantički *web*.

Kooperacija i kolaboracija omogućuju sudjelovanje korisnika u procesu kreiranja, ažuriranja i ispravljanja enciklopedijskih radova. Za razliku od masovne suradnje na *Wikipediji*, dopuštanja bilo komu da kreira ili modificira sadržaj, kooperacija i kolaboracija u profesionalnim enciklopedijama mogu se smatrati djelotvornim mehanizmima za interakciju s korisnicima koji lako i jednostavno komuniciraju s uredništvom ostavljajući komentare, ispravke i opaske na nova dostignuća te sugeriraju uključivanje nove teme. Oni također mogu predstaviti rezultate vlastitih istraživanja, što enciklopediju čini mjestom za razmjenu informacija i mišljenja.

Stalno ažuriranje sadržaja jedno je od osnovnih obilježja *online* enciklopedija koje ih razlikuje od tiskanih izdanja. Informacije u tiskanim enciklopedijama imaju tendenciju brzog zastarijevanja, a ažurirana izdanja obično se objavljuju u razmaku od više godina. Prelazak na mrežne enciklopedijske projekte omogućio je urednicima uporabu sustava zasnovanog na informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji, kako bi redovito ažurirali postojeći sadržaj i brže objavljivali nove sadržaje. Objavljivanje članaka putem interneta čim su napisani i uređeni omogućuje njihovu dostupnost korisnicima i prikupljanje prilogâ i eventualnih ispravaka čak dvije do tri godine prije objavljivanja sadržaja u tiskanom obliku. Osim toga, sadržaji objavljeni na internetu mogu se stalno ažurirati u skladu s novim postignućima u određenom području. Stoga su današnje mrežne enciklopedije kontinuirani projekti koji se svakodnevno izdaju ažuriranjem postojećih i dodavanjem novih zapisa, što ih čini relevantnijim izvorom znanja [6].

Interno povezivanje enciklopedički fragmentiranog znanja u tiskanim izdanjima omogućeno je uputnicama i indeksom, što olakšava snalaženje u sadržaju. Mrežni enciklopedijski sadržaj interno je povezan hipertekstovnim poveznicama koje omogućuju izravan dohvat srodnog sadržaja. Mogućnost povezivanja s drugim izvorima informacija, osim preporučenih bibliografskih referencija koje su bile dostupne u nekim tiskanim izdanjima, odnosi se na povezivanje s drugim mrežnim stranicama, muzejskim zbirkama i raznim digitalnim repozitorijima. Ta mogućnost pretvara mrežne enciklopedije u portale znanja, koji bi mogli djelovati kao nezamjenjiv alat u istraživačkom procesu.

Kao posebno vrijedno obilježje mrežnih enciklopedija i enciklopedijskih portala ističe se mogućnost normativnog označavanja sadržaja i izdvajanja metapodataka [6]. To omogućuje transformaciju dobro strukturiranog enciklopedijskog sadržaja u strojno čitljiv sadržaj, što čini osnovu za generiranje ontologija i uključivanje u semantički *web*. Potom se stvaraju beskrajne mogućnosti za

[1] metapodatci, podatci koji pomažu u identifikaciji, opisu i lociranju nekih podataka, napose umreženih elektroničkih izvora (*Hrvatska enciklopedija*, mrežno izdanje).

povezivanje s drugim bazama podataka na semantičkoj razini, kao i međusobno povezivanje znanja.

Sve spomenute nove epistemološke karakteristike mrežnih enciklopedija dovode do jedinstvenog cilja razvijanja tih djela kao aktivne platforme za umrežavanje znanja, znanosti i znanstvenika. Kao takve, enciklopedije mogu biti važno sredstvo za istraživanje povijesti znanosti i tehnologije, u kojem je obvezan slojevit, interdisciplinarni pristup.

3. *Hrvatska tehnička enciklopedija*

Sazdan na zasadama dotadašnjih zavodskih izdanja te nastavljajući se na njih, prije pet godina pokrenut je projekt *Hrvatska tehnička enciklopedija* (*HTE*) [24, 25], radi kontinuiranog prikupljanja i ustavljivanja znanja o povijesti i današnjim dosezima tehnike u Hrvatskoj. Povezujući znalce i znanstvenike koji se bave istraživanjem te umrežujući fragmentirane spoznaje i raznovrsne izvore u cjelovitu sintezu, cilj mu je pridonijeti stvaranju spoznaje o bogatoj hrvatskoj nacionalnoj tehničkoj baštini, te održivosti znanosti, tehnike, inovacija i industrije u društvenom i kulturnom kontekstu.

Ideja za taj projekt proizišla je iz činjenice da je područje povijesti tehnike u Hrvatskoj nedovoljno istraženo i dokumentirano. Rezultat je slaba zastupljenost tehnike u hrvatskom obrazovnom sustavu i njezina nedovoljna percepcija u javnosti, što neizbježno dovodi do neadekvatne percepcije hrvatske tehničke baštine u globalnom kontekstu. Opisujući povijesni razvoj uz trenutačno stanje tehnologije u Hrvatskoj, glavna je svrha te enciklopedije sveobuhvatno sažeti znanje tog slabo zastupljenog područja.

Projekt *Hrvatska tehnička enciklopedija* pokrenuo je Leksikografski zavod *Miroslav Krleža* (LZMK) odlukom Ravnateljstva od 1. IV. 2014., kad je za glavnog urednika imenovan inženjer arhitekture i leksikograf Zdenko Jecić. Interes Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (HAZU) i Akademije tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ) za uključivanje u projekt rezultirao je Protokolom o suradnji, potpisanim 3. rujna 2014. između LZMK-a, HAZU-a i HATZ-a. Potpisivanju je prethodilo nekoliko sastanaka iste godine, koje su inicirali akademik Stjepan Jecić, tadašnji tajnik Razreda za tehničke znanosti HAZU-a, i prof. dr. sc. Vladimir Andročec, predsjednik HATZ-a, a koji predstavljaju prvi oblik suradnje tih institucija na zajedničkom projektu. Protokolom je pružena potpora projektu *HTE,* te je predviđen angažman institucija i njihovih članova u ostvarenju projekta.

Uredničko vijeće, temeljno savjetodavno tijelo projekta, sastavljeno od predstavnika mjerodavnih institucija (Stjepan Jecić, Sibila Jelaska, Božidar Liščić – HAZU; Vladimir Andročec, Milena Mandić, Srećko Pegan, Nedeljko

Perić, Dubravko Rogale, Zdravko Terze – HATZ; Zvonimir Jakobović, Slaven Ravlić – LZMK; Damir Boras – Sveučilište u Zagrebu; Davor Fulanović – Tehnički muzej *Nikola Tesla*), prvi je sastanak održalo 24. studenog 2015.

Redakcija leksikografa urednika iz Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža*, koji u cjelini ili dijelu radnog vremena rade na projektu, na početku 2019. ima sedam članova, a Zavod kao nositelj projekta pruža logističku potporu znatnog broja djelatnika stručnih službi. Autori članaka i urednici struka uglavnom su vanjski suradnici Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža*. Kao stručnjaci za pojedina područja članovi su najšire tehničke zajednice, od znanstvenika do entuzijasta. U izradbu prvog sveska bilo je uključeno devedeset suradnika.

Rezultati rada na projektu službeno su predstavljeni javnosti 10. prosinca 2018., na 100. obljetnicu odluke o osnivanju Tehničke visoke škole u Zagrebu, kad je iz tiska izišao 1. svezak te dovršena unaprijeđena mrežna inačica *Hrvatske tehničke enciklopedije – Portal hrvatske tehničke baštine.*



Sl. 1.: Prikaz svih četiriju svezaka Hrvatske tehničke enciklopedije

Enciklopedija je oblikovana kao usporedno tiskano i mrežno (*online*) izdanje, po čemu je jedinstvena na ovim prostorima i najistaknutiji je primjer novih enicklopedičkih projekata koje, u želji za potpunom tranzicijom u nove medije i za prilagodbom novom dobu, razvija Leksikografski zavod. Tiskano izdanje usmjereno je korisnicima naklonjenim tradicionalnom mediju, dok je mrežno − *Portal hrvatske tehničke baštine* − obogaćeno dodatnim sadržajima i prednostima novih informacijskih tehnologija, portal znanja i polazišna točka za istraživanje.

3.1. Tiskano izdanje *Hrvatske tehničke enciklopedije*

Tiskano izdanje *Hrvatske tehničke enciklopedije* obuhvaća četiri sveska, slika 1., od kojih svaki obrađuje jednu zaokruženu tematsku cjelinu. Pri podjeli na cjeline u obzir se uzeo tradicionalni ustroj tehničkog visokog školstva u Hrvatskoj, točnije Tehničkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, iz kojeg su 1956./1957. proistekla četiri fakulteta: Arhitektonsko-građevinsko-geodetski, Elektrotehnički, Strojarsko-brodograđevni i Tehnološki fakultet.

Uvjetovana time i pragmatičnim razlozima, raspodjela područja po svescima predviđena je na način prikazan u tablici 1. Posljednji će svezak obuhvatiti i opće tehničke pojmove zajedničke svim strukama, opći prikaz razvoja tehnike u pojedinim hrvatskim gradovima i vremenskim razdobljima. Pojedina područja, npr. ‘vojna’ ili ‘medicinska tehnika’ bit će obrađena u sklopu drugih struka u više svezaka. Svesci će se dovršavati i tiskati jedan za drugim, u pravilnim vremenskim razmacima prilagođenim dinamici suvremenog doba.

Tablica 1.: Raspodjela područja *Hrvatske tehničke enciklopedije* po svescima

Svezak 1	**Svezak 2**	**Svezak 3**	**Svezak 4**
brodogradnja pomorstvo promet strojarstvo zrakoplovstvo	biotehnologija drvna tehnika grafička tehnologija kemijska tehnologija metalurgija prehrambena tehnologija poljoprivredna tehnika rudarstvo tekstilna tehnologija zaštita okoliša	arhitektura građevinarstvo geodezija	elektrotehnika energetika informatika mjeriteljstvo nuklearna tehnika računarstvo tehnika općenito temeljne tehničke znanosti i prirodoslovlje

Pojedine teme obrađuju se u makropedijskim člancima posvećenim općim tehničkim pojmovima, koji donose sintezu niza zasebnih pojmova vezanih uz određeno područje. Uz to, donose se članci o pojedinim osobama, institucijama,

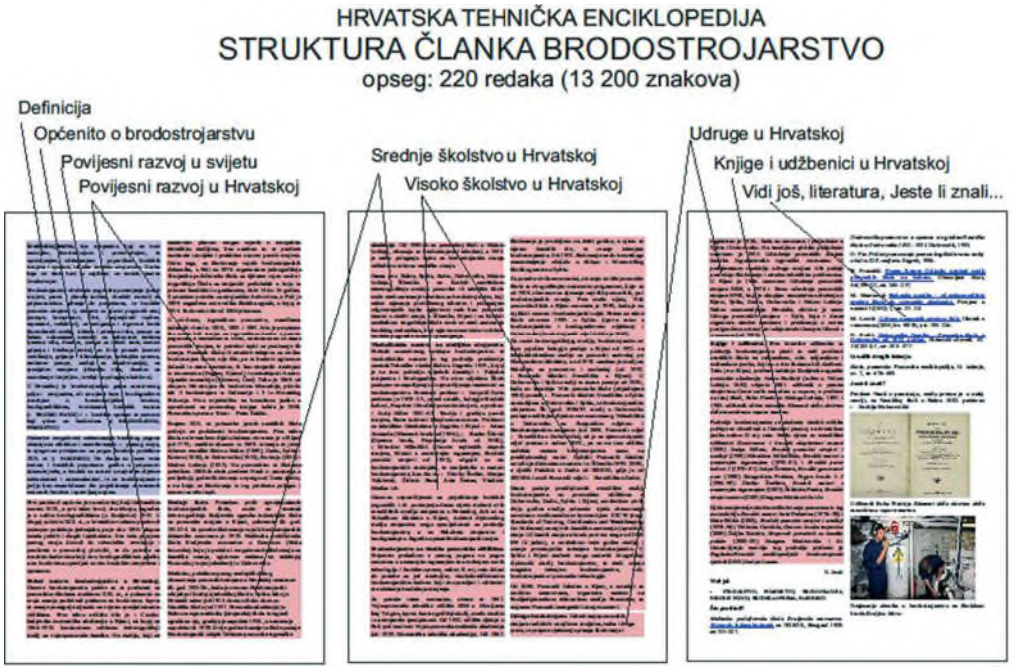


Sl. 2.: Članak automobil u 1. svesku *Hrvatske tehničke enciklopedije*

poduzećima, udrugama, časopisima koji su važna sastavnica hrvatske tehničke baštine, a kao poveznica pojedinih pojmova s artefaktima dostupnim javnosti oblikovani su i članci o muzejima u kojima se oni čuvaju. Očekuje se da će sva četiri sveska *Enciklopedije* naposljetku sadržavati oko 4000 članaka, za koje se nastoji da budu bogato ilustrirani, slika 2.

Članci koji obrađuju opće tehničke pojmove zasnovani su na pretpostavci da je ta građa iz aspekta općih tehničkih znanja, zajedničkih cijelom svijetu, već iscrpno obrađena u *Tehničkoj enciklopediji* i drugim izdanjima Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža* (na koja u mrežnom izdanju vode poveznice), u drugoj literaturi i na različitim mrežnim stranicama. Stoga se u prvom dijelu takvih članaka, gdje se opisuje što je nešto, kako to funkcionira, koji su mu sastavni dijelovi ili kako se razvrstava, te prikaz razvoja u svijetu, to čini kratko, donoseći najosnovnije informacije.Veći dio članka (najmanje 2/3) posvećuje se obradi teme u Hrvatskoj. To vrijedi za sve članke pa je pri njihovu odabiru ključna činjenica ima li se o povijesti, razvoju i sadašnjem stanju u Hrvatskoj što pisati. Struktura oglednog članka prikazana je na slici 3.

Uz istaknute Hrvate i osobe hrvatskog podrijetla obrađuju se i pripadnici drugih naroda rođeni na području današnje Hrvatske, bez obzira na to gdje su živjeli i djelovali, kao i stranci koji su živjeli i djelovali na ovom prostoru, osobe koje su zaokružile svoje životno djelo, te još uvijek djelatni suvremenici. Pri odabiru osoba nastoji se ne opteretiti *Enciklopediju* biografijama, pa su



Sl. 3.: Struktura oglednog članka *Hrvatske tehničke enciklopedije*

kriteriji za uvrštavanje razmjerno strogi, od rijetkih pojedinaca značajnih za čovječanstvo u cjelini do osobito istaknutih (fakultetski profesori, akademici, profesori emeritusi, redoviti članovi i emeritusi HATZ-a, dobitnici državnih nagrada za znanost, dekani velikih fakulteta, dugogodišnji urednici važnih časopisa). *Enciklopedija* će naposljetku obraditi ukupno približno 1500 osoba.

Izbor poduzeća također se nastoji ograničiti kako bi ih u *Enciklopediji* u konačnici bilo obrađeno 500 najvažnijih, pri čemu su odlučujuće njihova dugovječnost (tradicija), veličina u razdoblju najvećeg prosperiteta te važnost u razvoju tehnike.

Općenito uzevši, izbor tema koje se obrađuju usklađen je s drugim izdanjima Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža*, napose onim općeg tipa, kako bi se postigla kompatibilnost i mogućnost povezivanja s njima. Otud i svojstvena sveobuhvatnost *Hrvatske tehničke enciklopedije* u kojoj se, za razliku od arhivske *Tehničke enciklopedije,* pojedini sadržaji osim s akademsko-znanstvenog obrađuju i s kulturno-povijesnog, sociološkog i drugih gledišta. Primjerice, osim uspjeha hrvatskih znanstvenika obrađuju se i uspjesi industrije, inovacije, patenti, stari zanati, rukotvorstvo, od pretpovijesnog doba do današnjih dana. Ciljani krug korisnika *Hrvatske tehničke enciklopedije* proširen je sa stručnjaka i studenata pojedinih tehničkih disciplina na korisnike netehničke naobrazbe, kao i na osobe srednjoškolske naobrazbe.

Dobru ilustraciju raznolikosti tema i obrađenih fenomena u 1. svesku *Hrvatske tehničke enciklopedije* daje kronološki popis pojedinih važnih i zanimljivih trenutaka u povijesti hrvatske tehnike, koji je subjektivnim odabirom ekstrahiran iz sadržaja tog sveska, a prikazan je u tablici 2.

Tablica 2.: Lenta vremena odabranih najvažnijih događaja iz povijesti strojarstva, brodogradnje, pomorstva, prometa i zrakoplovstva u Hrvatskoj

130 000 godina pr. Kr. – alati krapinskog pračovjeka od cijepanog kamena, nalazište neandertalaca u špilji na Hušnjakovu brdu
IV. tisućljeće pr. Kr. – najstariji prikaz jedrenjaka na istočnojadranskoj obali u Grapčevoj špilji na Hvaru
3000 – 2400. pr. Kr. – protoindustrijska revolucija vučedolske kulture, početak serijske proizvodnje uporabnih metalnih predmeta
III. – IV. st. – metalurško središte Rimskog Carstva u *Sisciji,* radionice za proizvodnju oružja i kovnice novca
340. – razgranata mreža rimskih cesta na području Hrvatske, *Tabula Peutingeriana*
X. st. – flotu hrvatske mornarice čini 80 sagena i 100 kondura (*Condura croatica*)
1410. – prva dubrovačka ljevaonica na Pilama; Ivan Krstitelj Rabljanin bio je glavni majstor ljevaonice Dubrovačke Republike
1456. – Zagrebačka ljevaonica zvona djelovala je gotovo 500 godina. Ondje je Henrik Degen izlio 1843. zvono za zagrebačku katedralu, najveće u Hrvatskoj.
XVI. st. – najveći trgovački jedrenjak na svijetu, dubrovački karakun
1525. – prva poštanska linija na području Hrvatske
1615. – izum padobrana (*Homo volans*) Fausta Vrančića, objavljen u djelu *Machinae novae* (*Novi strojevi*)
1651. – prva manufaktura željezne robe u Hrvatskoj, ljevaonica i kovačnica Petra IV. Zrinskog u Čabru
1728. – Karolinska cesta između Karlovca, Kraljevice i Rijeke, prva povezala obalu s unutrašnjosti
1729. – brodogradilište u Kraljevici, najdugovječnije na istočnoj obali Jadrana (zatvoreno 2013.)
1789. – let balonom Krste Mazarovića nad Zagrebom, šest godina nakon leta balona braće Montgolfier
1804. – prvo djelo o riječnoj plovidbi na hrvatskom jeziku, *Lakši način putovanja velikih lađa i uz vodu i niz vodu*, autora M. A. Horvatovića
1833. – prvi parni stroj u Hrvatskoj u Tvornici papira Rijeka
1838. – prva parobrodska linija; prvi hrvatski riječni parobrod *Sloga* plovi Savom 1844., a morski parobrod *Hrvat* Jadranom 1872.
1844. – prvi zagrebački omnibus
1852. – 1859. Ivan Visin oplovio svijet brikom *Splendido*, šesti u svijetu
1856. – Pomorski arsenal u Puli, glavno brodogradilište i ratna luka austrougarske mornarice

1860. – željeznička pruga Pragersko – Čakovec – Kotoriba – Nagykanizsa
1866. – prvi suvremeni torpedo prema zamisli Ivana Lupisa i konstrukciji Roberta Whiteheada
1866. – Mornarička akademija u Rijeci, početak tehničkog obrazovanja na visokoškolskoj razini
1875. – najveći jedrenjaci na Sredozemlju − *Imperatrice Elisabetta* (Mali Lošinj) i *Dvanaesti dubrovački* (Gruž)
1884. – prvi konjski tramvaj u Osijeku
1886. – Peter Salcher pokusima dokazao teoriju udarnog vala Ernsta Macha
1892. – daktiloskopska identifikacija Ivana Vučetića
1896. – prvi zračni brod krute konstrukcije Davida Schwarza; do danas se to postignuće nezasluženo pripisuje F. von Zeppelinu
1904. – FBW Franje Brozinčevića utemeljena kao radionica za popravak automobila u Zürichu
1906. – mehanička olovka Slavoljuba Penkale, nazvana po svojem izumitelju (*penkala*)
1906. – u Zagrebu osnovan Prvi hrvatski automobilni klub
1910. – poletjeli zrakoplovi S. E. Penkale i I. Sarića, te prvi zagrebački zrakoplov braće Rusjan
1911./1912. – uspon austrougarskog mornaričkog i ratnog zrakoplovstva pod zapovijedanjem Viktora Klobučara i Emila Uzelca
1913. – Luka Rijeka među deset najvećih u Europi
1913. – Ivan Bjelovučić prvi preletio Alpe
1914. – bojni brod *Szent István* riječkog brodogradilišta Ganz-Danubius
1915. – prva funkcionalna lebdjelica u svijetu Dagoberta Müllera von Thomamühla izgrađena u Pomorskom arsenalu u Puli
1919. – Tehnička visoka škola u Zagrebu
1924. – prvi talijanski komercijalni zračni prijevoznik S.I.S.A. obitelji Kozulić
1927. – zrakoplov *Fizir F1* Rudolfa Fizira
1929. – koncepcija prstenaste orbitalne postaje Hermana Potočnika
1935. – udžbenik *Technische Thermodynamik* Frana Bošnjakovića
1937. – prvi alatni stroj proizveden u ovom dijelu Europe, tokarilica *TES-3* zagrebačke radionice braće Ševčik
1939. – lokomotiva *Sava* slavonskobrodske Tvornice vagona, strojeva i mostova
1948. – Brodarski institut
1950. – najveća plovna dizalica na Sredozemlju – *Veli Jože* splitskog Brodospasa

1959. – prvi trajekt na istočnoj obali Jadrana – *Bodulka*
1959. – prvi trgovački brod na nuklearni pogon u svijetu – *Savannah* projektanta Erazma Tićca
1961. – 1963. – motorni *aluminijski vlak* (serije *611*) zagrebačke Tvornice željezničkih vozila Gredelj
1962. – putnički brodovi *Anna Nery* i *Rosa da Fonseca* pulskog Uljanika i Brodosplita
1969. – 1972. – u svemirskom programu *Apollo* važnu su ulogu imali Milojko Vucelić, George Skurla i dr.
1970. – Gary Gabelich prvi je vozio brže od 1000 km/h Zemljinom površinom
1972. – ekranoplan *VVA-14* Roberta Ljudvigoviča Bartinija, izumitelja te vrste lebdjelica
1972. – 1975. – najveći brod u povijesti hrvatske brodogradnje, tanker *Kanchenjunga* pulskog Uljanika
1978. – 1980. – podmornicama *Sava* i *Drava* hrvatska se brodogradnja uvrstila među najrazvijenije u svijetu
1979. – svjetiljka *Maglite* Ante Maglice
1984. – fleksibilna transfer linija s numeričkim upravljanjem zagrebačke Prvomajske
1984. – tenk *T-84* slavonskobrodskog Đure Đakovića
1985. – samopodizna platforma *Labin* konzorcija hrvatskih brodogradilišta
1988. – 1989. – brodovi *Amorella* i *Isabella* za prijevoz putnika i vozila izgrađeni su u Brodosplitu
1992. – 2012. – roveri za istraživanje površine Marsa *Sojourner*, *Spirit*, *Opportunity* i *Curiosity* izrađeni pod vodstvom Jacoba Matijevica
1998. – replika gajete falkuše na svjetskoj izložbi Expo ‘98 u Lisabonu
1999. – pištolj *HS 2000* karlovačkog HS Produkta
2004. – tanker *Alan Veliki* splitskog Brodosplita, najveći na svijetu porinut u jednom komadu
2004. – istraživačka postaja tvornice Jedinstvo − Krapina na Antarktici
2005. − niskopodni tramvaj *2200* tvornice Končar Elektroindustrija i TŽV-a Gredelj
2012. − katamaran *Millennium Diamond* za izlete Temzom pulskog Tehnomonta
2016. − Luka Split treća je u Europi po putničkom prometu
2017. − putnički terminal Zračne luke *Franjo Tuđman*
2018. − robot *RONNA* za neurokirurške operacije nagrađen za najbolju svjetsku inovaciju u medicinskoj tehnici
2018. − električni automobil *C Two* Rimac automobila iz Svete Nedelje s najvećim ubrzanjem među cestovnim vozilima u svijetu

3.2. Mrežno izdanje *Hrvatske tehničke enciklopedije – Portal hrvatske tehničke baštine*

Osnovu mrežne pojavnosti projekta čini mrežno izdanje *Hrvatske tehničke enciklopedije*, koja zajedno s drugim digitalnim sadržajima vezanim uz tu temu čini *Portal hrvatske tehničke baštine*, slika 4. Kako bi projekt bio dostupan današnjim korisnicima, naviknutim na dohvat bilo koje informacije jednim klikom, od njegovih se početaka razvijala mrežna inačica zasnovana na slobodnom pristupu te zasadama otvorene znanosti i javnog znanja. Na mrežnim stranicama slobodnog pristupa članci se objavljuju odmah kako bivaju dovršeni. Tako javnost može pratiti razvoj projekta, pozvana na suradnju putem priloga, komentara, primjedaba. Svi su članci potpisani te je naznačen datum njihova objavljivanja, odnosno ažuriranja.

Koristeći se blagodatima novih tehnologija te uz obilatu uporabu metapodataka koji prate svaki članak, stvorena je semantička mreža koja omogućuje ekstenzivno unutarnje umrežavanje i povezivanje s vanjskim izvorima poput knjižnica, muzeja, digitalnih zbirki, arhiva videozapisa ili mrežnih stranica posvećenih temi koja se obrađuje u članku. Također, digitalizirano je svih 13 svezaka *Tehničke enciklopedije,* čiji se tiskani posljednji svesci mogu naći samo u knjižnicama i antikvarijatima, a predstavljaju sadržajnu dopunu građe koja se obrađuje. Planira se i digitalizacija drugih izdanja Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža*, poput *Tehničkog leksikona*, koji bi povezan s člancima *Hrvatske tehničke enciklopedije* pružio odličnu terminološku i višejezičnu nadopunu. Tako koncipirane mrežne stranice projekta nadišle su razinu mrežnih enciklopedija te je *Portal hrvatske tehničke baštine* postao dio znanstvene i stručne infrastrukture.

Snalaženje na *Portalu hrvatske tehničke baštine* moguće je pretraživanjem sadržaja (engl. *searching*) ili pregledavanjem sadržaja (engl. *browsing*). Pretraživanje se obavlja uz pomoć tražilice (za pretraživanje naslova članaka ili cijelog teksta) i napredne tražilice (za postavljanje složenih upita). Pregledavanje sadržaja (navigacija) omogućeno je prema područjima ili abecedno, prema naslovima članaka.

Područja (struke) hijerarhijski su uređena taksonomijska klasifikacija pojedinih dijelova tehnike, nalik stablu znanja, a organizirana su u tri razine (šira područja, područja, uža područja). Kako bi se osiguralo da se svaki obrađeni pojam može razvrstati u neku semantički povezanu skupinu srodnih pojmova, pri sastavljanju taksonomije rukovodilo se hrvatskim Pravilnikom o znanstvenim područjima, poljima i granama, povijesnim i tradicionalnim podjelama tehničkih djelatnosti te praktičnim potrebama enciklopedije. Pregledavanje sadržaja po područjima omogućeno je na posebnoj stranici portala.

Leksikografski zavod Miroslav Krleža

Portal hrvatske tehničke baštine

Traži...

Hrvatska tehnička enciklopedija

- O projektu
- Upute korisnicima
- Komentari i prijedlozi
- Impresum
- Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
- Akademija tehničkih znanosti hrvatske
- Područja
- Kategorije
- Abecedno kazalo
- Tehnička enciklopedija 1963–97.

Autor: V. Slapničar
Objavljeno: 5. travnja 2017
Ažurirano: 5. prosinca 2018

trajekt, brod za linijski prijevoz putnika, cestovnih i željezničkih vozila preko mora, rijeka ili jezera. Razlikuju se trajekt za prijevoz cestovnih vozila (osobnih automobila, kamiona, autobusa) i trajekt za prijevoz putničkih vlakova. Manji trajekti prevoze vozila na otvorenoj gornjoj palubi, a veći na zatvorenim palubama i međupalubama u unutrašnjosti trupa. Vozila ulaze u trajekt preko rampe, kroz posebna vrata u krmi, pramcu ili boku. Unutrašnjost broda osigurava udobnost i zadovoljavanje potreba putnika tijekom plovidbe. Trajekt se ubraja među ro-ro brodove (od engl. *roll-on/roll-off*: ukotrljati/iskotrljati), kod kojih se ukrcaj i iskrcaj tereta odvija na vozilima. (→ TERETNI BROD)



Ro-pax brod *Piana*, izgrađen za francusko poduzeće SNC Navale STEF-TFE u Brodosplitu, 2011.

Povijest u Hrvatskoj

Sadržaj

Povijest u Hrvatskoj
Gradnja trajekata u domaćim brodogradilištima
Trajekti za strane naručitelje
Trajektni promet u Hrvatskoj danas

trajekt

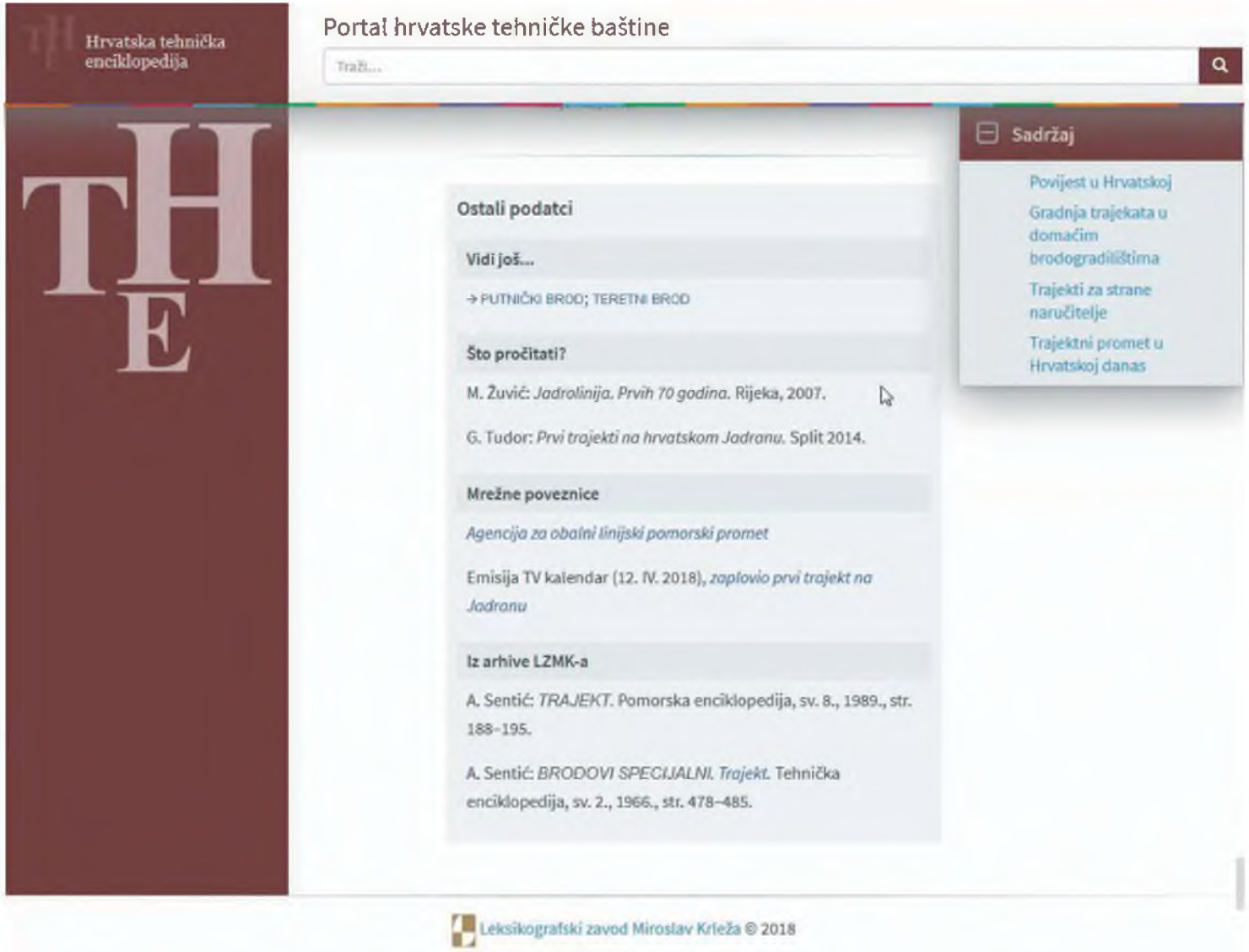


Luksuzni trajekt *Frans Suell*, izgrađen za švedskog brodovlasnika u Brodosplitu, 1992.

Brod za linijski prijevoz putnika, cestovnih i željezničkih vozila preko mora, rijeka ili jezera.

Kategorije i područja

Kategorija



Sl. 4.: Mrežne stranica *Portala hrvatske tehničke baštine*

Kategorije članaka. Prema sadržaju i načinu obrade, članci su podijeljeni u kategorije (opći tehnički pojmovi, osobe, ustanove, poduzeća, muzeji, udruženja, časopisi) i potkategorije (npr. za osobe su to izumitelji, znanstvenici, gospodarstvenici i dr.). Tako se omogućuje grupiranje članaka prema strukturi sadržaja i podatcima koji se donose, izdvajanje metapodataka, a time i napredno pretraživanje i postavljanje složenih upita.

Dopunski podatci. Na kraju članaka donosi se izbor drugih članaka iz *Enciklopedije* koje korisnik može pročitati kao dopunu tekstu (*Vidi još*), izbor iz preporučene literature s bibliografskim referencijama (Što pročitati), internetske poveznice na relevantne mrežne stranice (*Mrežne poveznice*), poveznice ili bibliografske referencije na članke iz drugih zavodskih izdanja (*Iz arhive LZMK-a*), te prijedlozi za obilazak pojedinih artefakata, muzejskih zbirki, spomenika kulturne baštine (Što posjetiti). U planovima za daljnji razvoj *Portala* predviđa se oblikovanje Virtualnog muzeja hrvatske tehničke baštine, koji će u jednom repozitoriju okupljati opise i poveznice svih artefakata iz rubrike Što posjetiti, te Virtualne knjižnice hrvatske tehničke baštine, koja će okupljati i omogućivati pretraživanje svih bibliografskih jedinica iz rubrike Što pročitati?

Infookviri. Uz svaki su članak predviđeni tablični prikazi najvažnijih informacija (infookviri). Njihova je struktura specifična za svaku od kategorija članaka, a sadrže naslov članka, nosivu ilustraciju, definiciju (kvalifikativ), označene (tagirane) opće podatke o subjektu, kategoriju članka, šire područje, područje i uže područje članka. Podatci iz infookvira ujedno su metapodatci, koji omogućuju unutarnje i vanjsko povezivanje, postizanje interoperabilnosti s drugim projektima, te postavljanje složenih upita u naprednoj tražilici. U prikazu na pametnim telefonima s ograničenom veličinom zaslona infookviri dolaze na početku članka te pružaju osnovne podatke koje korisnik u letimičnom pregledu može brzo dohvatiti.

Uz najširu uporabu suvremenih informacijskih tehnologija za povezivanje i pronalaženje podataka iz područja digitalne humanistike, time se ostvaruje jedan od ciljeva projekta kao platforme za razvoj enciklopedijske koncepcije u duhu nadolazećeg doba.

Zaključak

Radom je prikazano kako su povijest i sadašnje stanje tehnike u Hrvatskoj nedovoljno istraženi te nedostaju pregledna sintetska djela literature, što je utjecalo i na enciklopedijska djela. Načela strukovnih djela suvremene hrvatske

enciklopedistike koja je uspostavila *Pomorska enciklopedija,* zahvaljujući pripremljenoj građi za izradbu *Hrvatske enciklopedije* (1941. – 1945.) te dobroj istraženosti nacionalne sastavnice tog područja, *Tehnička enciklopedija* nije uspjela slijediti. Iako kapitalno djelo i jedina literatura u školovanju mnogih studenata tehničkih fakulteta, nedostaje joj obraćanje širem krugu korisnika te članci ili njihovi dijelovi koji bi obradili nacionalnu sastavnicu općih tehničkih pojmova iz povijesnog i kulturno-društvenog aspekta, značajne osobe, poduzeća, ustanove, udruge, časopise i sl. Uviđajući nedostatke takva pristupa, sastavljači *Tehničke enciklopedije* predvidjeli su obradbu tih tema u drugim temeljnim izdanjima Leksikografskog zavoda, napose *Enciklopediji Jugoslavije*, što se, međutim, nije ostvarilo ni u jednom od njezinih dvaju izdanja. Tehnika se počela sustavno obrađivati tek s pojavom novijih nacionalnih hrvatskih djela − *Hrvatskog biografskog leksikona*, *Hrvatskog leksikona i Hrvatske enciklopedije* − premda je i dalje ostala potreba za temeljitijom i sustavnijom obradbom hrvatske tehnike. Korak dalje prema ususta vljenju hrvatske tehničke baštine, stvaranju podloge za daljnja istraživanja, razvoj i utemeljenje povijesti tehnike u Hrvatskoj te promjenu društvene percepcije tog područja predstavlja *Hrvatska tehnička enciklopedija,* koja se nastavlja na *Tehničku enciklopediju,* obrađujući one segmente koji su joj najviše nedostajali. U želji da se ostvari djelo prilagođeno suvremenom dobu, uz tiskano izdanje *Hrvatske tehničke enciklopedije* u četirima svescima, usporedno dolazi i mrežno izdanje *Portal hrvatske tehničke baštine*, koje, okupljajući digitalizirane sadržaje i uvodeći nove mogućnosti, čini platformu za povezivanje i umrežavanje sadržaja tog područja.

Literatura

[1] *Hrvatska enciklopedija*, *mrežno izdanje*, Zagreb, LZMK, 2019. URL http://www.enciklopedija.hr/impresum.aspx (14. 4. 2019.)

[2] Paul Michel, Madeleine Herren: *Unvorgreifliche Gedanken zu einer Theorie des Enzyklopädischen−Enzyklopädien als Indikatoren für Veränderungen bei der Organisation und der Gesellschaftlichen Bedeutung von Wissen Allgemein wissen und Gesellschaft*, Akten des internationalen Kongresses über Wissentransfer und enzyklopäddische Ordnungssysteme, ur. Martin Rüesch, Prangins, 2003., str. 28.

[3] Olof Sundin, Jutta Haider: *The networked life of professional encyclopaedias: Quantification, tradition, and trustworthiness*, First Monday 18, br. 6 (6, 2013.), URL http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4383/3686 (14. 4. 2019.)

[4] Zdenko Jecić: Enciklopedijski koncept u mrežnom okruženju, *Studia Lexicographica* 7(2013)2, str. 99-115.

[5] Nenad Prelog, Domagoj Bebić: From Who and What to How and Why – The Future of Online Encyclopaedias, INFuture2011: Information Sciences and e-So-

ciety, ur.Clive Billenness, Zagreb: Department of Information Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Zagreb, 2011., str. 299-308.

[6] Ivan Smolčić, Jasmina Tolj, Zdenko Jecić: Epistemological Value of Contemporary Encyclopedic Projects. INFuture 2017: Integrating ICT in Society, ur. Iana Atanassova, Zagreb: Department of Information and Communication Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Zagreb, 2017., str. 141-149.

[7] Pavao Skalić: *Encyclopaediae seu orbis disciplinarum tam sacrarum quam profanarum epistemon*, Basel, 1559.

[8] Faust Vrančić: *Dictionarium quinque nobilissimarum Europae linguarum, Latinae, Italicae, Germanicae, Dalmati[c]ae et Ungaricae*, Venecija, 1595.

[9] *Hrvatska enciklopedija*, Zagreb: Hrvatski izdavalački bibliografski zavod, 1941.− 1945.

[10] Uredba o Leksikografskom zavodu FNRJ, Službeni list FNRJ, br. 529 (10, 1950.).

[11] Zakon o Leksikografskom zavodu Miroslav Krleža, Narodne novine, br. 96 (6, 2003.) i br. 190 (12, 2003.).

[12] Strategija Leksikografskoga zavoda *Miroslav Krleža* 2015. − 2020. URL http://www.lzmk.hr/images/Dokumenti/Strategija-LZMK-2015-20.pdf (14. 4. 2019.)

[13] *Pomorska enciklopedija*, 2. izdanje, Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod *Miroslav Krleža*, 1972. – 1989.

[14] *Tehnička enciklopedija*, Zagreb: LZMK, 1963. – 1997.

[15] Portal Znanja LZMK,URL http://enciklopedija.lzmk.hr (14. 4. 2019.)

[16] *Hrvatska enciklopedija*, *mrežno izdanje*, URL http://enciklopedija.hr (14. 4. 2019.)

[17] *Proleksis enciklopedija*, *mrežno izdanje*, URL http://proleksis.lzmk.hr (14. 4. 2019.)

[18] *The Encyclopaedia Britannica or Dictionary of Arts and Sciences*, Edinburgh: A. Bell, C. Macfarquhar, 1771.

[19] *Encyclopædia Britannica*, Encyclopædia Britannica, Inc., URL https://www.britannica.com (14. 4. 2019.)

[20] *Conversations-Lexikon mit vorzüglicher Rücksichtauf die gegenwärtigen Zeiten*, Leipizg: FA Brockhaus, 1808.

[21] *Brockhaus Enzyklopädie*, 21. izdanje, Mannheim: Bibliographischen Institut & FA Brockhaus, 2005.

[22] *Wikipedia: The Free Encyclopedia*, Wikimedia Foundation Inc. URL http://www.wikipedia.org (14. 4. 2019.)

[23] Nataša Jermen, Cvijeta Kraus, Irina Starčević Stančić: *Lexicography and Encyclopaedistics in the Digital Environment*, INFuture 2015: e-Institutions- Openness, Accessibility and Preservation , ur. Karen Anderson. Zagreb: Department of Information and Communication Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Zagreb, 2015, str. 65-75.

[24] *Hrvatska tehnička enciklopedija*, sv. I. Zagreb: LZMK, 2018.

[25] *Hrvatska tehnička enciklopedija – Portal hrvatske tehničke baštine*, Zagreb: LZMK, 2018., URL http://tehnika.lzmk.hr/ (20. 3. 2019.)

Croatian Encyclopaedia of Technology – Portal of the Croatian Technology Heritage

Zdenko Jecić

Abstract: Research on the Croatian technology heritage has been poorly developed so far and focused mainly on the biographies of the Croatian-born inventors and scientists (eg. Nikola Tesla, Roger Joseph Boscovich), resulting in inadequate representation of technology in educational system and public perception. Given the circumstances, in 2014 the Miroslav Krleža Institute of Lexicography initiated the project of the online *Croatian Encyclopaedia of Technology,* which is carried out in collaboration with all relevant institutions and experts in the field. This paper reports on objectives and methodology of the project. By describing historical development as well as the current state of technology in Croatia, the main role of this open access *Encyclopaedia* is to comprehensively summarize all that is known about the field. Besides its contribution to understanding the role of technology in social and cultural context, it will serve as a platform for knowledge networking and sharing, thus facilitating the research of the Croatian history of technology, and creating the *Portal of the Croatian Technology Heritage*. Furthermore, this paper will discuss the innovative role of *Encyclopaedia.* Due to the importance of the technological artefacts in research and education, the traditional textual encyclopedic content will be upgraded with available digital data about the artefacts accessible in public spaces, thus creating a virtual museum of technology.

Keywords: history of technology, Croatian Encyclopedia of Technology, Hrvatska tehnička enciklopedija, online encyclopaedia, Portal of the Croatian Technology Heritage, science networking



Marijan Ožanić

Povijest industrije – što je to, zašto nam treba i kako je proučavati

Sažetak: U tekstu se ističe potreba da se povijest industrije, danas prilično zanemarena, proučava i razvija kao posebna grana povijesti na sličan način kao i povijest umjetnosti, politička povijest, povijest znanosti i svi ostali oblici povijesti nekog društva. Objašnjava se važnost povijesti industrije kao posebne znanstvene discipline, kako bi je trebalo multidisciplinarno proučavati i kakva je uloga povijesti industrije u obrazovanju novih generacija. Prikazuju se i analiziraju primjeri nekoliko suvremenih tekstova s temom iz povijesti i kroz to sugerira način kako bi se povijest industrije trebala proučavati i pisati. Na kraju se ističe važnost zapisivanja sjećanja ljudi koji su sudjelovali u razvoju industrije.

Ključne riječi: industrijska arheologija, Mirko Kuljiš, povijest industrije, povijest znanosti, velika poduzeća, sudionici povijesti, tiristorska lokomotiva

Uvod

Krajem prosinca 2016. u Muzeju grada Zagreba otvorena je izložba Vrijeme giganata: planska industrijalizacija i naslijeđe 1947. − 1952. Autor izložbe bio je povjesničar Goran Arčabić. Vremenski je usmjerena na vrijeme provedbe Petogodišnjeg plana razvitka narodne privrede u Jugoslaviji (1947. − 1951.),[1]

[1]Petogodišnji plan – petoljetka – Prvi petogodišnji plan razvitka narodne privrede u Jugoslaviji (1947. − 1951.), donesen je 27. travnja 1947. u Narodnoj skupštini u Beogradu. To je Zakon o Petogodišnjem planu razvitka narodne privrede FNRJ u razdoblju 1947. – 1951., s određenim ciljevima proizvodnje (ubrzana industrijalizacija i centralna akumulacija). Idejni tvorac Plana bio je Andrija Hebrang. Od 1945. do 1952. u cijeloj Jugoslaviji (pa onda i u Hrvatskoj), uvedeno je centralizirano plansko gospodarstvo po uzoru na SSSR.

iako se prema slikama i dokumentima vidi da su se tvornice (*Končar*) počele projektirati i graditi već u rujnu 1945., znači prije donošenja Petogodišnjeg plana. Izgradnja državnih poduzeća (giganata) teške industrije i elektroindustrije tad je činila ideološku bazu gospodarskog i društvenog razvoja. Tema je, barem za nas iz industrije, vrlo zanimljiva, jer je obradila četiri velike tvornice – *Končar*, Prvomajsku, TPK − Tvornicu parnih kotlova i Jedinstvo, i našao sam zanimljivih fotografija i podataka. Nažalost, sve je bilo stisnuto na malom prostoru iako svaka od tih tvornica ima vrlo zanimljivu povijest i sve bi zaslužilo puno veću izložbu te ozbiljniju analizu i obradu.



Slika 1.: Plakat s izložbe Vrijeme giganata: planska industrijalizacija i nasljeđe 1947. − 1952. (izvor slike: http://mgz.hr/hr/naslovnica/)

Tekst koji je pratio izložbu bio je dosta površan. Sve se svodilo na to da je na temelju Petogodišnjeg plana i ostalih takvih planova i partijskih dokumenata donesena odluka da se grade tvornice. Težište izložbe stavilo se na izgradnju građevinskih objekata, a mi koji smo iz industrije znamo da je snaga i vrijednost tvornica u znanju ljudi, tehnološkim procesima i kvaliteti proizvoda. Zgrade su samo važan i nužan okvir u kojem se odvija proizvodnja.

Nakon obilaska izložbe zaključio sam da nemamo stručnjake za povijest industrije. Uvijek me veseli kad vidim neku izložbu, knjigu ili prilog o povijesti industrije, ali svaki put imam osjećaj da to sve nije ono pravo i da bi teme iz povijesti industrije trebalo ozbiljnije, dublje i puno kompleksnije obrađivati. Ako se nešto i napiše ili napravi neka izložba o temama iz industrijske povijesti, to je u pravilu dosta površno. Prikupe se neke stare fotografije, stari članci iz novina, te poneki dokumenti, ali to sve nije dovoljno za ozbiljan stručni prikaz nekog industrijskog razdoblja.

I ponovno mi se otvara pitanje što je industrijska povijest, je li ona drukčija od povijesti koja se standardno proučava na fakultetima, kako obrađivati teme iz industrijske povijesti i kakvo je obrazovanje potrebno za istraživače te povijesti.

Povijest industrije − što je to?

Povijest industrije ima važnu ulogu u jednom narodu, kao i povijest umjetnosti, politička povijest, povijest znanosti i svi ostali oblici povijesti nekog društva. Nažalost, industrijskom poviješću kod nas se rijetko tko bavi, a niti se ne proučava i ne predaje na sveučilištima. Povijest industrije ima nekih dodirnih točaka s poviješću znanosti, s poviješću tehnike, s industrijskom arheologijom, a spadala bi u gospodarsku povijest. Ali, sve te znanstvene discipline nisu industrijska povijest. Povijest industrije nisam našao nigdje u sveučilišnim programima, ni kao dio nekog većeg predmeta. A još manje se može naći predmet ili kolegij Povijest hrvatske industrije. (Nisam proučio nastavne planove na svim fakultetima, možda se negdje i nešto nađe, ali stvarno sumnjam.) Bilo bi logično da takav predmet bude na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, ali ga ni tamo nisam našao, iako bi budući inženjeri strojarstva mogli mnogo korisnog naučiti iz primjera (pozitivnih i negativnih) razvoja naših velikih poduzeća, organizacije poduzeća i organizacije razvoja proizvoda. Isto vrijedi i za ETF / FER.

Zanimljivo je da sam predmet Povijest znanosti i tehnologije pronašao na Hrvatskom katoličkom sveučilištu.[2] U Razredu za matematičke, fizičke i kemijske znanosti HAZU postoji Zavod za povijest i filozofiju znanosti, koji vodi

[2] http://unicath.hr/izvedbeni-planovi-17-18/detaljni-izvedbeni-plan/2017-2018-obvezni/povijest-znanosti-i-tehnologije-2/

akademik Žarko Dadić.[3] On se niz godina bavio istraživanjima povijesti znanosti i prirodne filozofije u Hrvata. U svojim knjigama obrađuje povijest svih znanstvenih područja u međusobnoj povezanosti pa se tako uz prirodnu filozofiju u njoj obrađuju matematika, fizika, astronomija, kemija, medicina te donekle filozofija. Na tako multidisciplinaran način trebalo bi proučavati i industrijsku povijest.

Zanimljivo je da se pedesetih godina prošlog stoljeća počeo upotrebljavati pojam industrijske arheologije,[4] koja je ubrzo prihvaćena kao posebna znanstvena disciplina. Prema jednoj od ranijih definicija, industrijska arheologija bavi se istraživanjem, opisivanjem i interpretacijom, a gdje je to moguće i očuvanjem materijalne kulture industrijskog društva u prošlosti.[5]

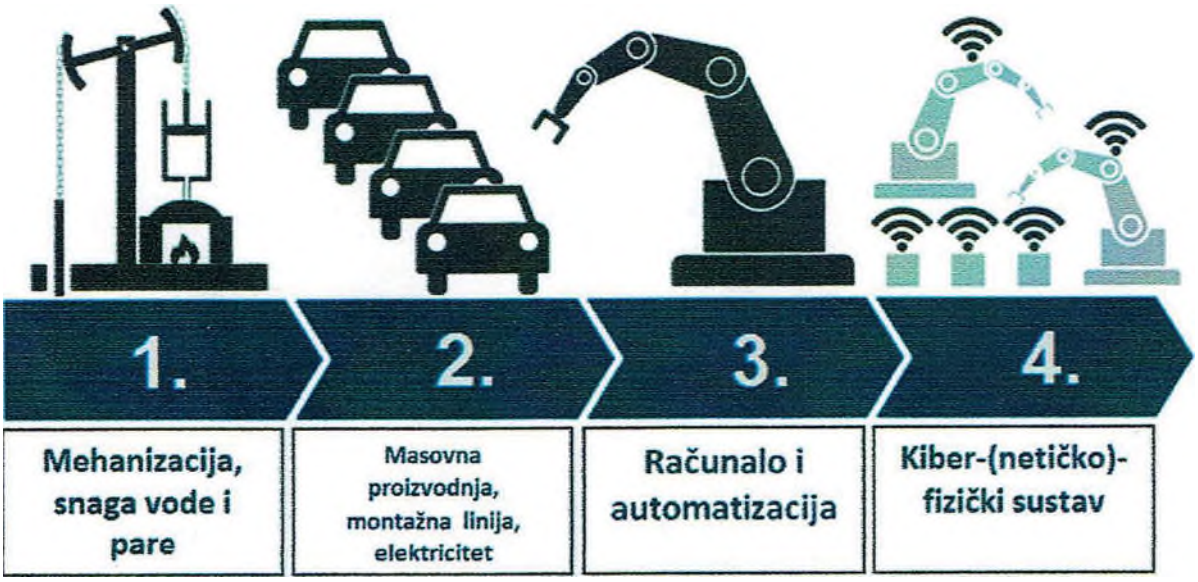
I industrijska arheologija povezana je s poviješću industrije, ali ni to nije isto. Povijest industrije treba biti dinamična znanstvena disciplina koja će pratiti sve razvojne faze industrije koja se neprestano razvija i mijenja. Gojko Nikolić u članku Je li industrija 5.0 odgovor na industriju 4.0 ili njen nastavak? opisuje faze razvoja industrije*:*

> "Godina početka prve industrijske revolucije je izgradnja prvog tkalačkog stroja pokretanog parom 1784. godine. U 19. stoljeću električna energija je zamijenila energiju pare, čime je započela druga industrijska revolucija. Kao pokretač te revolucije bila je izgradnja prve mehanizirane klaonice u Cincinatiju 1870. godine. Treću industrijsku revoluciju obilježava uporaba elektroničkih i informacijsko-komunkacijskih sustava, te temeljem njih široke primjene automatizacije u proizvodnim procesima. Kao godina njenog početka uzima se 1969. (ili 1970.) kada je izumljen PLC (engl. *programmable logic controller*, programibilni logički upravljački uređaj). Početkom 21. stoljeća na Hannover Messe 2011. najavljena je nova 4. industrijska revolucija, češće poznata pod nazivom 'Industrija 4.0', promovirana kao termin koji predstavlja novu njemačku strategiju razvoja industrije. Prikazana je kao sredstvo povećanja konkurentnosti njemačke proizvodne industrije kroz sve veću integraciju 'kibernetičko-fizikalnih sustava' (engl. *cyber-physical system*, CPS) u tvorničke procese."

[3] Žarko Dadić (Split,1930.), akademik, doktor znanosti, sveučilišni profesor, hrvatski matematičar i povjesničar znanosti, najistaknutiji i najplodniji hrvatski istraživač povijesti matematike, fizike i astronomije. Doktorirao 1962. na Primijenjenoj matematici na Sveučilištu u Zagrebu. Redoviti član HAZU − Razred za matematičke, fizičke i kemijske znanosti (od 1992.). U HAZU voditelj Zavoda za povijest i filozofiju znanosti u Zagrebu (od 2008.). Autor brojnih knjiga, npr. *Egzaktne znanosti hrvatskog srednjovjekovlja*, *Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata*, *Znanost i filozofija u Hrvatskoj (1900. –1960.)*, *Povijest ideja i metoda u matematici i fizici.*

[4] O tome piše Marijana Marinović u članku Industrijska baština u nastavi povijesti.

[5] John Butt, Ian Donnachie: *Industrial Archaeology in the British Isles*, London 1979.



Slika 2.: Četiri faze razvoja industrije (industrijske revolucije) prema profesoru Christophu Roseru s Visoke škole u Karlsruheu. (izvor slike: članak Igora Čatića Je li industrija 4.0 doista četvrta industrijska revolucija?)

Već 2015., samo četiri godine od proklamiranja industrije 4.0 kao koncepta suvremenog industrijskog sustava nužnog za implementiranje u gospodarstvo, pojavljuje se novi pojam industrija 5.0. S vremenom se ustalio stav da je industrija 5.0 novi oblik suradnje čovjeka i robota kako bi se iskoristile mogućnosti i strojeva i ljudi. Stvara se nova industrija, koja se po načinu rada i oblicima konačnog proizvoda uvelike razlikuje od klasične industrije. Nažalost, u hrvatskoj javnosti još uvijek je slika industrije vezana uz Željezaru Sisak i njezine velike dimnjake.

Naravno, povijest industrije treba se baviti svim razvojnim fazama, od one prve do današnje pete faze, ali težište istraživanja trebalo bi staviti na ona razdoblja koja se polako gube u magli prošlosti i za koja je sve teže naći ljude, sudionike povijesti koji o tome mogu govoriti *iz prve ruke*“. A ubrzo ih više neće ni biti.

Kako proučavati povijest industrije

Povijest industrije ne bi trebala proučavati samo industrijske građevine, industrijsku opremu i industrijske proizvode nego bi težište trebala staviti na procese stvaranja, rasta, razvoja, a često i propasti industrija. To su vrlo složeni i uzbudljivi procesi koji objedinjuju povijesne podatke o događajima i osobama, znanstvene spoznaje o razvoju tehnike i organizacije primijenjene u industriji, o razvoju proizvoda, o organizaciji istraživačkog rada u poduzećima, podatke o

načinu upravljanja, o utjecaju politike i društvenih pojava te o važnim osobama iz industrije od menadžera do vrhunskih stručnjaka.

I povijest umjetnosti nisu samo slike, skulpture i ostala umjetnička djela, nego govori i o ljudima koji su to stvarali, o njihovu životu, kako su živjeli, od koga su učili, s kim su se družili, u kakvom su društvu živjeli, kako su utjecali na društvo, koje su slikarske tehnike koristili, kako su radili boje i kako su se sami mijenjali i mijenjali svoj umjetnički izričaj.

Povijest industrije zaslužuje da se njom bavimo isto tako ozbiljno i stručno kao što se povjesničari umjetnosti bave umjetnošću. Povijest nekog industrijskog poduzeća trebao bi biti prikaz složenog niza isprepletenih, međuovisnih procesa koji se odvijaju u poduzeću, društvu, znanosti, gospodarstvu i politici. Industrijska baština nisu samo zgrade, nego više od svega postignuće ljudi koji su u tim tvornicama radili, proizvodi koje su proizvodili, inovacije i patenti koje su stvarali, tržišta koja su osvajali, znanje i iskustvo koje su stekli i priče o tome kako se i zašto sve to događalo. Proučavanjem povijesti industrije uočit ćemo određene trendove razvoja, zakonitosti povijesnih zbivanja i steći znanstvene i stručne podloge za donošenje odluka u budućnosti.

Povijest industrije ne smije se baviti samo opisom i navođenjem određenih događaja, istraživanjem što se i kad dogodilo, kako su izgledale građevine u kojima su poduzeća radila, nego se mora baviti i objašnjavanjem uzroka i učinaka događaja u industriji u širem društvenom i povijesnom kontekstu, treba odgovarati na pitanja kako i zašto se nešto dogodilo, kako su se procesi stvaranja proizvoda odvijali, kakvi su bili proizvodi, jesu li bili konkurentni, inovativni, jesu li imali patente, kako se stjecalo znanje, koji su bili problemi u razvoju i poslovanju, kako su se borili na tržištu, kakve su neuspjehe doživljavali, kako se poduzećima rukovodilo, kakvi su bili odnosi u poduzećima. To su sve pitanja kojima bi se povijest industrije trebala baviti i za to su potrebni stručni, multidisciplinarni timovi i multidisciplinarno obrazovani stručnjaci. Takvo se obrazovanje danas kod nas ne može steći i zato je potrebno osnovati novi studij koji će obrazovati stručnjake za tu novu znanstvenu disciplinu.

Kritički osvrt na neke radove

Da bi se na kompleksan i multidisciplinaran način moglo obrađivati povijest industrije, istraživači bi trebali imati posebno obrazovanje koje bi uključivalo i znanja iz područja inženjerstva, povijesti društva, povijesti znanosti, sociologije, tehnologije, ekonomije, čak iz filozofije. Naši istraživači povijesti industrije nemaju takvo obrazovanje i nisu ga mogli nigdje steći. Zato, tu povijest gledaju samo iz jednog stručnog “kuta”, koriste mnogo raspoloživih dokumenata, ali ne razumiju njihov odnos i ne razumiju, npr., kako su se neke

odredbe zakona realizirale u praksi. Često se oslanjaju na zapise u novinama, ali ti su zapisi u pravilu površni i ne daju pravu sliku procesa koji se odvijaju u poduzećima. Budući da istraživači industrijske povijesti u većini slučajeva nisu nikad radili u poduzećima, mnoga im zbivanja u poduzećima ostaju nepoznata. A ljudi u poduzećima bave se proizvodnjom i borbom na tržištu i nemaju sklonosti zapisivanja događaja i misle "da to nije njihov posao".

Zato, uvijek nakon čitanja nekog rada iz područja industrijske povijesti zaključujem da je to napisano previše površno i da nisu autori bili u stanju "zagrepsti" ispod površine. Ipak, svaki put me veseli kad vidim da se nešto napiše jer nađem neki novi i zanimljiv podatak, a svaki zapis jedan je segment velike slike koja se radi malo-pomalo.

Često se tematikom povijesti industrije bave sociolozi i imao sam priliku nekoliko puta 2018. godine komentirati neke njihove radove. Zainteresirano sam pročitao izvorni znanstveni rad koji je napisao jedan mladi sociolog iz Instituta za društvena istraživanja, pod nazivom Hrvatska ekonomija između europske periferije i poluperiferije: nalazi iz povijesti hrvatskih visokotehnoloških poduzeća. Neki su me kolege zamolili da dam svoj komentar pa sam napisao sljedeće primjedbe:

> "1. Pozdravljam svako istraživanje koje se bavi poviješću industrije, ali ističem da to trebaju raditi ljudi koji poznaju industriju, a ne povremeni 'vikend turisti' kojima je to povremeni 'foto-safari' u nepoznato i egzotično područje.
>
> 2. Budući da ima malo radova iz područja povijesti industrije, možemo pozdraviti i ovakve dosta površne i plošne radove koji ipak nose neke korisne informacije. Prikupljeno je mnogo zanimljivih podataka, pogotovo o načinu nastanka pojedinih naših velikih poduzeća, početkom 20. stoljeća, prije 1945. godine.
>
> 3. Ovaj rad otvara pitanje kako se baviti poviješću industrije, kakva su znanja potrebna, kakvu metodologiju koristiti i kakav se rezultat mora očekivati.
>
> 4. U knjizi je navedeno da je istraživanje nastanka i razvoja hrvatskih visokotehnoloških poduzeća provedeno kroz analizu službenih monografija poduzeća i internetskih stranica, arhivske građe, što je primjer površnosti u skupljanju građe. Naime, sve monografije služe da slave one o kojima pišu i u njima vrijede samo datumi i navođenje događaja, bez komentara. Ključna zbivanja u poduzećima, razni problemi i krize u monografijama se ne spominju.

5. Nije definiran pojam visokotehnoloških poduzeća. Autoru ti pojmovi nisu jasni. Po čemu je Željezara Sisak visokotehnološko poduzeće? Zar zato što ima visoke dimnjake?

6. U tekstu se kaže '… naglasak pri istraživanju stanja hrvatske ekonomije potrebno staviti na historijsku kontingenciju i geopolitički položaj Hrvatske.' Međutim, to je samo jedan od utjecaja i značajnih čimbenika i ništa drugo. Autor vjerojatno misli da su geopolitička događanja uzrok da menadžeri donose dobre ili loše odluke.

7. Autor provodi površna kabinetska istraživanja na temelju podataka koje pokupi iz razne literature, a ne ulazi u same procese i mehanizme koji te procese pokreću, jer ih ne razumije.

8. Autor koristi '20 polu-strukturiranih intervjua s akterima hrvatskog istraživačko-razvojnog sektora'. Zašto nije navedeno tko su intervjuirani i po kojim kriterijima su izabrani da bismo mogli ocijeniti vrijednost njegovih zaključaka koje je donio na temelju intervjua? Sumnjam u kvalitetu intervjua, jer autor nema znanja ocijeniti što intervjuirani pričaju i sve što pričaju uzima 'zdravo za gotovo' bez kritične ocjene, jer nema znanja kojima bi to ocijenio.

9. Autor ne razumije procese koji su se odvijali u okviru tzv. 'ubrzane privatizacije' u cijeloj postkomunističkoj Europi i sve svodi na razinu novinarskih članaka u medijima.

10. Instituti koje autor spominje su u državnim poduzećima i njihov je inovativni rezultat minimalan ili ga nema. A uopće ne spominje poduzetništvo temeljeno na znanju, jer o tome vjerojatno ne zna ništa.

11. Autor nema pravu sliku o kvaliteti nastupa na inozemnim tržištima nekadašnjih naših poduzeća i ne razumije taj izvoz. Autor ne zna da je izvoz *Končara* u nesvrstane zemlje stvarao oko 90 % gubitaka *Končara* koji su na kraju i srušili *Končar*.

12. Kada autor često koristi kao pozitivan primjer Nokiju, mogao bi koristi (!) i Nokiju kao primjer propasti velikog poduzeća. Treba malo bolje razumjeti ekonomiju znanja u Finskoj koja je zbog loše obrazovne reforme počela gubiti inženjere pa su finska poduzeća i Nokija bila sve manje konkurentna.

13. Autor o poduzetništvu ne zna ništa i nema saznanja o mnogobrojnim našim novim visokotehnološkim poduzećima koja stvaraju našu 'Novu industriju'."

U rujnu 2018. dobio sam na poklon knjigu *Zagrebačka industrija 1935. – 1939. u kontekstu međuratnog gospodarskog razvoja* u izdanju Instituta Ivo Pilar. Kolegi koji mi je poklonio knjigu sam napisao:

"… U knjizi sam našao mnogo zanimljivih podataka koji će mi koristiti u mojem proučavanju naše industrijske povijesti. … Žao mi je da autorica među primjere poduzeća u elektrotehničkoj industriji nije uvrstila *Siemens* iz kojeg je 1945. godine nastao *Končar*. Bilo bi korisno i veoma važno da u nekoj sljedećoj fazi istraživanja autorica uđe još dublje u materiju, jer je razdoblje od 1935. do 1939. veoma važno iz nekoliko razloga:

− Godine 1939. godine započinje 'zlatno razdoblje' hrvatske elektrotehnike koje traje do 1957. godine. U to vrijeme je naša elektrotehnika bila na svjetskoj razini i profesori na Elektrotehničkom fakultetu (ETF), ujedno ugledni končarevci imali su veliki ugled u cijelom svijetu.

− To vrijeme su obilježili veliki profesori Anton Dolenc, Tomo Bosanac, Vojislav Bego. Oni su poslije stvorili temelje *Končara*.

− To vrijeme karakterizira snažan razvoj Tehničkog fakulteta i Odjela za elektro-tehniku, što je bio preduvjet za razvoj elektrotehničke industrije.

− U tom razdoblju u Siemensu (u Zagrebu) kreirane su vrhunski novi proizvodi, inovacije koje su bile prve u svijetu (prvi motor u svijetu s lakiranom žicom − inovacija Antona Dolenca koji je bio direktor Siemensa u Zagrebu, poslije profesor na ETF-u; tropolni generator za zavarivanje i samouzbudni sinkroni generator.

Bilo bi zanimljivo analizirati kako je moguće da je u razdoblju 1939. do 1960,. znači za vrijeme rata i za vrijeme najgoreg razdoblja komunizma došlo do prave eksplozije inovativnosti, kreativnosti i vrhunske znanosti. Bilo bi veoma važno da autorica nastavi istraživati razvoj hrvatske industrije. To je područje koje zaslužuje da mu se posvetiti cijeli znanstveni i radni vijek."

Nakon toga sam autorici, među ostalim, napisao u nekoliko e-poruka:

"Kroz literaturu koju ste koristili u knjizi niste mogli dobiti cjeloviti uvid u veoma kompleksnu sliku Končar-a. … Htio bih još istaknuti da povijest industrije nije dovoljno proučavati samo na faktografskoj razini kroz to 'što se i kada se dogodilo'. Potrebno je razumjeti i prikazati turbulentne, kreativne i razvojne procese koji stvaraju ili razaraju

industriju i društvenu, političku i ekonomsku okolinu koja na te procese djeluje."

Ne znam kako je autorica prihvatila, odnosno razumjela moje dobronamjerne primjedbe.

Još jedan primjer kako se površno obrađuju teme iz povijesti industrije našao sam u članku Vladimira Filipovića Iz socijalizma u nacionalizam: Kombinat Borovo u političkim promjenama 1990.

Veliki kombinat Borovo od kraja 1980-ih do početka 1990-ih prolazio je vrlo turbulentno razdoblje u kakvom su se našla i naša druga velika poduzeća, kako i sva velika poduzeća u postkomunističkim zemljama. Nevjerojatno složeni problemi koji su uništavali Borovo imali su mnogo razina i segmenata: od poslovnih, ekonomskih, financijskih, tehnoloških, organizacijskih, razvojnih, političkih, tržišnih, globalističkih, tranzicijskih, psiholoških, socijalnih, radničkih, menadžerskih, društvenih, nacionalnih i političkih. Međutim, autor teksta je povjesničar i politolog i temu je obradio samo s politološkog kuta gledanja, što znači sa stanovišta povijesti industrije uglavnom vrlo površno i jednostrano. Našao sam dosta zanimljivih podataka, ali to je sve premalo za ozbiljno istraživanje tako kompleksne teme.

Takvo proučavanje povijesti industrije izgleda mi kao ponašanje nekih turista na Gornjem gradu u Zagrebu. Snimaju fasade kuća, ali ne zanima ih kako ljudi žive iza tih zidova. Poslije se hvale tim fotografijama, a da uopće nisu shvatili gdje su bili i što su vidjeli.

Zapisi sudionika povijesti

Vrijeme ide, mnogo se podataka zaboravlja, mnogo je dokumenata izgubljeno, pogotovo u turbulentnim vremenima početkom 1990-ih. U poduzećima se teško nađu i fotografije koje opisuju njihov razvoj. Današnji znanstvenici s fakulteta (za razliku od nekadašnjih), nemaju sklonosti ulaziti u poduzeća, jer im je to "strani svijet" koji ne razumiju i koji izbjegavaju. Puno je jednostavnije sjediti pred računalom, *surfati* po internetu i slati anketna pitanja internetom.

Zato je jako važno da mi, ljudi iz industrije koji smo bili sudionici važnih povijesnih događaja i procesa iz razvoja industrije i razvoja proizvoda zapišemo svoja sjećanja, jer ono što se ne zapiše nestane u zaboravu. Ako mi nešto o tome ne napišemo, onda će o povijesti naše industrije pisati novinari, sociolozi, filozofi ili politolozi na temelju anketa i novinarskih napisa. A još je vjerojatnije da pisati neće nitko.

Klasična izreka *Verba volant, scripta manent* (Riječi odlaze, ostaje zapisano), podsjeća nas da će ono što zapišemo ostati, a sve ostalo će nestati u magli

zaborava. To je jedan od razloga da se, danas u mirovini, bavim temama iz povijesti industrije. Naravno, bavim se samo jednim dosta uskim područjem vezanim uz razvoj elektroindustrije kroz razvoj *Končara*, jer druga područja ne poznajem dovoljno. Nisam kompetentan baviti se, npr., razvojem Plive i Sumameda ili razvojem industrije alatnih strojeva kroz razvoj Prvomajske. Pišem o onom što, više ili manje, poznajem. I pritom mi pomažu kolege koje poznajem.

Mene je uvijek zanimalo kako je *Končar* odmah poslije rata mogao napraviti generatore za hidroelektranu Mariborski otok. Budući da znam što znači napraviti generator, koliko znanja, iskustva i truda je za to potrebno, pitao sam se odakle tadašnjim končarevcima, inženjerima, radnicima i rukovoditeljima znanje za takav složeni posao, jer takve generatore nitko od njih nije prije toga radio. Slična pitanja sam si postavljao gledajući velike, grandiozne industrijske hale *Končara* na zagrebačkoj Trešnjevci, gdje sam radio dvadeset godina.

Velik dio odgovora na ta pitanja dobio sam u razgovoru s inženjerima velikanima, velikim sveučilišnim profesorima, akademicima i končarevcima Tomom Bosancem, Vojislavom Begom, Zlatkom Plenkovićem, Zvonimirom Sirotićem, Borisom Belinom, Tomislavom Kelemenom i Zvonkom Benčićem. (Sve sam te tekstove objavio na svojem portalu.) Kad se te informacije povežu s člancima arhitekata koji su gradili te industrijske zgrade, može se malo-pomalo dobivati cjelovitija slika povijesti početne faze razvoja *Končara*. U to treba uključiti i proučavanje povijesti tadašnjeg društva da se shvati društvena i politička okolina u kojoj su se poduzeća gradila.

Sjećam se da sam tijekom rada u *Končaru*, tvornici generatora i srednjih električnih strojeva, prije 1990-ih, razgovarao s mnogim uglednim končarevcima, inženjerima, majstorima i radnicima koji su bili sudionici onih pionirskih dana izgradnje poduzeća. Čuo sam mnogo izvanredno zanimljivih priča, šaljivih anegdota, opisa događaja, konstrukcija, proizvoda, problema i života u to vrijeme. Gospodin Slavo Vengar, legendarni majstor, pričao mi je kako su radili magnetske leće za CERN u Švicarskoj i najsloženije namote generatora, a inženjer Brgan mi je pričao o montažama generatora po cijelom svijetu, o transportu generatora po afričkim džunglama bez cesta i mostova. Nažalost, tad to nisam zapisao, te priče su se polako zaboravljale, ljudi su otišli, više ih nema, a s njima su otišla sjećanja na ta vremena.

Dok sam bio urednik tvorničkog lista *Končarevac* počeo sam pisati o velikanima koji su gradili *Končar*. Ti su tekstovi bili iznimno dobro primljeni od končarevaca i ostalih čitatelja. Nakon četiri broja smijenili su me jer Upravu te teme nisu zanimale. Htjeli su da pišem hvalospjeve o njihovu liku i djelu, a ja to nisam htio i razišli smo se.

Danas kroz svoju *web*-stranicu pokušavam spasiti od zaborava te dijelove industrijske povijesti u koju su mnogi od nas bili uključeni.

Za koga pišemo o povijesti industrije, kojim čitateljima? Hoće li to nekoga zanimati?

Kad pišemo svoja sjećanja o razvoju industrije i kad se bavimo proučavanjem povijesti industrije često se postavlja pitanje koga ta tema zanima i je li to istraživanje zanimljivo samo bivšim zaposlenicima poduzeća o kojem pišemo. Jesu li to samo sentimentalna sjećanja na našu mladost, subjektivne priče koje neće nikoga osim nas zanimati? Zato sam u Uvodu povijesti razvoja Končareve tiristorske lokomotive napisao:

> "Ovu priču pišemo za one koje zanima povijest industrije, za končarevce i nekončarevce i za one koji će možda jednom raditi na velikim projektima. Znam da mnoge ne zanima industrijska povijest, mnoge ne zanima nikakva povijest. Za njih sigurno ne pišemo. Kad netko kaže da to može biti zanimljivo samo za končarevce, to mi izgleda kao da kaže da bitka kod Sigeta može zanimati samo potomke Nikole Šubića Zrinskog i Gašpara Alapića. Znam da to nije tako i znam da ta tema može zanimati krug ljudi širi od samih končarevaca. Koliko takvih ljudi ima ne znam, ali znam da ih ima."

Može li tekst o industrijskoj povijesti biti zanimljiv mladima? Što bi mladi inženjeri mogli naučiti iz starih velikih projekata?

Pišući o povijesti razvoja tiristorske lokmotive u Uvodu sam, uz ostalo, napisao:

> "Jako je važno da taj tekst bude zanimljiv i koristan mladim inženjerima, jer bi se u protivnom sveo na nostalgiju za prošlim vremenom kad smo mi bili mladi i u naponu snage. Kolega Goran Orešković me upozoravao da poruka teksta ne smije biti: 'Sve je bilo bolje kada smo mi bili mladi. Takva poruka ne smije biti upućena mlađoj generaciji, jer će nam oni reći da idemo k vragu i da znamo samo kukati za svojom nekadašnjom važnosti. I, moramo priznati, bit će u pravu.'
>
> ... Ja se nadam da ćemo u tekstu izbjeći tu zamku i prikazati kako se radio jedan veliki projekt, u kakvima naši mladi stručnjaci sve manje imaju mogućnosti sudjelovati. Htio bih i da nauče kako su se radili veliki projekti i upoznaju način razmišljanja sudionika koji su u to

vrijeme bili mladi i dosta neiskusni, ali su svi bili vrhunski inženjeri željni znanja i dokazivanja na najvećim projektima. Posebno je važno da današnji mladi inženjeri upoznaju nekadašnji entuzijazam, ljubav prema poslu i što je najvažnije, optimističan i vedar duh, uvijek sklon šalama koji je vladao cijelo vrijeme u projektu.

Željko Arbanas koji je poslije rada na razvoju lokomotive otišao u SAD, osnovao svoje poduzeće i surađivao s najvećim američkim kompanijama kao što je Boeing, u ljeto 2017. godine, rekao je: 'Uvijek ću se sjećati rada na tiristorskoj lokomotivi kao najljepšeg razdoblja u mojoj karijeri. Na posao sam svaki dan išao s velikim osjećajem zadovoljstva. U Americi je u poslu najvažniji novac i profit i sve je tome podređeno.'"

Nekoliko primjera tekstova o industrijskoj povijesti

Kod razgovora o povijesti industrije uvijek ističem važnost i vrijednost tekstova koji se temelje na zapisima sudionika povijesnih zbivanja. Zato bih htio istaknuti još nekoliko primjera:

a) Knjiga *Na valovima sudbine radioelektronike u Hrvatskoj* (*1942. − 2014.*), Mirka Kuljiša

Iz područja povijesti industrije treba istaknuti jednu odličnu i vrijednu knjigu. To je knjiga Mirka Kuljiša[6] *Na valovima sudbine radioelektronike u Hrvatskoj* (*1942. − 2014.*).

Magistar znanosti Mirko Kuljiš bio je direktor Instituta RIZ u Zagrebu. Pisao je o razvoju radioelektronike u Hrvatskoj, o svojem životu i poslovnom

[6]Mirko Kuljiš, (rođ. 1924. u Splitu), magistar znanosti, elektroinženjer, direktor Instituta RIZ u Zagrebu, a poslije i cijelog RIZ-a. Sudjeluje u NOB-u kao radiotelegrafist, poslije rata ostaje u vojsci i odlazi 1946. u Lenjingrad (danas Sankt-Peterburg) na studij radiotehnike pri Vojnoj akademiji za vezu. Nakon raskida odnosa sa SSSR-om vraća se u zemlju i nastavlja studij na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, Odsjek slabe struje, koji završava 1952. Nakon studija radio je na Vojnotehničkom institutu u Beogradu, prelazi u Ratnu mornaricu i radi u Mornaričkom remontnom zavodu za elektroniku u Divuljama, U to doba, 1954. godine, pokreće osnivanje Odsjela slabe struje na Srednjoj tehničkoj školi u Splitu. Godine 1959. prelazi u Mornaričko-tehnički institut u Splitu, a nakon toga odlazi u Zagreb, u Brodarski institut. Godine 1963. dobiva stipendiju UNESCO-a i odlazi na Electrical Electronic Department of Birnigham University, a 1968. izlazi iz vojske i zapošljava se u Privrednoj komori Zagreb. Godine 1970. postaje direktor Instituta RIZ-IETA, a nakon toga generalni direktor cijelog RIZ-a i predsjednik SOUR-a RIZ, gdje ostaje do umirovljenja 1982. godine. Godine 2009. počeo je pisati knjigu koju je završio 2014.



Slika 3.: Knjiga Mirka Kuljiša (izvor slike: arhiva autora)

razvoju RIZ-a. To je dobro napisana knjiga, tečnim, razumljivim i zanimljivim stilom. To je knjiga kojoj se vjeruje jer je napisana na temelju bogatog životnog iskustva. Mirko Kuljiš proživio je sve o čemu piše i u Uvodu knjige stoji:

> "To je još jedna avantura, inventura sjećanja na moj put kroz radio-elektroniku, na ljude, kolege, događaje i društvene okolnosti u kojima se živjelo, stvaralo, borilo, uživalo i umiralo."



Slika 4.: Mirko Kuljiš 10. travnja 2015. na promociji svoje knjige u Hrvatskoj gospodarskoj komori (izvor slike: arhiva autora)

Ozbiljni narodi znaju: *Historia magistra vitae est*, da je povijest učiteljica života i zato imaju mnogo knjiga o svojoj povijesti. Danas naši mladi ne znaju, a stariji su već zaboravili da je Hrvatska prije tridesetak godina imala elektroničku industriju koja je po vrijednosti i tehničkoj razini svojih proizvoda bila u svjetskom vrhu.

Na predstavljanju knjige Mirka Kuljiša u RIZ-u početkom 2015. godine jedan stariji gospodin, umirovljenik, stručnjak iz "onog" RIZ-a, ispričao je da ga je tih dana nazvao umirovljeni general američke vojske i podsjetio na vremena kad su obojica bili mladi i kad je NASA kupovala čipove od RIZ-a.

Kako je ta industrija nastala, kako se razvijala tijekom više od 70 godina i kroz kakve je razarajuće procese prolazila da bi danas ostala na samo nekoliko proizvođača, o tome piše Mirko Kuljiš u svojoj knjizi. Ta knjiga povezuje povijest sa sadašnjošću i budućnošću, jer na kraju knjige optimistično piše o našim poduzetnicima koji stvaraju novu, visokotehnološku industriju, rastu i razvijaju se, izvoze i zapošljavaju.

Gospodin Kuljiš je objasnio i zašto je napisao tu knjigu:

> "Upitao sam se zašto su svećenici pisali knjige od pamtivijeka. Oni nisu sigurno brinuli o budućim čitateljima. Oni su vršili svoje poslanje, štovanjem djela onih o kojima su pisali. Tako razmišljajući pronašao sam motiv za pisanje ove knjige."

Gospodin Kuljiš napisao je knjigu zato što smatra da je to njegovo poslanje, da ju je jednostavno trebao napisati, iz poštovanja prema ljudima s kojima je surađivao, ponosan na rezultate koje su zajednički ostvarili. To bi mogla biti poruka i svima nama koji razmišljamo o pisanju o temama iz povijesti industrije u kojoj smo i sami sudjelovali.

b) Razvoj *Končareve* tiristorske lokomotive

Tekst o razvoju Končareve tiristorske lokomotive pisan je godinu dana, od veljače 2017. do objave zadnjeg dijela teksta 5. travnja 2018. godine. Zapisao sam sjećanja 15 kolega iz *Končara*, a naknadno su nam se svojim sjećanjima priključili kolege iz HŽ-a, dva direktora, jedan inženjer i jedan strojovođa. U Uvodu sam napisao:



Slika 5.: Prototip tiristorske lokomotive 442-001, (HŽ serija 1142), ima glavnu ulogu u ovom tekstu (izvor slike: knjiga *Ime trajnog sjaja*)

> "… Nekada su hrvatske tvornice proizvodile proizvode svjetske razine temeljene na vlastitom razvoju. O tim rezultatima koji su dio naše industrijske povijesti se danas malo zna. Končareva tiristorska lokomotiva je jedan takav primjer. Zato smo mi, sudionici te povijesti, odlučili napisati naša sjećanja o razvoju te lokomotive."

Radili smo tako da bih sjeo s kolegama i snimio njihova sjećanja. Kad bih došao doma, "skinuo" bih taj tekst s mobitela, zapisao ga, uredio, stavio podnaslove, ubacio slike, poslao tako uređen tekst na autorizaciju. I nakon toga sam tekst slao svim kolegama, suradnicima u tom projektu. Neki su kolege svoje priloge sami napisali i poslali mi. Dobio sam priloge i od kolega iz Kine, Amerike i Francuske. Uz navedeno, koristio sam dokumente do kojih sam mogao doći.

Naravno, bilo je i onih kojima se taj rad nije sviđao i kojima nije bilo drago da se skupina amatera, pomalo sentimentalnih stručnjaka iz "onog vremena" bavi tim poslom. Ali takvi me ni najmanje nisu zanimali. Na kraju smo dobili vrijedan rad od oko 320 stranica koji sam objavio na svojoj *web*-stranici.

c) Serije tekstova *Velikani hrvatske znanosti* i *Znanost i industrija*

Moj ozbiljniji interes za industrijsku povijest počeo je 1996., kad sam razgovarao s akademikom Tomom Bosancem i taj razgovor objavio u tvorničkom listu Poduzeća *Končar* d. d. u svibnju te godine. Nakon njega razgovarao sam



Slika 6.: Akademik Vojislav Bego i njegova naponska vaga. Snimljeno 1996. godine. (izvor slike: arhiva autora)

s akademikom Vojislavom Begom i profesorima Zvonimirom Sirotićem i Zlatkom Plenkovićem. To su bili veliki znanstvenici koji su stvarali hrvatsku znanost, a usto su bili i končarevci, gradili *Končar* u onim pionirskim danima i stvarali našu industrijsku povijest. Sve te razgovore objavio sam u *Končarevcu* 1996. godine, a nakon toga na svojoj *web*-stranici u siječnju 2016. godine.

Poslije njih objavio sam seriju tekstova pod naslovom *Znanost i industrija*, u kojima sam donio životopise naših značajnih znanstvenika, profesora Zvonka Benčića, Tomislava Kelemena i Igora Čatića, koji su, osim što su bili sveučilišni profesori, radili u industriji. I njihova su sjećanja zapisi o povijesti industrije. Sve sam objavio na svojoj *web*-stranici od svibnja 2016. do srpnja 2017. godine.

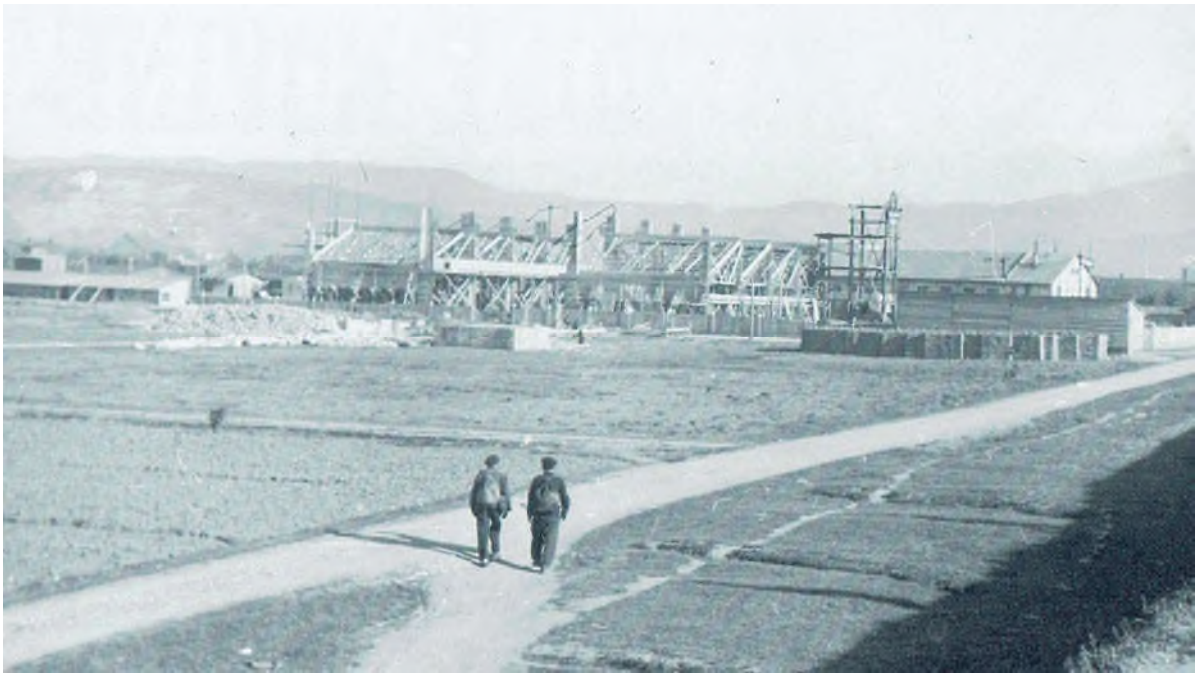
d) Dramatične godine – *Končar* od 1990. do 1992. godine

Dramatične godine od 1990. do 1992., u kojima je *Končar* izgubio oko 20 tisuća radnika, tema su mojeg teksta koji sam objavio u četirima nastavcima krajem 2017. na svojem portalu. O tim se dramatičnim godinama malo zna, malo je ili ništa ozbiljnih tekstova napisano. Zato sam uz pomoć mnogobrojnih dokumenata i razgovora s kolegama pokušao otkriti što se tad događalo, zašto se to događalo i tko su bili akteri tih događaja.

e) Kako su projektirane i građene industrijske hale Končara

Uvijek sam se pitao odakle arhitektima i građevinskim majstorima u ona davna vremena 1945. i 1946. godine znanje da projektiraju i izgrade veliki hale tvornice generatora na Trešnjevci u Zagrebu. Na temelju plana izgradnje objekata koje je izradio ELIH u rujnu 1945., nova tvornica na Trešnjevci u Zagrebu počela se projektirati i graditi istog mjeseca na prostoru kraj stare Siemensove radionice, i to prema nacrtima uglednih arhitekata prof. ing. arh. Stjepana Gomboša,[7]

[7]Stjepan Gomboš (Sombor, 1895. − Zagreb, 1975.), hrvatski arhitekt židovskog podrijetla. Diplomirao je u Budimpešti, a od 1922. radio u Zagrebu kod R. Lubynskog i H. Ehrlicha. Zajedno s Mladenom Kauzlarićem sudjelovao je na izložbama umjetničke skupine *Zemlja.* U razdoblju 1946. – 1951. bio je ravnatelj Projektnog biroa te do 1962. direktor Arhitektonsko-projektnog zavoda *Plan*, a 1950. – 1954. nastavnik na Tehničkom fakultetu u Zagrebu. U poslijeratnom se razdoblju uglavnom bavio industrijskim graditeljstvom. Kao tehnički voditelj i glavni projektant uz brojne je suradnike izgradio niz tvorničkih cjelina: *Rade Končar*, Prvomajska, Tvornica parnih kotlova, Jedinstvo, RIZ u Zagrebu, *Đuro Đaković* u Slavonskom Brodu, *Florijan Bobić* u Varaždinu i dr. Za životno djelo dobio je Nagradu *Viktor Kovačić* (1967.) i Nagradu *Vladimir Nazor* (1971.). Suradnja s Kauzlarićem značajan je doprinos hrvatskoj modernoj arhitekturi.



Slika 7.: Početak gradnje industrijskih pogona Tvornice Rade Končar u listopadu 1945. (izvor slike: knjiga Rade Končar 1946. do 1986.)

prof. arh. Mladena Kauzlarića,[8] prof. dr. ing. Vladimira Juranovića i dr. ing. Otta Wernera. Ono što me posebno impresioniralo je da se cijeli projekt počeo odvijati odmah nakon što je donesena odluka o gradnji objekata. Počelo se graditi paralelno s projektiranjem, a da se cijelo vrijeme uz gradnju novih hala odvijala proizvodnja u staroj radionici, a u novim se halama počelo raditi i prije nego su bile dovršene. Danas bi to bilo nemoguće jer nitko ne bi dobio sve potrebne dozvole za takav način rada.

Osnovne nacrte tvornica (s rasporedom strojeva, proizvodnim linijama i slično), na temelju kojih su naši arhitekti dalje detaljno razradili cijeli objekt, tad su izradili stranci, vjerojatno njemački zarobljenici. Njemački zarobljenici inženjeri radili su u to vrijeme i na projektiranju električnih strojeva, generatora, motora i transformatora.

[8]Mladen Kauzlarić (Gospić, 1896. – Zagreb, 1971.), hrvatski arhitekt. Nakon završene Građevne škole u Zagrebu zbog rata nije mogao nastaviti školovanje te se zapošljava od 1917. do 1921. u građevnom poduzeću *Payer i Riszner*. U Ehrlichovu atelijeru radi do 1931. U to će vrijeme ostvariti i uspješnu suradnju s arhitektima Jurjem Denzlerom i Stjepanom Gombošem. Kauzlarić se 1926. upisuje na Arhitektonski odjel Drage Iblera pri Likovnoj akademiji. Završetkom studija 1930. godine stječe i zvanje akademskog arhitekta. Godine 1940. zapošljava se na tadašnjem Arhitektonskom odjelu Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Nakon Drugog svjetskog rata Mladen Kauzlarić imenovan je na Tehničkom fakultetu za predstojnika Kabineta za prostorno i tehničko crtanje (1946. − 1948.), a potom za predstojnika Kabineta za projektiranje zgrada i interieura (1948. – 1952.). Nakon 1945. projektirao je zajedno sa suradnicima tvornički sklop *Rade Končar*. Godine 1955. je doktorirao. Redovitim članom Odjela za likovne umjetnosti JAZU imenovan je 1962. Godine 1965. dodijeljena mu je nagrada za životno djelo *Vladimir Nazor*, a godinu poslije odlazi u mirovinu. Mladen Kauzlarić preminuo je 1971. u Zagrebu u sedamdeset šestoj godini života.

Zaključak

Nadam se da će sve više naših kolega, sudionika povijesti industrije početi zapisivati svoja sjećanja, jer ako to mi ne zapišemo sve će nestati u magli zaborava. I povijest će se pisati na temelju novinskih članaka, različitih službenih dokumenata, planova i zakona, a to neće biti prava i cjelovita povijest nego samo mutna, blijeda i vjerojatno iskrivljena slika nekadašnjih burnih, dinamičnih i uzbudljivih vremena.

Literatura

[1] Benažić, Marina: *Tošo Dabac − Industrijska fotografija*, Katalog izložbe, MSU, Zagreb, 2018.

[2] Čatić, Igor: Je li industrija 4.0 doista četvrta industrijska revolucija?, *Svet polimera*, 20 (2)2017., 71-73.

[3] Družić, Gordan; Basarac Sertić, Martina: Hrvatska i četvrta industrijska revolucija, Modeli razvoja hrvatskog gospodarstva, Družić, Gordan i Družić, Ivo (ur.), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2018., str. 283-308.

[4] Filipović, Vladimir: Iz socijalizma u nacionalizam: Kombinat Borovo u političkim promjenama 1990., *Politička misao*, časopis za politologiju, Vol. 55, No. 1, ožujak 2018., str. 34-52.
https://hrcak.srce.hr/index.php?show=toc&id_broj=15896

[5] Gomboš, Stjepan: O projektiranju i realizaciji tvornice *Rade Končar*, *Urbanizam i arhitektura* 4, Zagreb, 1950., str. 11-12.

[6] Grupa autora: *Rade Končar −1945. − 1960., petnaest godina poduzeća i deset godina radničkog upravljanja*, *Rade Končar*, Zagreb, 1960.

[7] Hanžek, Branko: Što je povijest, a što filozofija tehnike?, Zbornik *Povijest i filozofija tehnike*, Kiklos, Zagreb, 2018., str. 61-88.
http://mgz.hr/hr/izlozbe/Vrijeme%20giganata:%20planska%20industrijalizacija%20i%20naslije%C4%91e%201947.%20%E2%80%93%201952.,1547.html

[8] Kuljiš, Mirko: *Na valovima sudbine radioelektronike u Hrvatskoj* (*1942. − 2014.*), Kiklos, Zagreb, 2014., str. 626.

[9] Nikolić, Gojko: Je li industrija 5.0 odgovor na industriju 4.0 ili njen nastavak?*, Polytechnic&Design*, Vol. 6, No. 2, 2018.

[10] Ožanić, Marijan: *Velikani hrvatske znanosti* (*1-5*), 2016.
http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=81

[11] Ožanić, Marijan: Kako su se projektirale i gradile industrijske hale Končara, 2017.
http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=121

[12] Ožanić, Marijan: *Znanost i industrija* (*1-3*), 2017.
http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=142

[13] Ožanić, Marijan: *Dramatične godine – Končar, 1990. do 1992. godine* (*1-4*), 2017. http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=144

[14] Ožanić, Marijan: *Razvoj Končareve tiristorske lokomotive* (*1-8*), 2018. http://www.sveopoduzetnistvu.com/index.php?main=clanak&id=157

[15] Petrović, Nikola: Hrvatska ekonomija između europske periferije i poluperiferije: nalazi iz povijesti hrvatskih visokotehnoloških poduzeća, *Revija za sociologiju*, Vol. 48, No. 1., 2018. https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=297623

[16] Žebec Šilj, Ivana: *Zagrebačka industrija 1935. – 1939. u kontekstu međuratnog gospodarskog razvoja,* Biblioteka Studije, Knjiga 37., Institut društvenih znanosti Ivo Pilar, Zagreb, 2017., 342 str.

The History of Industry – What It Is, Why We Need It, and How to Analyse It

Marijan Ožanić

Abstract: The text emphasizes the need to develop and do research on a very neglected history of industry as a separate branch of history, in the same way one can explore the history of art, politics, science or any other historical field in a society. The author explains the importance of the history of industry as a separate scientific discipline, how to study it in a multidisciplinary way and what is the role of the history of industry within the process of education of new generations. The article demonstrates and analyses examples from several contemporary texts about historical themes and suggests how to write and do research on the history of industry. In conclusion, the author points out the importance to write down memories of the living people who have participated in the development of industry.

Keywords: history of industry, industrial archaeology, large companies, history of science, participants of history, Mirko Kuljiš, thyristor locomotive



Jana Žiljak Gršić, Denis Jurečić, Vilko Žiljak

Bliska infracrvena spektroskopija sivih bojila za sigurnost računalne grafike

Sažetak: Računalnu grafiku kreiramo uz respektiranje okruženja s dualnim kamerama. Tehnologija videonadzora naša je realnost; vizualni i infracrveni spektar. Sigurnosni dizajn dokumenata, odjeće i likovne umjetnosti planiramo s dvjema slikovnim informacijama ugniježđenim na istom mjestu. Još nije razvijen postupak skeniranja koji bi omogućio izvedbu duplikata takvog grafičkog uratka. Svi današnji kopirni uređaji proizvedeni su za vizualno svjetlosno područje s RGB[1] zapisom. Sliku s dvama odvojenim sadržajima izvodimo bojilima proizvedenim za različite materijale: papir, tkaninu, keramiku, metal. Razvili smo postupak miješanja bojila pod nazivom 'blizanci'. Blizanci pigmenta i bojila imaju jednake spektrograme u vizualnom svjetlosnom području, ali različito apsorbiraju radijaciju u bliskom infracrvenom području. Računalne grafike s dualnim sadržajem za naše su oči jednobojne; sive i u vizualnom i sive u bliskom infracrvenom spektru. Naši modeli računalne grafike proširili su područje sigurnosnog tiska i bojenja tkanine u kamuflažnoj tehnologiji. Prezentiramo sivo obojenu računalnu grafiku s ugniježđenim portretom, koji je nevidljiv golom oku.

Ključne riječi: blizanci boja i bojila, digitalni tisak, NIR[2] spektar, računalna grafika, spektar bojila

[1] **RGB** (engl. *red*, crvena boja; *green* zelena boja; *blue*, plava boja); aditivni model boja kod kojeg se zbrajanjem osnovnih boja dobiva bijela boja. Jedna boja opisuje se kroz tri vrijednosti: dio crvene, dio zelene i dio plave boje. Svaki dio boje varira između 0 % i 100 %.

[2] **NIR** (engl. *near-infrared*); područje infracrvenog dijela spektra koje se koristi u bliskoj infracrvenoj spektroskopiji

Uvod

Predmet članka je sigurnosna računalna grafika, koja se različito manifestira u vizualnom (VIS, V) i bliskom infracrvenom spektru (NIR, Z). Na istom su mjestu spojene dvije slike koje svoje dijelove podređuju bojenju s planom zaštite od kopiranja, krivotvorenja, skeniranja i fotografiranja [1]. Simbioza dviju slika nov je način međusobnog zajedničkog stanja razvijenog za područje sigurnosnog tiska [2].

S novim algoritmom kontrole bojila digitalnog tiska spojene su dvije sive grafike, ali međusobno se isključuju konceptom Boolove algebre. Ideja je nastala nakon informacije da će se ova knjiga radova tiskati jednobojno, crnim tonerom. Siva boja koju vidi golo oko ima dvije recepture. Prva se sastoji od jednakih količina procesnih bojila cijan, magenta i žuta (C, M, Y) nazvana V, a druga, njezin blizanac, uključuje karbon crni toner, nazvan Z. Grafika Z raspoznat će se tek NIR kamerom.

U članku je predstavljena animacija tranzicije dualne grafike od VIS do NIR spektra. Prikaz počinje prvom, vizualnom grafikom, koja se gubi uz pojavljivanje druge grafike. Isto se postiže i istodobim promatranjem grafike na papiru, ali dvostrukom ZRGB kamerom i filtrima za VIS i NIR spektar [3]. Skrivena Z grafika, nevidljiva golom oku, portret je osoba koje s nama razmatraju i razvijaju ovu inovaciju. Plan pripreme tiska zbornika ovog simpozija inicirao je ideju da se u nekim grafikama ugnijezdi slika ptice ‘čigre’ (zbog sličnosti slova s nazivom društva CIGRÉ, koje je organiziralo simpozij). Ako čitatelju nije dostupna grafička mapa, predlažemo da pogleda animacije na adresi http://www.vilko.ziljak.hr/vz001.mp4, www.vilko.ziljak.hr/vz001.swf s brojevima od /vz001 do /vz016, [4].

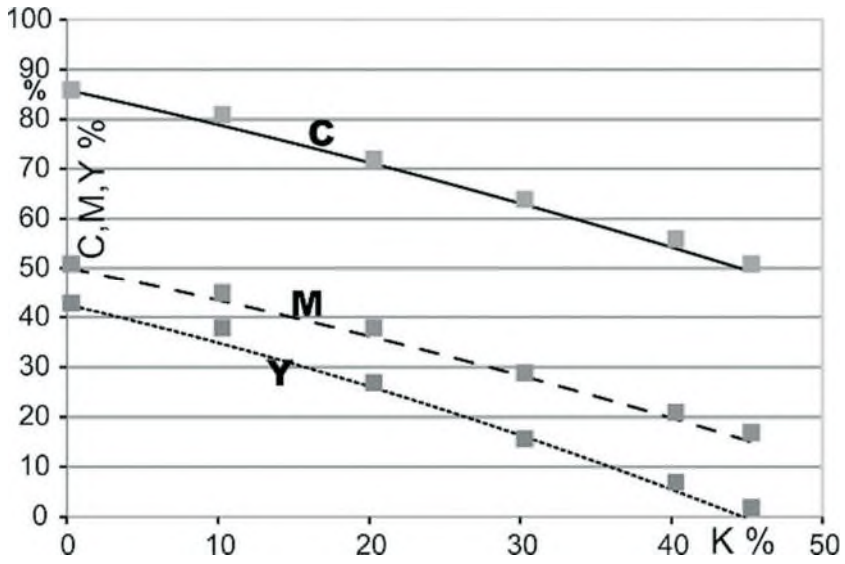
1. Boje i sivi ton

Boje promatramo kao mješavine bojila cijana, magente, žute i crne (C, M, Y, K) otisnute na papiru. Povezujemo ih s bojama prema osjetilima u našem oku: crvena, zelena i plava (R, G, B). Jednostavne relacije poveznica su: C + R = 1; M + G = 1; Y + B = 1. Dodatna je relacija zamjena crne boje procesnim bojilima kao GCR (engl. *gray color replacement*) postupak, a opisuje se: C + M + Y = K. Ove relacije samo su početno školsko učenje o povezanosti sustava RGB i CMYK.

1.1. Blizanci boja i bojila

Skupine bojila koje imaju jednake boje (RGB), a različite recepture sastava bojila po CMYK-u nazivaju se ‘blizanci boja i bojila’, tablica 1. Relacije

ovisnosti CMYK o CMY kompleksne su ako se blizanci bojila primjenjuju u području strogih zadaća sigurnosne grafike. U konvencionalnoj tiskarskoj tehnologiji, kao i u digitalnom tisku, nove boje postižemo uključivanjem bojila S [5]. Bojila iz zadanog tona boje imaju svoje granice, opseg, domenu za prostor uvođenja karbon crnog bojila. Eksperimentalna podešavanja recepture sastava bojila mnogih drugih tonova boja usmjerila su nas u određivanje 'blizanaca bojila' s ciljem da u vizualnu grafiku sakrijemo Z grafiku koja nosi ideju o originalnosti grafičkog lista.



Sl. 1.: Zeleni P blizanac boje X_0: C_0 85 %, M_0 50 %, Y_0 42 %

Zamjena i oduzimanje bojila počinje na K = 0, a završava u trenutku kad barem jedna od C, M, Y komponenti postigne vrijednost nula; X_{maks}: C_{maks} 50 %, M_{maks} 17 %, Y_{maks} 0 %, K = 45 %. Za realna bojila koja se nanose na papir izvode se eksperimenti tiskom, slijede mjerenja ΔE. Za svaki ton boje to je postupak s desetak iteracija po metodi INFRAREDESIGN®[3] s dodatnom kontrolom mjerenja apsorpcije svjetla u bliskom infracrvenom području. Za zelenu P boju, slika 1., L*a*b = 42, −8, −20 (sustav mjerenja boja); R, G, B = 80, 105, 130 (2^8); izvedeni su eksperimenti nalaženja zelenih P blizanaca za pet položaja karbon crnog tonera uz zadani X_0. Za prevođenje ovog zelenog P tona u sivi ton, vrijednosti su: L = 42 (*a, *b jednaki su nuli), a R, G, B imaju vrijednost 64 hexaDec.

Grafike iz mape Čigra tiskane su na papiru s idejnom zadaćom skrivanja Z grafike. Za izabrani papir i tiskarski postupak odredio se plan eksperimenata u traženju zadanih blizanaca boja i bojila. Za ovaj su rad korištene forenzičke

[3]Metoda ispisa skrivene informacije na različitim medijima.

kamere kako bi udovoljili zadaći o neponovljivosti grafičkih listova uz poštivanje niza sigurnosnih odrednica. Još bi šire pitanje nastalo ako bi se mijenjao materijal na koji se bojilo nanosi. Ili, ako se upustimo u avanturu eksperimenata s tiskom blizanaca na platnu, svili, keramici ili metalu.

1.2. Crna bojila S i Z

Za početak treba naglasiti da smo u društvu s bojilima, tonerima za algoritamsko upravljanje. Bojila razdvajamo prema svojstvu apsorpcije NIR svjetlosti. Olakšanje u planiranju eksperimentiranja po IRD[4] metodi činjenica je da su tiskarska bojila ekstremno razdvojena po pitanju apsorpcije NIR svjetlosti. Bojila C, M, Y ne apsorbiraju NIR valno područje svjetlosti. Crni ton boje izvodimo u dvama ekstremnim sastavima po pitanju apsorpcije bliske infracrvene svjetlosti. Prvo: bojilo *karbon black*, nazvano Z, apsorbira NIR svjetlost. Drugo: crno (i sivo) bojilo nazvano S postiže se miješanjem jednakih količina C + M + Y (niti jedna komponenta ne apsorbira NIR svjetlost). Takva S masa ne apsorbira NIR svjetlost [5, 6].

Vrhunske informacije prvi su eksperimenti tiskom čistih bojila C, M, Y, K, S, te podaci jakosti apsorpcije svjetlosti koji se dobivaju spektrografijom. To će biti put, smjer mijenjanja sastava novog blizanca bojila, dopuna pojedinih C, M, Y komponenti kad smo u realnoj zadaći koja uključuje tvar na koju se nanosi željeno bojilo.

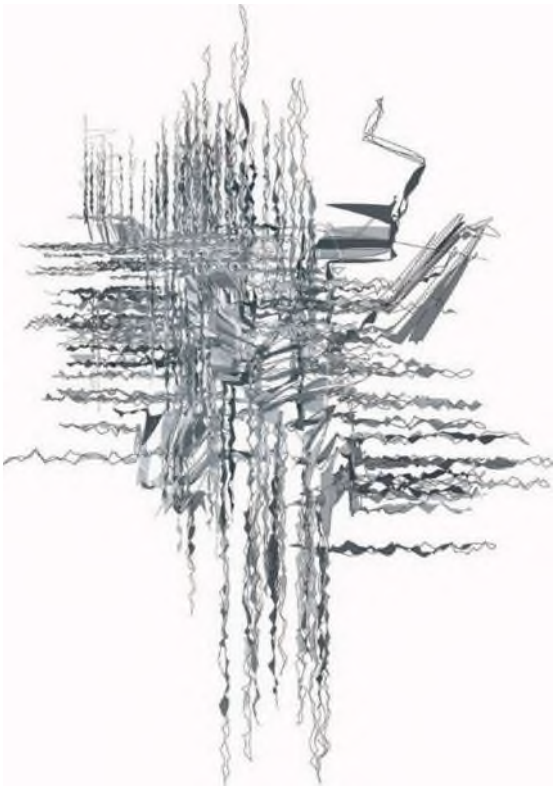
Iz mape Čigra skriveni portreti predstavljaju se i sivo otisnuti sa S sastavom bojila. To su grafike s portretom *Z-Janom* (vz 002). Zapisi su u .mp4 i .swf formatima [4].

U mapi Čigra nalaze se dvije tiskane slike: prva u boji te druga kao siva. Obje imaju jednak skriveni portret. Algoritam separacije boja dizajniran je s diskriminacijom slike V prema informacijama u računalnoj grafici sa slike 2. Različita pozicioniranja portreta daju različite grafike Z. Autor stvara individualizirano rješenje kojim unosi elemente sigurnosti i originalnosti grafičkog lista.

Spojene slike računalne grafike slike 2. i slike Z promatraju se s dualnom ZRGB kamerom. Za iste grafike napravljene su animacije prijelaza od vizualnog u NIR područje nakon fotografiranja fotoaparatom koji je opskrbljen s 24 barijerna filtra [9], adresa prikaza: http://www.vilko.ziljak.hr/vz001.mp4.

Siva grafika (002.mp4) na početku (400 nm) postupno postaje obojena plavo (na zaslonu računala) na 600 nm, na primjer, kad nema žute komponente, a magenta je u maksimumu, uz prisutnost cijan-bojila. Pojavljuje se skriveni portret, koji se samostalno vidi u području iznad 750 nm. Područje Z1 ostatak je cijan-bojila te karbon crnog bojila koje apsorbira NIR svjetlost.

[4] **IRD** (engl. *infrared design*)



Sl. 2.: Grafika u vizualnom spektru www.vilko.ziljak.hr/NIRs5.mp4



Sl. 3.: Portret (V) prije i poslije (Z) spajanja s računalnom grafikom sa slike 2.

2. Spektroskopija bojila, tonera za digitalni tisak

Ovdje se objavljuju recepture blizanaca boja i bojila: X_0 i X_{40} (K = 40) za digitalni tisak s tonerom. Izabrani blizanci imaju dvije zajedničke pozicije apsorpcije svjetlosti na 900 nm (naša dualna ZRGB kamera ima filtar na 1000 nm, vrijednost nazvana Z). X_0 blizanci svih bojila sastaju se na vrijednostima od 0,01 do 0,02. Grafovi svih bojila X_{40} sastaju se na vrijednostima od 0,14 do 0,16. Raspon je obilježen kao ΔZ. To je dovoljno da ZRGB [3] fotokamere razlikuju blizance bojila X_0 i X_{40} pa da potom dovedu pred naše oči skrivenu Z sliku.

Tablica 1.: Recepture blizanaca bojila, miješanje procesnih bojila

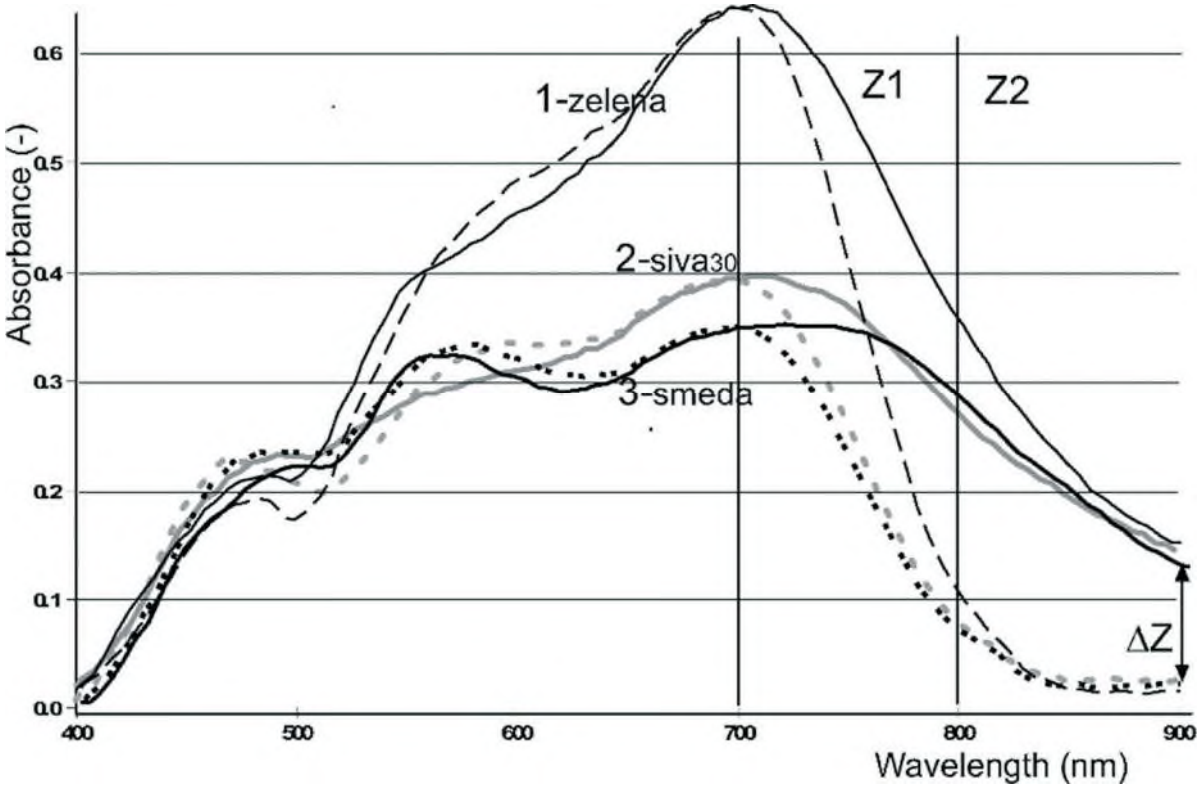
	X_0: C, M, Y, K_0	X_{40}: C, M, Y, K_{40}	RGB	L*a*b
1-zelena	97, 42, 55, 0	84, 0, 35, 40	38, 108, 113	40, −37, −13
2-siva30	61, 53, 50, 0	30, 30, 30, 40	114,110, 111	47, 2, 0
3-smeđa	36, 50, 95, 0	0, 25, 70, 40	153, 130, 36	57, 5, 59
4-crvena	40, 83, 75, 0	0, 70, 45, 40	135, 61, 59	39, 41, 24
5-plava	88, 66, 39, 0	70, 42, 0, 40	60, 75, 112	31, 0, −26
6-siva5	42, 33, 32, 0	5, 5, 5, 40	159, 159, 159	66, 0, 0

Mjerenje jednakosti (doživljaja) dviju boja izvodimo preko mjerenja L*a*b parametara s tiskovine. Razlika korespondentnih parametara nastavlja se s jednom od procedura određivanja veličine ΔE. Međutim, veličine L*a*b ne upućuju na smjer popravka recepture sastava za realne (C, M, Y) komponente koje su nam na raspolaganju u digitalnom tisku. Paralelno koristimo spektrografiju apsorpcije svjetlosti kako bismo dobili nove informacije o sastavu bojila [9].

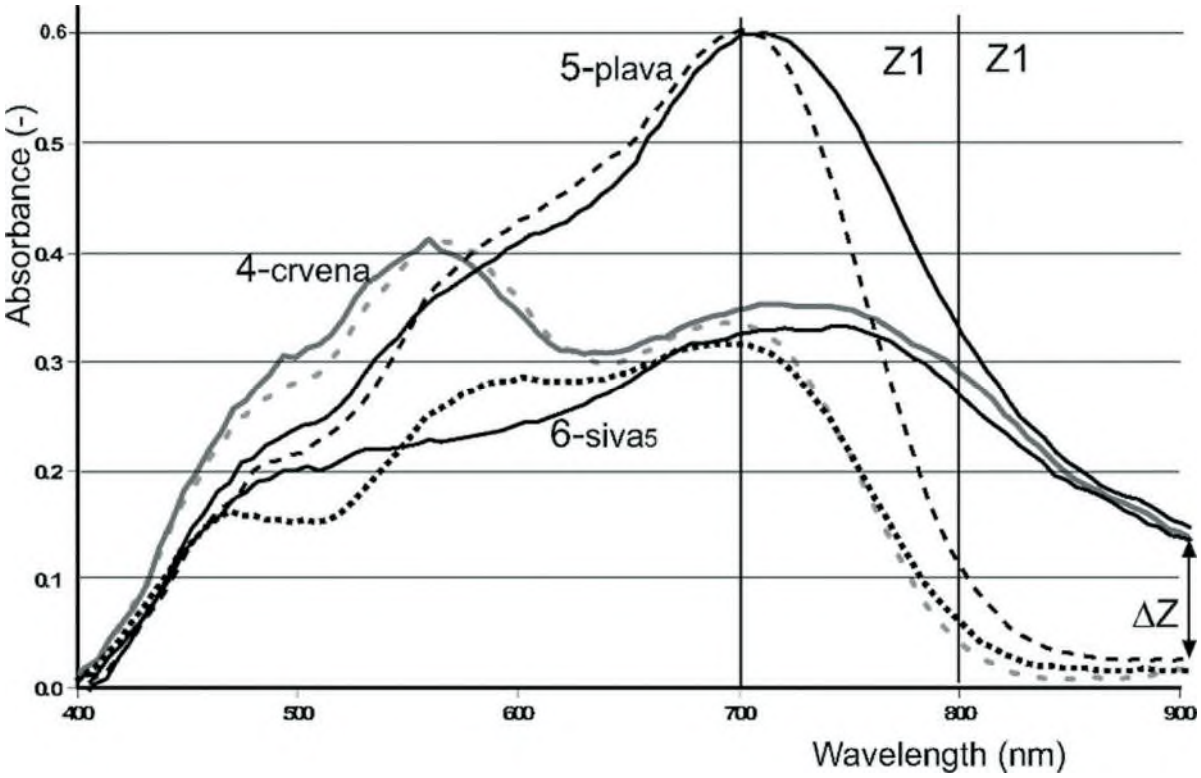
Bojila iz tablice 1. prikazana su kroz svojstva apsorpcije svjetlosti: vizualni dio V (400 nm do 700 nm); prijelazni dio Z1 (700 nm do 800 nm); prvi dio bliskog infracrvenog spektra Z2 (800 nm do 900 nm). Korekcije bojila provode se uz konzultaciju informacija o pojedinačnim spektrima za procesna bojila C, M, Y, K, S [5]. Punim crtama prikazani su blizanci Z, a iscrtkanim blizanci V.

Svi spektrogrami padaju u iste točke Z_0, odnosno Z_{40}. Podaci o blizancima bojila podvrgnuti su eksperimentalnim procedurama, a potom određivanju regresijskih međuovisnosti. Ovdje se prvi put objavljuje grafika sastavljena od (vizualno) sivog tona. Tiskane su višebojno, premda u tim grafikama i ovom članku naše oči ne interpretiraju boje.

Idealno preklapanje, izjednačavanje svijetlog sivog blizanca (6-siva5) u vizualnom spektru nije moguće. Na malim vrijednostima C (vrh na 700 nm), M (vrh na 480 nm),Y(vrh na 480 nm) od tek 5 % i s 40 % karbon crnog bojila postiže se izjednačenje apsorpcije svjetlosti tek na 700 nm [5].



Sl. 4.: Spektar zelenih, tamno-sivih i smeđih blizanaca bojila



Sl. 5.: Spektar crvenih, plavih i sivih blizanaca bojila

3. Nova umjetnost *Infrared ART*, mapa ČIGRA

U ovom članku objavljuje se nova mapa grafika Čigra, koje su reproducirane u zborniku radova. Grafike su reproducirane kao crno-bijele. U mapi su otisnute dvojako: u boji i crno-bijele. Svaka je grafika proširena skrivenom slikom. Citiramo dio teksta iz grafičke mape autorice Branke Hlevnjak, povjesničarke umjetnosti:

> "Ovladati kaosom – najkraće je obrazloženje najnovije IR[5] računalne grafičke mape Čigra Vilka Žiljaka. Pritom govorimo o grafičkoj poruci koja sadrži više od onog što vidimo te je, dakle, na svoj način tajanstvena, a vizualno je sporazumijevanje s publikom kompleksnije. Razlomljene plohe (nekog palog aviona), vijoreće trake (na jakom vjetru), računalni 'kaleidoskop' s izduženim formama; sve se to događa oko zgusnutog središta najvećeg loma, iz kojeg 'izlijeću' u mirnije zone plohe i trake, raštrkane igrom slučaja i ovijene nitima čistih crta (poput vilinskih kosa) koje sugeriraju ljudski nesavršeni ali spontani potez. U finim tonovima pastelnih boja, oblikovni metež poprima melodiozan ton, štoviše dočarava romantičan zvuk saksofona (autorov instrument). To su slike/grafike koje su algoritmima Vilka Žiljaka prošle proces preobrazbe iz objektivnog (oblikovnog kaosa) do subjektivnog ritma koji odgovara autorovom raspoloženju. Složenost apstraktnog 'sadržaja' (crta, lomljena uska traka, ploha itd.) pojačana je proširenom percepcijom bliskog infracrvenog područja koje razotkriva neočekivane portrete autoru bliskih osoba.
>
> Za razliku od klasičnih grafičkih tehnika (bakropis, bakrorez, drvorez itd.) koje su definirane kao multipli, jer se sa svojih originalnih ploča-matrica mogu umnažati, a nastale su s ciljem veće dostupnosti iste slike (iliti zbog demokratizacije umjetnosti) – računalna grafika smatra se mas-medijem jer se njezina matrica objektivno ne može potrošiti. IR računalna grafika Vilka Žiljka negira masmedijsku mogućnost umnožavanja. Ona se opire i jednostavnoj definiciji računalne grafike jer prelazi u drugu optičku zonu gledanja (u blisko infracrveno područje). I upravo ta opcija dvoslike onemogućava bilo kakvu proizvoljnu reprodukciju koja želi zadržati autentičnost originala. IR grafika sadržana u vizualnoj, njezin je zaštitni kod, zaključana 'tajna' koja ne dozvoljava nikakvo umnožavanje izvan autorovog nadzora. Zaštićena je kao i novčanica, kaže Vilko Žiljak. Nema razloga ne vjerovati mu, jer je riječ o autoru koji je u računalnoj grafici prisutan od njezinih početaka s kraja šezdesetih godina dvadesetog stoljeća. Štoviše, pionir je hrvatske računalne grafike."

[5] **IR** (engl. *infrared*); infracrveno zračenje ili infracrvena svjetlost



Sl. 6.: Pojavljivanje portreta, http://vilko.ziljak.hr/cigraBH.mp4; zaustavljeno na 690 nm

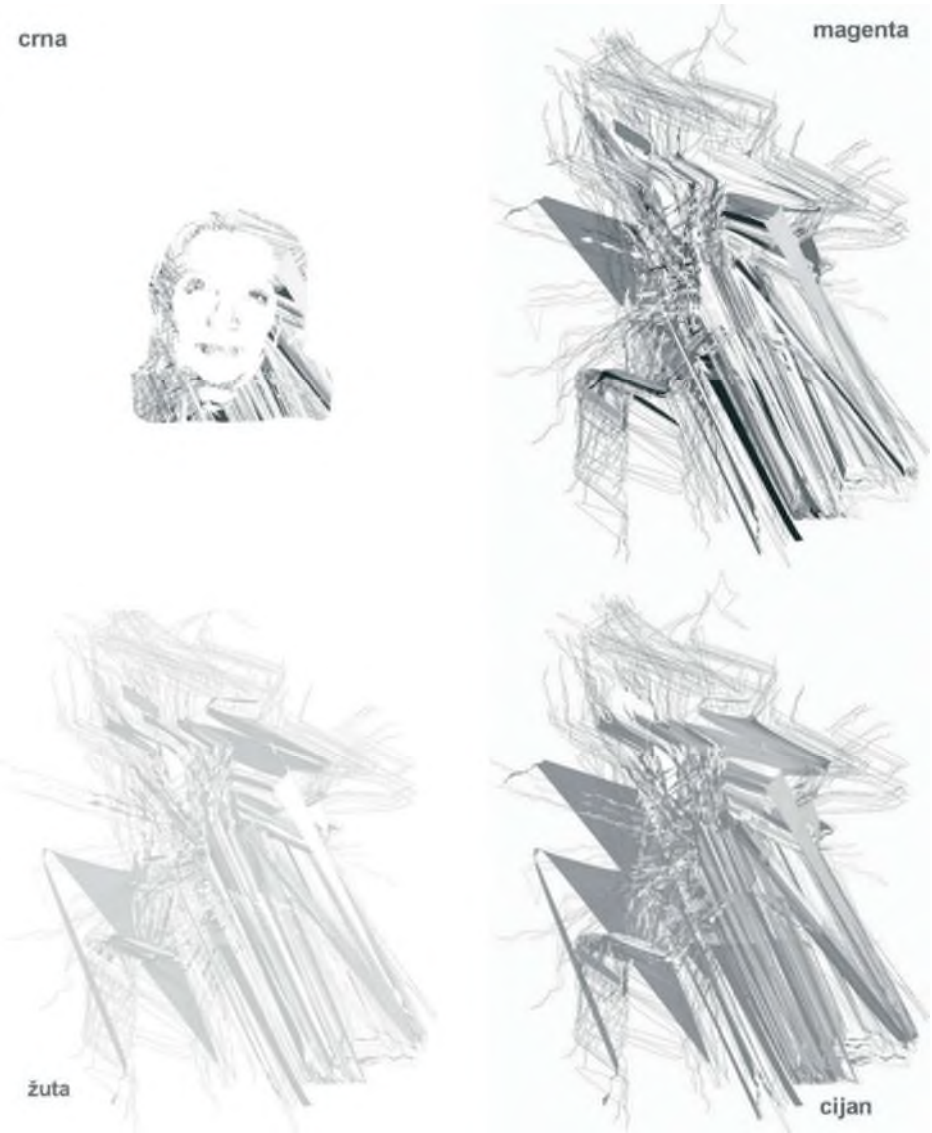
4. Računalna grafika rastavljena na boje za reprodukciju

Grafika/cigraDS.mp4 separirana je u četiri boje u kojima je tiskana mapa, slika 8. Na adresi vilko.ziljak.hr/vz004.mp4 slika je u boji uz prikaz postupne blokade svjetlosti od 400 nm do 1000 nm. Animacija demonstrira apsorpciju svjetlosti, prvo: nestajanje područja od 400 nm do 500 nm, tj. blokada žute boje. Nastavlja se blokada magente s vrhom na 560 nm. Maksimum apsorpcije cijan-bojila je na 700 nm. U tom se području pojavljuje slika portreta koji je ugrađen u crni kanal. Namjerno je portret ugrađen u računalnu grafiku, ne raspoznaje se golim okom u reprodukciji, a izdvaja se u bliskom infracrvenom

spektru nakon 800 nm. To je svojstvo crnog tonera digitalnog tiska koje smo iskoristili za izazivanje skrivene slike.

Postupak se provodi algoritmom za CMYKIR separaciju procesne grupe bojila [7]. Linijski portret inovacija je u području sigurnosne grafike koja spaja dvije slike, a rezultat su nove grafike koje funkcioniraju jedino u zajedništvu. Z grafika obogatila se računalnom linijskom grafikom pa je to zajedništvo nemoguće vratiti u vizualna početna stanja. Proširena je metoda IRD uz primjenu na različite materijale s pripadnim setovima bojila. Prvi je naziv ove inovacije INFRAREDESIGN®. Danas se proučavaju bojila za lijepu umjetnost uz aktivnost s nazivom *InfraredArt* [8].

Priprema i realizacija portreta (mapa Čigre) za vizualni i infracrveni spektar prikazana je kao stanje prije tiska CMYKIR separacije. Algoritam separacije ima opsežnu kontrolu na bojila i njihova svojstva koja se temelje na teoriji boja



Sl. 7.: DS po kanalima C, M, Y, K animacija: /vz004.mp4

(L*a*b vrijednosti) te podešavanje saturacije, kontrasta, svjetline, svojstva transparentnosti bojila u V i Z spektru.

Vizualna linijska grafika određuje domenu mogućeg maksimuma skrivene grafike. Početna NIR grafika kontinuiranog je sivog tona na svojem cijelom području. Nakon CMYKIR separacije ostala su djelomično prazna mjesta na portretu. Tamo gdje vizualna linijska grafika nema boje nema niti obojenja u skrivenoj Z grafici, slika 3. To je ilustracija simbioze dviju grafika. Novi detalj u ideji kreiranja individualnosti u sigurnosnoj računalnoj grafici.

Zaključak

Razvili smo nekoliko eksperimentalnih procedura koje uključuju svojstva materijala, izvorište pigmenata, transparentnost, apsorpciju i refleksiju svjetlosti, izvorište svjetlosti. Popravci sastava bojila provode se vizualnom ocjenom (256 susjednih tonova izabrane boje), konvencionalnim mjerenjem ΔE te spektroskopijom. Kreirana je baza podataka ovisno o materijalima na kojima se tiska, bojilima i tiskarskom uređaju.



Sl. 8.: Z Ptica ‘čigra’ u računalnoj grafici

Grafike imaju dualitet koji otvara put novim pristupima sigurnosne grafike i individualiziranim rješenjima. Vizualno, grafika se pojavljuje kao sivi ton, ali izvodi se na pisaču u boji, čime se postiže dualnost. Dvije različite izvedbe grafike daju jednak Z NIR rezultat kad ih promatramo kamerom koja ima filtar iznad 800 nm. Grafike se sastavljaju i razdvajaju prikazom kroz animaciju u prostoru od 400 nm do 1000 nm: www.vilko.ziljak.hr/vz005.mp4 [4].

Mapa sa slikama zaštićena je skrivenim portretima. Grafički list sa skrivenom pticom čigrom nosi informacije prepoznatljive tek s pomoću NIR kamere. Slika 8. silueta je linijske vizualne grafike u stanju Z s maksimalnim oduzimanjem bojila u kanalima boja C, M, Y. U tijelu i krilima ptice informacije su o pozicioniranju ptice u linijsku grafiku te vrijednostima sivog tona blizanaca bojila Z na tim istim mjestima.

Ovaj članak primjer je proširenja računalnog dizajna i tiskarske tehnologije uključujući NIR forenzičke metode u kreiranju individualizirane, sigurnosne grafike.

Literatura

[1] Žiljak J., Jurečić D.; Žiljak V.: Packaging design with hidden near infrared colour separation, *Tehnički vjesnik* / *Technical gazette*, vol. 25, no. 3, pp. 211-215, 2018. ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online) https://doi.org/10.17559/TV-20170705114921

[2] Pap K., Žiljak I.; Žiljak-Vujić J.: Image reproduction for near infrared spectrum and the infrared design theory, *Journal of Imaging Science and Technology*, vol. 54, no. 1, 2010., pp. 10502-1-10502-9(9), https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2010.54.1.010502

[3] Rajković I.; Žiljak V.: Usage of ZRGB video camera as a detection and protection system and development of invisible infrared design, *Polytechnic & Design*, vol. 4, no. 1, 2016., pp: 54 - 59; ISSN 2459-6302,ISSN1849-1995, DOI: 10.19279/TVZ.PD.2016-4-1-07

[4] Mapa Čigra: http://www.vilko.ziljak.hr/vz001.mp4, www.vilko.ziljak.hr/vz001.swf,/vz001 do /vz016: 001 Jana u boji, 002 jana sivo, 003 Branka Hlevnjak, 004 Dubravka, 005 Cigra, http://vilko.ziljak.hr/cigraJZG.mp4

[5] Žiljak Gršić J.: Near infrared spectroscopy, in print *Technology, Polytechnic & Design*, vol. 5, no. 1, 2017., pp:32-36, DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05,DOI: 10.19279/TVZ.PD.2017-5-1-05-en

[6] Pogarčić I.; Agić A.; Matas M.: Evaluation of the colorant twins for the neutral grey spectra in infrared graphic procedure; *Tehnički vjesnik*, 23, 6(2016), pp. 1659-1664, ISSN 1330-3651, ISSN 1848-6339, DOI: 10.17559/TV-20150303132036, https://doi.org/10.17559/TV-20150303132036

[7] Žiljak V., Pap K., Žiljak I.: CMYKIR security graphics separation in the infrared area, *Infrared Physics and Technology*, vol. 52., no. 2-3, ISSN 1350-4495, Elsevier

B.V. DOI:10.1016/j.infrared.2009.01.001, pp. 62-69, 2009. http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350449509000103

[8] Nada Žiljak: Infrared ART, Muzej Mimara, Zagreb, http://www.nada.ziljak.hr/VIS-NIR-spektar.pdf Galerija Sv. Ivan Zelina, http://www.gallery-hr.com/NADAZILJAK.htm

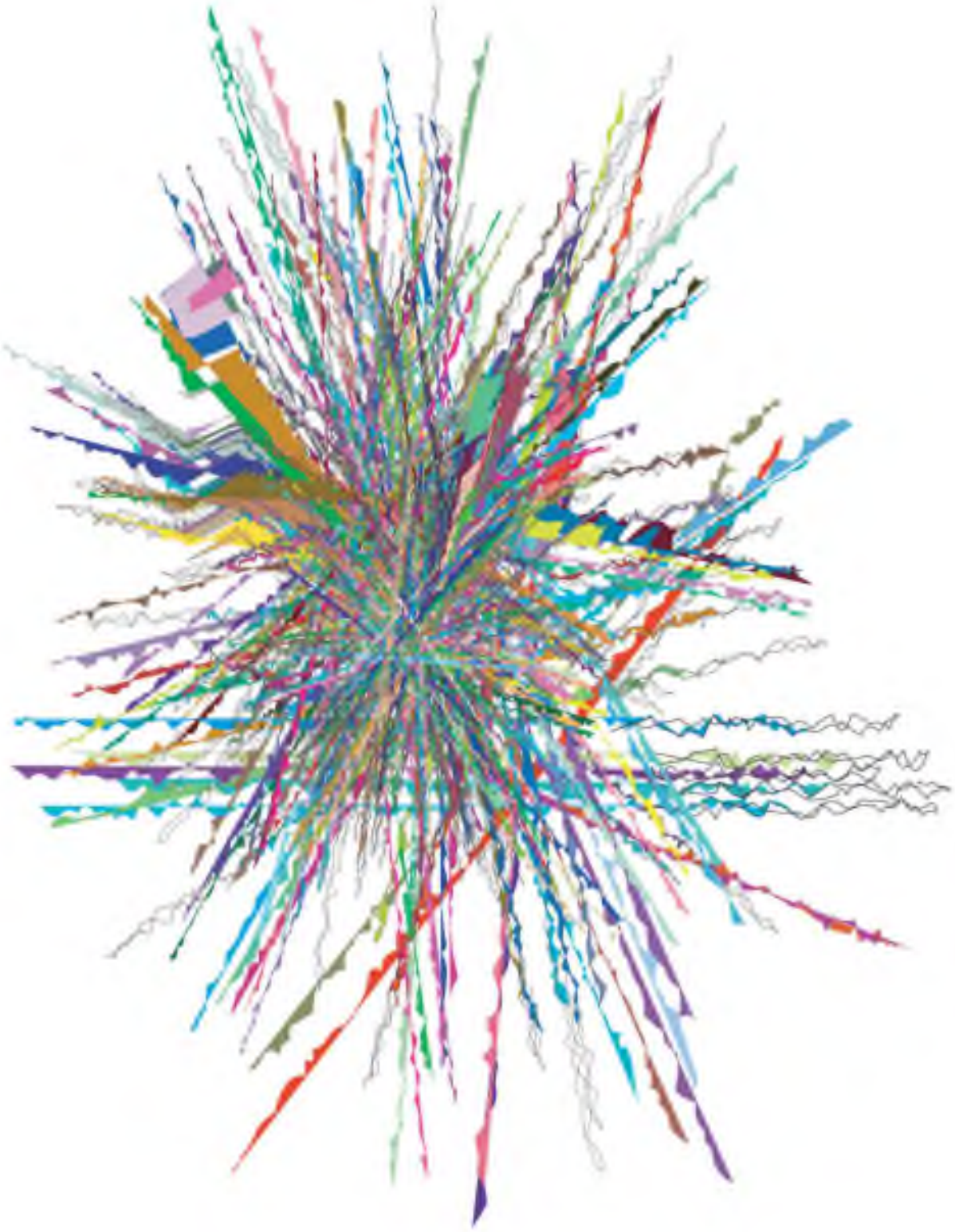
[9] Project in a Docucenter with SP-2000 colorspectroscopy module & PAG B50 custom designed with 24 barrier filters, http://forensictechnology.com/projectina/ Switzerland

Near Infrared Spectroscopy of Grey Dyes for Security of Computer Graphic

Jana Žiljak Gršić, *Denis Jurečić* and *Vilko Žiljak*

Abstract: We create computer graphics with respect to the environment with dual cameras. Video surveillance technology is our reality; visual and infrared spectrum. We design the security design of documents, clothing, and fine art with the of two image information nested on the same place. Scanning process has not yet been developed that would allow the duplicate performance of such graphic work. All of today's copying devices are manufactured for a visual light area with an RGB record. The picture with two mutually separate contents we perform with dyes produced for different materials: paper, cloth, ceramics, metal. We have developed a coloring procedure called "twins". Twins of pigments, dyes and colorants have the same spectra in the visual light region, but differentially absorb radiation in the near infrared region. Computational graphics with dual content are for our eyes monochrome; gray in a visual and gray in near infrared spectrum. Our computer graphics models have expanded the area of security printing and dyeing cloth in camouflage technology. We present a gray-colored computer graphic with an nested portrait that is invisible to the naked eye.

Keywords: color and colorant twin, colorant spectra of dye, computer graphics, digital printing, NIR spectrum



Dubravko Rogale, Darko Lukša, Siniša Fajt, Željko Knezić

Zbirka niskofrekvencijskih izvora signala

Sažetak: Prikazana je zbirka i tehnički podaci 48 niskofrekvencijskih izvora signala pohranjenih u Prvoj hrvatskoj zbirci mjerne i komunikacijske opreme. Opisano je 17 generatora sinusnih frekvencija i generatora funkcija izvedenih u cijevnoj i poluvodičkoj tehnici poznate slovenske tvrtke Iskra, čiji su uređaji dominirali u srednjoškolskom obrazovanju i servisima. Nadalje, opisana su tri izvora signala izrađena u Hrvatskoj u tvornicama Elektronika i Bagat (Zadar) te šest često korištenih izvora tt. Philips. Također je opisano 12 profesionalnih niskofrekvencijskih izvora signala koji su se koristili u istraživačkim institucijama te laboratorijima tehničkih fakulteta u Hrvatskoj te deset jednostavnijih izvora namijenjenih servisima, srednjoškolskoj uporabi i osobnoj amaterskoj uporabi.

Ključne riječi: artefakti mjerne i komunikacijske tehnike, generatori funkcija, Hrvatska tehnička baština, niskofrekvencijski izvori signala, tongeneratori

Uvod

Niskofrekvencijski izvori signala važan su dio hrvatske tehničke baštine s obzirom na to da su se u Hrvatskoj počeli koristiti još prije Drugog svjetskog rata, pri čemu se koristila cijevna tehnika za generiranje signala. Poslije se prešlo na poluvodičku tranzistorsku tehniku, nakon koje je uslijedila primjena analognih integriranih sklopova za generiranje sinusoidalnih, trokutnih i pravokutnih signala te digitalne elektronike za rad u digitalnim i računalnim sustavima. U radu je prikazano 48 niskofrekvencijskih izvora signala, koji su pohranjeni u Prvoj hrvatskoj zbirci mjerne i komunikacijske opreme. Zbirka je prvi put javnosti prikazana na 7. simpoziju Povijest i filozofija tehnike 2018. godine [1].

Zbirka je najvećim dijelom nastajala donacijama brojnih zaljubljenika i poštovatelja tehničkog stvaralaštva i ingenioznosti, ali i otkupom izložaka na različitim sajmovima i putem oglasnika kad je trebalo tematski kompletirati pojedine cjeline. Mnogi uređaji donirani su u tehnički neispravnom stanju, električni, elektronički i mehanički nefunkcionalni, nekompletni i fizički oštećeni, bez ikakve tehničke popratne dokumentacije. Stoga je ulagan velik napor u njihov popravak i obnovu, barem do razine koja osigurava daljnju dugotrajnu pohranu.

Zbirka je još uvijek u nastajanju. U ovom trenutku ulažu se veliki napori da se na adekvatan način izlošci poprave, restauriraju, pohrane, katalogiziraju i predstave javnosti. Spomenuta zbirka može se pogledati na *web*-stranici http://web.hamradio.hr/9a9dr/museum.html [2]. Podijeljena je u dvije glavne skupine, u skupinu komunikacijske i u skupinu mjerne opreme. U dijelu mjerne opreme može se pogledati poglavlje generatora frekvencije, koje je podijeljeno na generatore niskih frekvencija s 48 izložaka i na generatore visokih frekvencija s 38 izložaka. U članku su prikazani niskofrekvencijski generatori koji su se koristili u hrvatskim istraživačkim laboratorijima, sveučilišnim i srednjoškolskim ustanovama, tvornicama, servisima i privatnoj amaterskoj uporabi.

1. Niskofrekvencijski izvori signala

Spomenutih 48 izložaka svrstano je u nekoliko skupina. U prvoj je skupini 17 izvora niskofrekvencijskih signala poznate slovenske tvornice Iskra − Kranj, koja je dominirala u proizvodnji elektroničkih mjernih uređaja u Jugoslaviji. Nažalost, u Hrvatskoj nije postojala proizvodnja niskofrekvencijskih izvora signala pa su prikazana samo tri dostupna artefakta. Nadalje su prikazani uređaji tvornica Philips, Hewlett Packard, Rohde & Schwarz, Orion, Krohn-Hite, Heathit, Grundig i nekih manje poznatih proizvođača.

1.1. Niskofrekvencijski izvori signala tvornice Iskra, Slovenija

Slovenska tvornica Iskra proizvodila je široku paletu niskofrekvencijskih i visokofrekvencijskih izvora signala. Uređaji su nosili oznaku MA (najvjerojatnije pokratu od merilni aparat) i četveroznamenkastu brojčanu oznaku. Brojčana oznaka serije niskofrekvencijskih izvora signala počela je oznakom 3600, visokofrekvencijskih izvora signala oznakom 3700, a generatora funkcija oznakom 3730.

Na slici 1. prikazan je niskofrekvencijski **MA 3601 RC GENERATOR.** Generator je izrađen u cijevnoj tehnici i predstavlja prvi Iskrin

niskofrekvencijski izvor. Imao je tri frekvencijska područja s kojima su pokrivene frekvencije od 20 Hz do 20 kHz (audio frekvencijsko područje). Za svako područje naznačene su frekvencije na kružnoj skali, a izlazna amplituda mogla se grubo namjestiti s pomoću preklopnika od praktički 0,5 mV do 10 V. Izlaz je bio izveden s pomoću koaksijalnog priključka *amphenol*.

Poslije je Iskra, prema istoj električnoj shemi, izradila novi model **MA 3602 RC GENERATOR,** prikazan na slici 2. Očito je bila riječ o dobro pogođenoj električnoj shemi pa je tvornica ostavila jednake vanjske preklopnike i potenciometre s istim vrijednostima područja frekvencija i izlaznih napona, samo je osuvremenjen dizajn uređaja, a kružna skala zamijenjena linearnom.

Tvornica očito nije povećavala redni broj oznake prema kronološkom redoslijedu nastanka uređaja, tako da je pod oznakom **MA 3604 RC GENERATOR** na tržište plasiran poluvodički RC-generator prikazan na slici 3. Generator proizvodi sinusne valne oblike u četirima frekvencijskim područjima: od 17 Hz do 200 kHz, a amplituda se može podešavati u rasponu od 1 mV do 1 V u četirima amplitudnim područjima.

Na slici 4. prikazan je RC-generator oznake **MA 3605 RC GENERATOR,** koji više nema analognu skalu, nego je ona zamijenjena digitalnim zaslonom na kojem se prikazuje frekvencija. Podešavanje frekvencije obavlja se helikoidnim potenciometrom s deset okretaja. Ostale tehničke karakteristike jednake su prethodnom RC-generatoru.

Na slici 5. prikazan je cijevni RC-generator pod oznakom **MA 3615 RC GENERATOR**. Prema dizajnu uređaja moglo bi se zaključiti da je nastao u razdoblju nakon pojave generatora MA 3601. Za njega je karakteristično da ima četiri frekvencijska područja od 20 Hz do 200 kHz, ali samo jednu polukružnu skalu za sva četiri frekvencijska područja. Izlazna amplituda podešava se skokovito s pomoću preklopnika s devet položaja, a fino podešavanje izvodi se potenciometrom. Izlazna amplituda može biti u području od 1 mV do 10 V.

U cijevnoj tehnici tvornica je poslije plasirala na tržište pojednostavnjen niskofrekvencijski generator pod oznakom **MA 3616E AUDIO OSCILLATOR**, slika 6., s polukružnom skalom i četirima frekvencijskim područjima od 18 Hz do 200 kHz i samo jednim potenciometrom za amplitudu izlaznog signala. Uređaj je bio namijenjen izvozu, s obzirom na to da su oznake na njemu pisane na engleskom jeziku. Dizajnom gotovo jednak uređaj plasiran je i sa slovenskim oznakama **MA 3616S RC GENERATOR**, slika 7.

Na slici 8. prikazan je također cijevni uređaj starije generacije oznake **MA 3621 RC GENERATOR**, koji konstrukcijski i dizajnom podsjeća na nasljednika uređaja MA 3601. Za njega je karakteristično da radi u frekvencijskom području od 50 Hz do 500 kHz, što je razmjerno visoka frekvencija za dotadašnji Iskrin razvoj. Za uređaj je karakteristično i to da je imao ugrađen cijevni elektronski voltmetar pa se izlazna amplituda signala mogla vrlo precizno podesiti.



Sl. 1.: MA 3601 RC GENERATOR



Sl. 2.: MA 3602 RC GENERATOR



Sl. 3.: MA 3604 RC GENERATOR



Sl. 4.: MA 3605 RC GENERATOR



Sl. 5.: MA 3615 RC GENERATOR



Sl. 6.: MA 3616E AUDIO OSCILATOR



Sl. 7.: MA 3616S RC GENERATOR



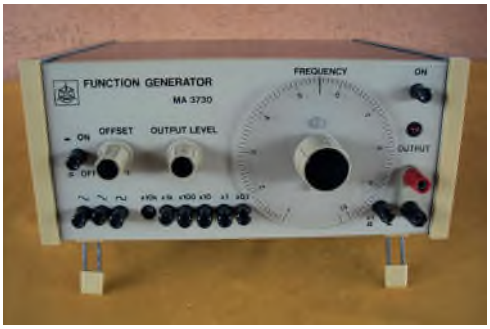
Sl. 8.: MA 3621 RC GENERATOR



Sl. 9.: MA 3640 SINE WAVE GENERATOR



Sl. 10.: MA 3651 GENERATOR AND LEVEL METER



Sl. 11.: MA 3680 DVOTONSKI GENERATOR



Sl. 12.: MA 3730 FUNCTION GENERATOR

Jedan od modernijih poluvodičkih uređaja, oznake **MA 3640 SINE WAVE GENERATOR**, prikazan je na slici 9. Načelno, uređaj se sastoji od dvaju nezavisnih mjernih instrumenata: digitalnog mjerila frekvencije i generatora sinusnog signala koji mogu raditi neovisno jedan o drugom ili zajedno, čime se omogućava vrlo precizno podešavanje frekvencije. Uređaj može generirati sinusni valni oblik frekvencija od 10 Hz do 1 MHz u pet frekvencijskih područja, a izlazni napon u rasponu od 1 mV do 1 V u četirima amplitudnim područjima.

Na slici 10. prikazan je Iskrin uređaj **MA 3651 GENERATOR AND LEVEL METER**. Za uređaj ne postoji nikakva tehnička dokumentacija niti mu je poznata točna namjena. Može se samo zaključiti da mu je vjerojatno uporaba bila u telefoniji s obzirom na ulaze i izlaze od 600 Ω i u rasponu govornih frekvencija.

Razmjerno suvremen uređaj za vojnu uporabu ispitivanja SSB primopredajnika (engl. *single side band*), Iskra je razvila pod oznakom **MA 3680 DVOTONSKI GENERATOR**, slika 11. Uređaj može raditi s izlaznim tonom od 1500 Hz i dvama tonovima od 700 Hz i 1700 Hz. Izlazna amplituda može mu se podesiti od 0,1 mV do 300 mV kontinuirano u sedam područja, što odgovara razinama mikrofonskih signala. Uređaj se koristi u mjernom kompletu s ispravljačem, mjerilima visokofrekvencijske snage s mogućnošću mjerenja SWR odnosa (reflektirane snage iz antene radiouređaja), mjerilom niskofrekvencijske snage i digitalnog mjerila frekvencije. Spomenuti mjerni komplet također se nalazi u postavu zbirke.

Nakon spomenute skupine niskofrekvencijskih izvora sinusnih signala Iskra je počela proizvodnju tzv. generatora funkcija, koji su mogli generirati signale sinusnog, trokutnog i pravokutnog oblika. Na slici 12. prikazan je prvi takav generator oznake **MA 3730 FUNCTION GENERATOR**, koji je mogao raditi u frekvencijskom području od 0,1 Hz do 0,1 MHz. Frekvencija se grubo podešavala tipkama u šest područja, a unutar područja namještala se s pomoću kružne skale. Uređaj je imao i mogućnost *offseta* izlaznog napona.

Nakon spomenutog uređaja ubrzo se na tržištu pojavio novi generator, oznake **MA 3731 FUNCTION GENERATOR**, prikazan na slici 13., s neznatnom razlikom da se *offset* uključivao prekidačem, a ne tipkom, te da je ugrađen i dodatni prekidač za podešavanje slabljenja izlaznog signala od 0 dB i −20 dB. Osim koaksijalne izlazne impedancije od 50 Ω, ugrađene su i uobičajene kabelske priključnice izlazne impedancije od 600 Ω.

Uređaj oznake **MA 3732 FUNCTION GENERATOR** prikazan na slici 14. po svim tehničkim karakteristikama odgovara uređaju oznake MA 3731, ali nema 600 Ω-skih izlaznih priključnica.

Na slici 15. prikazan je uređaj oznake **MA 3733 FUNCTION GENERATOR**, koji ima praktički jednake tehničke karakteristike kao i prethodno opisan model, ali tipke kojima su se uključivala frekvencijska područja i izvor valnog



Sl. 13.: MA 3731 FUNCTION GENERATOR



Sl. 14.: MA 3732 FUNCTION GENERATOR



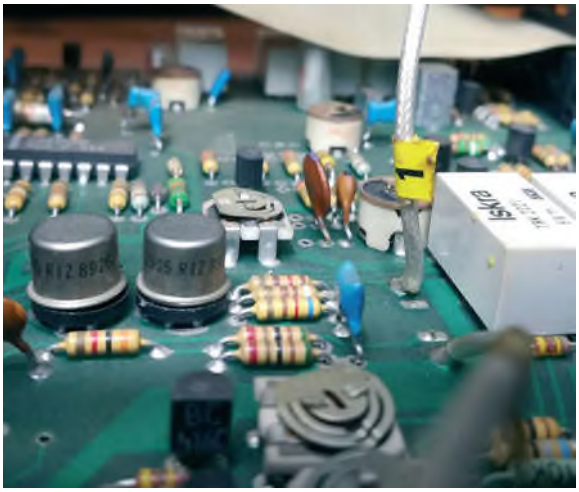
Sl. 15.: MA 3733 FUNCTION GENERATOR



Sl. 16.: MA 3733S FUNKCIJSKI GENERATOR



Sl. 17.: MA 3735 FUNCTION GENERATOR



Sl. 18.: RIZ-ovi tranzistori u generatoru funkcija MA 3735

oblika izlaznog signala zamijenjene su 6-polnim i 3-polnim preklopnicima. Samom uređaju poboljšan je izgled te je ugrađen u kućište prepoznatljiva Iskrina dizajna, koji je bio u funkciji neposredno prije gašenja te tvornice kao vodećeg jugoslavenskog proizvođača mjerne elektroničke opreme. Natpisi na uređaju su na engleskom, dok su na onom oznake **Iskra MA 3733S FUNKCIJSKI GENERATOR**, slika 16., na slovenskom jeziku, iz čega je očigledno da je riječ o jednakom uređaju, ali namijenjenu slovenskom tržištu.

Na slici 17. prikazan je jedan od posljednjih visokosofisticiranih generatora niskofrekvencijskih signala, oznake **MA 3735 FUNCTION GENERATOR**. Frekvencija se mogla namjestiti digitalno u rasponu od 1 mHz do 1 MHz, izlazni signal mogao je poprimiti sinusni, trokutni i pravokutni oblik, a mogla se podešavati i simetrija signala. Osim konvencionalnog izlaznog signala promjenjive amplitude, uređaj je mogao davati i digitalne signale prema TTL normi. Imao je naponski upravljan oscilator, a dopuštao je i vanjsku amplitudnu ili frekvencijsku modulaciju izlaznog signala. U uređaj je bio ugrađen poznati mikroprocesor Z80A, a posebna je zanimljivost da su poluvodičke komponente najvećim dijelom bile iz poznate tvornice poluvodiča RIZ − Zagreb, slika 18.

2.2. Niskofrekvencijski izvori signala izrađeni u Hrvatskoj

U Prvoj hrvatskoj zbirci mjerne i komunikacijske opreme samo su tri izvora niskofrekvencijskih signala. Očito je da se u Hrvatskoj nisu proizvodili niskofrekvencijski izvori signala, nego je oslonac bio na korištenju Iskrinih uređaja, kojih je proizveden impresivan broj. S obzirom na plansku privredu ondašnje Jugoslavije to i nije iznenađujuća pojava.

Izvori niskofrekvencijskih signala proizvedenih u Hrvatskoj bili su posebnih namjena. Na slici 19. prikazan je tonski generator izrađen u tvornici Elektronika − Zadar, oznake **OPGK-163**. Spomenuti uređaj služio je u sklopu profesionalnog mjerila otpora uzemljenja te se mogao napajati iz mreže ili akumulatora. Imao je mogućnost podešavanja izlazne impedancije, a izrađen je u cijevnoj tehnici.

Na slici 20. prikazan je **DVOKANALNI PULS GENERATOR Tip GI-2**, tvornice Bagat − Zadar. Očito je da je bio izrađen za interne potrebe tvornice s obzirom na to da je Bagat − Zadar proizvodio strojeve s iznimno preciznom mehanikom (kućanski i industrijski šivaći strojevi, alatni strojevi), te mu je trebao namjenski generator ciljanih funkcija. Generator je izveden također u cijevnoj tehnici, a krasi ga izrazito visoka stručna razina izrade i estetike. Na prednjoj ploči nalaze se brojni preklopnici s opisom i znakovljem koji omogućuju intuitivnu uporabu. Uz uređaj ne postoje sheme ni tehnička uputstva.



Sl. 19.: Elektronika − Zadar: OPGK-163 TON GENERATOR



Sl. 20.: Bagat: Tip GI-2 DVOKANALNI PULS GENERATOR



Sl. 21.: Elektronika − Zadar: DVOTONSKI GENERATOR DG-1

Zadarska tvrtka Elektronika izradila je dvotonski generator oznake **DG-1** za ispitivanje SSB primopredajnika u svojoj kasnijoj fazi, slika 21. Uređaj ima sličnu namjenu kao opisani Iskrin uređaj MA 3680 prikazan na slici 11. Valja istaknuti da je dvotonski generator DG-1 izveden neusporedivo profesionalnije i da ima puno više mogućnosti i ugrađenih dodatnih uređaja u usporedbi s Iskrinim modelom. Generator DG-1 ima dva nezavisna izvora niskofrekvencijskih signala s grubim i finim podešavanjem u rasponu frekvencija od 20 Hz do 20 kHz i u trima frekvencijskim područjima. Amplituda signala može se zasebno podesiti za svaki izvor odvojeno. Uređaj je opremljen elektronskim voltmetrom koji može mjeriti napone od 0,5 mV do 5 V u devet mjernih područja kao i razinu signala u dBm. Postoje nesimetrični izlaz s koaksijalnom priključnicom i simetrični naponski izlazi s konvencionalnim priključnicama, oba impedancije 600 Ω. Uz sve navedeno, uređaj ima digitalno mjerilo frekvencije s pet znamenki tako da se izlazna frekvencija može precizno namjestiti. Generator predstavlja sjajan primjer hrvatskog inženjerstva pred raspad Jugoslavije.

2.3. Niskofrekvencijski izvori signala tvrtke Philips

Prema brojnim tehničkim artefaktima prikupljenim u Prvoj hrvatskoj zbirci mjerne i komunikacijske opreme (osciloskopi, elektronski voltmetri, niskofrekvencijski i visokofrekvencijski izvori signala, mjerni mostovi i drugo), može se zaključiti da je tvrtka Philips bila značajno zastupljena u razvojnim ustanovama, na fakultetima, u srednjim školama i kvalitetnim servisima. To se odnosi na razdoblje od prije i nakon Drugog svjetskog rata, a proteže se sve do danas. Svi su Philipsovi instrumenti kvalitetno izrađeni. Bili su vrlo pouzdani i točni, a mnogi su i nakon dugog niza godina praktične uporabe i dalje u ispravnom radnom stanju. Na slici 22. prikazan je niskofrekvencijski generator oznake **GM 2307**. Za njega je zanimljivo do ima dvije polukružne skale za namještanje izlazne frekvencije na način da se lijevom skalom grubo namješta frekvencija na razini kiloherca u cijelom frekvencijskom rasponu, a desnom skalom frekvencija unutra jednog kiloherca. Instrument ima sve potrebne atenuatore za podešavanje amplitude, simetričnosti i impedancije izlaznog signala. Slična je poboljšana varijanta plasirana na tržište pod oznakom **GM 2308** prikazana na slici 23., a znatno usavršena i bitno poboljšana varijanta pod oznakom **GM 2314**, slika 24.

Znatno jednostavnija varijanta sinusnog izvora niskofrekvencijskog signala proizvedena je pod oznakom **GM 2316 R-C GENERATOR**, slika 25. Uređaj je uobičajene izvedbe i frekvencijskog područja od 30 Hz do 30 kHz u trima frekvencijskim područjima, a mogao je davati signale amplitude od 0,1 mV do 10 V.

Za njega je izrađen i generator signala kontinuirano promjenjive frekvencije (vobler) oznake GM 2886, u kutiji jednakih dimenzija i vrlo sličnog dizajnerskog rješenja, slika 26., pa je očito da su ta dva uređaja radila u paru. Vobler je imao frekvencijski pomak od ±25 kHz, što je bilo dovoljno za snimanje karakteristika ondašnjih niskofrekvencijskih pojačala.

Na slici 27. prikazan je Philipsov izvor niskofrekvencijskih signala oznake **PM 5164 SWEEP GENERATOR** iz 70-ih godina prošlog stoljeća. Izrađen je u poluvodičkoj tehnici i pokrivao je frekvencijsko područje od 0,1 Hz do 100 kHz. Davao je sinusne, trokutne i pravokutne izlazne impulse kojima se mogla mijenjati amplituda i omjer impuls / pauza. Također se moglo podesiti područje i brzina prebrisavanja frekvencija, a mogao je raditi u kontinuiranom modu i s okidanjem jednog impulsa.

2.4. Profesionalni izvori niskofrekvencijskih signala

Opisani niskofrekvencijski izvori signala bili su skromnijih tehničkih karakteristika i koristili su se češće u nastavne i servisne svrhe, a rjeđe za jednostavnije razvojne poslove. U razvojnim institutima Hrvatske, kao i na tehničkim fakultetima, koristili su se izvori niskofrekvencijskih signala eminentnijih proizvođača, poput tvrtki Hewlett Packard, Rohde & Schwarz i drugih.



Sl. 22.: GM 2307 L. F. FREQUENCY GENERATOR



Sl. 23.: GM 2308 LOW FREQUENCY OSCILLATOR



Sl. 24.: GM 2314 LOW FREQUENCY OSCILLATOR



Sl. 25.: R-C GENERATOR PHILIPS GM 2316



Sl. 26.: GM 2886 WOBLER 0 – ±25kHz



Sl. 27.: PM 5164 SWEEP GENERATOR

Na slici 28. prikazan je sinusni izvor niskofrekvencijskih signala tvrtke Hewlett Packard oznake **206A AUDIO SIGNAL GENERATOR**. Uređaj pokriva frekvencijsko područje od 20 Hz do 20 kHz te ima ugrađen elektronski voltmetar uz mogućnost podešavanja amplitude i izlazne impedancije. Izrađen je u cijevnoj tehnici, vrlo je robustan i karakterizira ga iznimna stabilnost i malo izobličenje izlaznog signala.

U poluvodičkoj tranzistorskoj tehnici izrađen je uređaj s oznakom **209A OSCILLATOR**, prikazan na slici 29., koji pokriva frekvencijsko područje od 4 Hz do 2 MHz sa sinusnim i pravokutnim naponskim impulsima na izlazu. Uređaj osigurava vrlo visoku vjernost, odnosno mala izobličenja izlaznih signala. Razmjerno je malih dimenzija te se često koristio u laboratorijskoj visokoškolskoj nastavi.

Na slici 30. prikazan je generator pravokutnih signala oznake **211A SQUARE WAVE GENERATOR**. Radio je u frekvencijskom području od 1 Hz do 1 MHz, a služio je za mjerenje izobličenja niskofrekvencijskih pojačala te za podešavanje frekvencijskih karakteristika, npr. ulaznih atenuatora osciloskopa.

Znatno manji uređaj sličnih karakteristika, ali u poluvodičkoj tehnici, proizveden je pod oznakom **217A SQUARE WAVE GENERATOR**, slika 31.

Na slici 32. prikazan je generator funkcija oznake **3300A FUNCTION GENERATOR**. Radio je u frekvencijskom području od 0,01 Hz do 1 MHz, a generirao je sinusne, trokutne i pravokutne izlazne impulse nezavisno na dvama kanalima. Imao je mogućnost uključivanja vanjskih modula, a u zbirci su dostupna dva takva modula (engl. *plug-in*) oznake **3302A TRIGGER/PHASE LOCK** i s oznakom **3304A SWEEP/OFFSET PLUG-IN**, slika 32.

U zbirci je i stari generator sinusnih frekvencija tvrtke Rohde & Schwarz, oznake **BN 4085 RC-GENERATOR**, slika 33. Pokriva frekvencijsko područje od 30 Hz do 300 kHz u pet frekvencijskih područja i s mogućnošću podešavanja amplitude izlaznog signala.

Na slici 34. prikazan je izvor signala tvrtke Orion, oznake **1113/B**, koji radi u području frekvencija od 20 Hz do 20 kHz te ima ugrađen elektronski voltmetar i mogućnost podešavanja amplitude izlaznog signala. Izrađen je u cijevnoj tehnici.

Tvrtka Krohn-Hite proizvela je generator sinusnog i pravokutnog valnog oblika u poluvodičkoj tehnici, oznake 4300 A, slika 35. Radio je u frekvencijskom području od 10 Hz do 1 MHz i imao mogućnost podešavanja amplitude izlaznog signala od 1 mV do 10 V. Mogao je raditi uz primjenu frekvencijskog filtra oznake 3700, slika 36.

Na slikama 37., 38. i 39. prikazani su niskofrekvencijski digitalni izvori signala tvrtki Systron Donner, Philips i Grass. Uređaji su namijenjeni za pobudu digitalnih sklopova te im se može mijenjati amplituda, frekvencija i omjer impuls / pauza. Služili su za ispitivanje digitalnih sklopova i računalnih sustava.



Sl. 28.: Hewlett Packard: 206A AUDIO SIGNAL GENERATOR



Sl. 29.: Hewlett Packard: 209A LOW FREQUENCY OSCILLATOR



Sl. 30.: Hewlett Packard: 211A SQUARE WAVE GENERATOR



Sl. 31.: Hewlett Packard: 217A SQUARE VAWE GENERATOR



Sl. 32.: Hewlett Packard: 3300A FUNCTION GENERATOR



Sl. 33.: Rohde & Schwarz: SRM BN 4085 RC-GENERATOR



Sl. 34.: ORION EMG TYPE 1113/B AUDIO-FREQUENCY R.C. OSCILLATOR



Sl. 35.: FUNCTION GENERATOR KROHN-HITE Mod. 4300A



Sl. 36.: FREQUENCY FILTER KROHN-HITE Mod. 3700



Sl. 37.: PULSE GENERATOR SYSTRON DONNER 100B



Sl. 38.: PULSE GENERATOR PHILIPS PM 5786



Sl. 39.: FUNCTION STIMULATOR GRASS S88

2.5. Jednostavniji izvori niskofrekvencijskih signala

Jednostavniji izvori niskofrekvencijskih signala koristili su se posebno u servisima i srednjoškolskoj nastavi u Hrvatskoj, kao i u osobnoj amaterskoj uporabi pojedinaca koji su se bavili elektronikom. Jednostavniji izvori signala bili su financijski dostupni, ili su kupljeni u kitu[1] ili su bili samogradnje uređaja. Na slikama 40., 41. i 42. prikazani su uređaji s područja DR Njemačke. To su generatori sinusnog signala oznake **WF SSU-2** i **RWG 2** te RC-generator tvrtke Clamann & Grahnert. Uređaji su izrađeni u cijevnoj tehnici i konstrukcijski su razmjerno jednostavni. Na slikama 43. i 44. prikazani su popularni i često korišteni izvori niskofrekvencijskih signala tvrtke Heathkit, oznake **AG-1A** i **AG-8**. Spomenuti uređaji nabavljali su se u kitu, a kupac ih je naknadno sastavljao montažom mehaničkih elemenata i lemljenjem elektroničkih komponenata. Uz uređaj se dobivala bogato ilustrirana knjižica sa svim postupcima izgradnje uređaja. Takvim pristupom uređaji su cjenovno bili prihvatljivi širem krugu zainteresiranih, a sam tijek sastavljanja i puštanja u pogon bio je koristan za stjecanje novih znanja i iskustava.

Na slikama 45., 46., 47. i 48. prikazani su nešto kvalitetniji, a još uvijek razmjerno jednostavniji izvori niskofrekvencijskih signala francuskih, japanskih i njemačkih proizvođača, namijenjeni u prvom redu za rad u servisima za popravak radioaparata, televizora i niskofrekvencijskih pojačala. Prikazani izvori razmjerno su jednostavni, malih dimenzija, robusni, izdržljivi i pouzdani te u pravilu generiraju sinusni oblik signala, a rjeđe i pravokutni valni oblik u audiofrekvencijskom području.

Mnogi su u Hrvatskoj izrađivali vlastite uređaje, koristeći prilično bogatu domaću literaturu poput časopisa *Elektrotehničar* i knjiga za samograditelje koje su izdavale Tehnička knjiga iz Zagreba i Savez radioamatera Hrvatske. Uz domaću literaturu koristili su se često i inozemni popularni časopisi i knjige. Na slici 49. prikazana je uspješna samogradnja uređaja za generiranje niskofrekvencijskih signala u frekvencijskom području od 10 Hz do 100 kHz s mogućnošću kontinuirane regulacije amplitude izlaznog signala. Uređaj je generirao sinusni, pravokutni i trokutni signal promjenjive amplitude, kao i signal konstantne amplitude prema TTL normi za pobudu digitalnih sklopova, a prema kvaliteti izlaznog signala ni u čemu nije zaostajao za mnogim tvorničkim uređajima. Samogradnjama su pribjegavali pojedinci skromnijeg imovinskog statusa, a bogati znanjem, pri čemu su postojeći kvantum znanja značajno proširivali na osobnu dobrobit te dobrobit okruženja.

[1] engl. *electronic kit,* paket komponenata za sastavljanje elektroničkog uređaja, obično se sastoji elektroničkih komponenata, sheme spajanja, uputa za sastavljanje, a često i tiskane pločice.



Sl. 40.: WF SSU-2 LOW FREQUENCY OSCILLATOR



Sl. 41.: WF RWG 2 L. F. FREQUENCY SQUARE VAWE GENERATOR



Sl. 42.: CLAMANN & GRAHNERT RC GENERATOR



Sl. 43.: HEATHKIT Model AG-1A AUDIO GENERATOR



Sl. 44.: HEATHKIT AG-8 AUDIO GENERATOR



Sl. 45.: AUDIO GENERATOR CENTRAD BEM 004



Sl. 46.: AUDIO OSCILLATOR BELCO MODELL TE-22



Sl. 47.: AUDIO OSCILLATOR CTR SWG-26



Sl. 48.: GRUNDIG TG 40 RC-GENERATOR



Sl. 49.: L. F. FREQUENCY FUNCTION GENERATOR

Zaključak

Na primjeru prikazanih 48 niskofrekvencijskih izvora signala s područja Hrvatske, koji su pohranjeni u Prvoj hrvatskoj zbirci mjerne i komunikacijske opreme, razvidna je bogata tehnička kultura i baština Hrvatske u razdoblju neposredno prije Drugog svjetskog rata pa do početka hrvatske samostalnosti. Na temelju sačuvanih uređaja vidljiv je razmjer korištenja spomenutih uređaja u visokoškolskoj i fakultetskoj nastavi, u istraživačkim ustanovama, u srednjoškolskoj nastavi, servisima i za osobne potrebe pojedinaca. Iz toga se može zaključiti da je obrazovanje i razvoj u Hrvatskoj u cijelom spomenutom razdoblju bilo vrlo kvalitetno i da su se koristila ondašnja najsuvremenija tehnička dostignuća primjerena tadašnjem vremenu, te da smo po svemu bili u razini s tehnički najrazvijenijim zemljama svijeta.

Upravo takve zbirke uređaja postaju fizički svjedok izrečenih tvrdnji te su stoga nezaobilazan čimbenik hrvatske tehničke baštine i kulture. Stoga i cjelokupna zbirka ima dva osnovna sadržaja: skupljanje, popravljanje i pohranjivanje tehničkih artefakata koji su se proizvodili u Hrvatskoj i onih koji su se uvozili i koristili u Hrvatskoj u nastavne, znanstvenoistraživačke, inovacijske i razvojne svrhe te za održavanje, popravak i ugađanje elektroničkih sklopova, uređaja i sustava. Sve to pridonijelo je primjeni i napretku tehnike i tehničke kulture u Hrvatskoj, koja je bila na svjetskoj razini.

Literatura

[1] D. Rogale, S. Fajt, Ž. Knezić, D. Lukša: Prva hrvatska zbirka mjerne i komunikacijske opreme, Zbornik radova, Povijest i filozofija tehnike, 7. simpozij PIFT 2018., Zagreb, Hrvatska, lipanj 2018, str. 355-364.

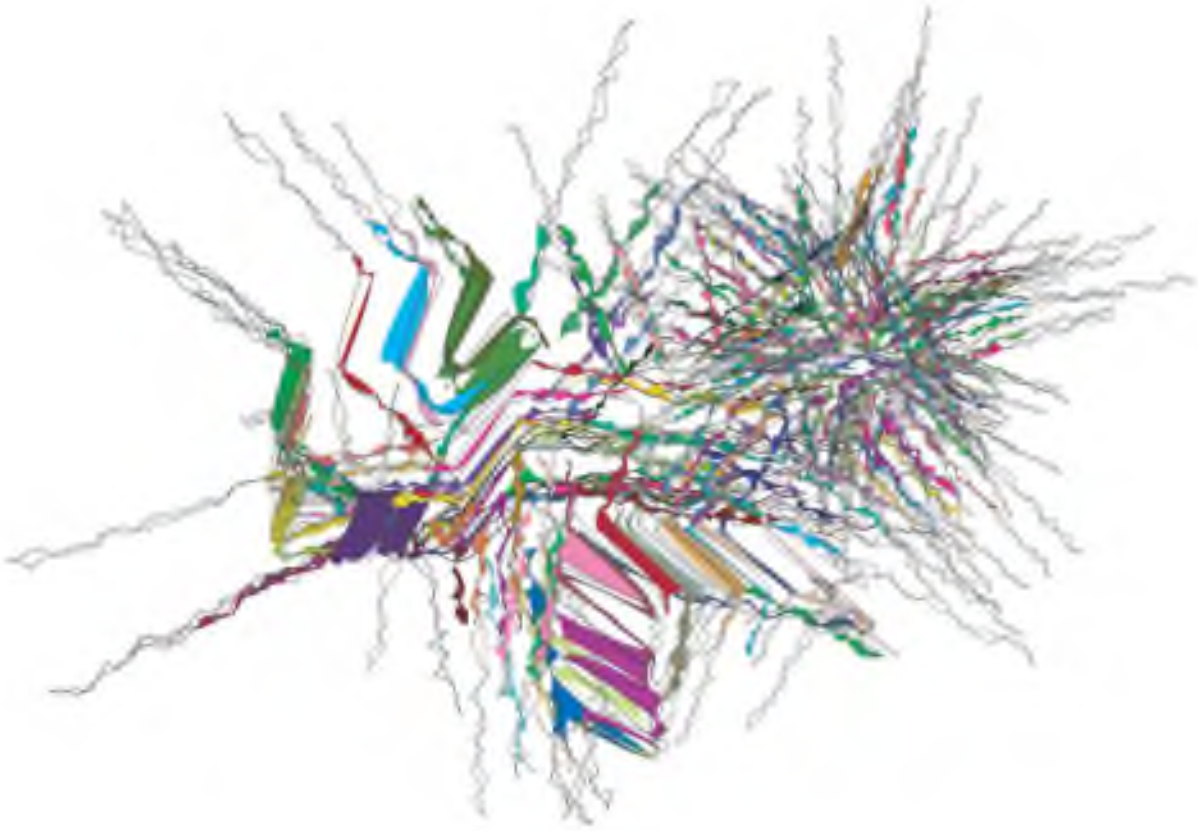
[2] http://web.hamradio.hr/9a9dr/museum.html

A Collection of Low-Frequency Signal Sources

Dubravko Rogale, Darko Lukša, Siniša Fajt and Željko Knezić

Abstract: The collection and technical data of 48 low-frequency signal sources stored in the First Croatian Collection of Measurement and Communication Equipment is presented. The 17 generators of sinusoidal frequencies and generators of functions made in the electron tube and semiconductor technology of the famous Slovenian company Iskra are described. The Iskra's devices were used mostly in secondary education and services. Furthermore, three signal sources made in Croatia at the Elektronika and Bagat company from Zadar and six frequently used sources of the Philips company are also described. Twelve professional low-frequency signal sources were used in research institutes and laboratories of faculties in Croatia and 10 simpler sources intended for services, secondary education and personal amateur use were also described.

Keywords: artefact of measurement and communication techniques, Croatian technical heritage, function generators, low frequency signal sources, tone-generators



Branko Hanžek

Osnivanje zbirke električnih i optičkih sprava u Hrvatskoj

Sažetak: Opisana je zamisao i početak osnivanja zbirke električnih i optičkih sprava u Hrvatskoj, a u sklopu zakonskih rješenja zaštite i očuvanja kulturnih dobara znanstvenog značaja. Kronološki se opisuju događanja od same zamisli prije desetak godina do današnjih dana, kad je prikupljeno četrdeset artefakata električnog (manje) i optičkog (više) karaktera. U radu se vizualno, znanstveno i tehnički predstavljaju neki zanimljivi artefakti. Dio zastarjelih artefakata poklonile su visokoškolske ustanove Sveučilišta u Zagrebu, a dio dobrohotni plemeniti pojedinci. Namjera je rada potaknuti naše škole, znanstvene institute i visokoškolske ustanove, kao i pojedince (darovatelje), na prikupljanje naše dosad nepredstavljene znanstvene baštine kako bismo sačuvali tu ukupnost kulturnih dobara znanstvenog značaja.

Ključne riječi: baština, Hrvatska, kulturno dobro, prikupljanje, zaštita i očuvanje dobara znanstvenog značaja, zbirka električnih i optičkih sprava

Uvod

Prije desetak godina u Zavodu za povijest i filozofiju znanosti Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti počelo je povijesno istraživanje o motrenjima, mjernim sustavima, primjeni matematičkih metoda kao i razvijanju teorija (u prvom redu vjerojatnosti, skupova, funkcija realne varijable i pogrešaka motrenja), a u sklopu egzaktnih znanosti u Hrvatskoj krajem XIX. i početkom XX. stoljeća. Istraživanje se nastavilo tako da se proširilo i na nastavna mjerenja s naglaskom na osnovama teorije vjerojatnosti i statistike. Slijedilo je proširenje tematike tako da se istraživala povezanost s tematski sličnim težnjama u svijetu.

Višegodišnja istraživanja dovela su do faze kad je bilo potrebno početi prikupljati starije mjerne uređaje i nastavna pomagala. Počelo je i pokretanje aktivnosti vezane uz osnivanje spomen-sobe kolijevke hrvatskog mjeriteljstva i nastavnih pomagala u Križevcima. Zašto baš Križevci? U Križevcima je 1860. godine počela nastava na tad ustrojenom Gospodarsko-šumarskom učilištu. Prema prvim pravilima o uređenju Učilišta na prvom tečaju slušali su se, uz ostalo, predmeti Mjerstvo i Mjeračina i razanje[1], a polaznici su imali i vježbe na polju dva sata tjedno.

Istaknimo da je 1849. u Austro-Ugarskoj donesena nova Osnova za organizaciju austrijskih gimnazija i realki, koja je 1850. proširena i na škole hrvatskog jezičnog područja. Uz te škole osnivaju se i pomorske škole u Kotoru, Dubrovniku, Splitu, Zadru i Rovinju u kojima su se također provodila motrenja i mjerenja. Propisane su nužne sprave i nastavna pomagala, ali je, današnjim očima promatrano, organizacijski plan imao velik nedostatak jer se nastava održavala na talijanskom jeziku. Prva nastava na hrvatskom jeziku, koja je uključivala i učitelje i učenike u ulozi mjeritelja, odvijala se na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima. Tako bi se buduća spomen-soba u Križevcima s pravom mogla nazvati ‘kolijevkom’ suvremenog hrvatskog mjeriteljstva. Ideja je da bi se u ‘kolijevku’ trebali pohranjivati svi stari mjerni uređaji i nastavna pomagala, kako bi se sustavno omogućilo spašavanje otpisanih i odbačenih starih uređaja iz mnogih škola, visokoškolskih ustanova i znanstvenih instituta. Na taj bi se način zaustavilo pogubno uništavanje naše dragocjene baštine. Hoće li doći do ostvarenja ideje o osnivanju zbirke električnih i optičkih sprava te nastavnih pomagala, u Križevcima ili negdje drugdje, vrijeme će pokazati.

U proteklih deset godina, razvijajući ideju o stvaranju zbirke prikupljeno je 40 atrefakata, od kojih je osam elektrotehničke, dok su preostali optičke namjene. O tih osam artefakata elektrotehničke namjene neće biti puno riječi u ovom radu, nego će dio njih biti prikazan samo fotografijama, dok će neki posebno vrijedni artefakti optičke namjene biti znanstveno i tehnički opisani.

U ovom trenutku postoji već oformljena, idejom srodna zbirka mjerne i komunikacijske opreme o kojoj je objavljen rad na 7. simpoziju PiFT 2018. godine. Nije isključeno da daljnjim prikupljanjem električnih i optičkih artefakata zbirka preraste u mali muzej.

U nastavku rada opisat će se neki artefakti od znanstvenog značaja na Sveučilištu u Zagrebu. Neki se nalaze na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF), Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) i Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu (FBF). Neke artefakte darovali su plemeniti pojedinci: akademik Nikola Ljubešić, znanstvenik dr. sc. Mile Ivanda, skupljač starina kolekcionar Dubravko Dugošija, optičar Marijan Horvatiček, a neke sam osobno darovao.

[1] **niveliranje**; poravnavanje terena, dovođenje pravca ili plohe u vodoravni položaj, mjerenje visinskih razlika ročaka na terenu

1. Sačuvani i poklonjeni artefakti povezani s visokoškolskim ustanovama Sveučilišta u Zagrebu

1.1. Gavazzijev variometar

Pišući članak o geoznanstveniku Arturu Gavazziju (1861. – 1944., hrvatski geograf, hidrograf i meteorolog), zanimalo nas je je li sačuvan njegov gravitacijski variometar (danas nazvan gravimetrom), kojim je on mjerio već od 1911. godine. Sve pohvale zaslužuje PMF, njegov Geofizički odsjek, Horvatovac b.b., koji je u svojim prostorijama sačuvao taj uređaj. Kao što je poznato, Lorand (njem. Roland) Eötvös (1848. – 1919.), usavršio je 1896. djelovanje Coulombove torzijske vage i konstruirao spravu nazvanu variometar. Njom je mjerio promjene horizontalne komponente gradijenta sile teže i 1906. publicirao svoja mjerenja. Tom novom metodom za određivanje promjene sile teže na malim horizontalnim udaljenostima povećana je točnost čak 10^6 puta od tadašnje metode njihala. Gavazzi je dvostrukim variometrom mjerio s pogreškom koja je bila čak četiri puta manja od pogreške Eötvöseva mjerenja, mjereći na istom geografskom području (istočni Srijem) na kojem je mjerio i Gavazzi. Najzaslužniji za nabavu variometra bio je Dragutin Gorjanović-Kramberger, a sačuvani variometar prikazan je na slici 1. Taj uređaj sastojao se od triju dijelova: stativa, nosača s horizontalnim krugom i dvostruke torzijske vage. Dvostruka torzijska vaga sastoji se od dviju vaga, nosača durbina i skala s podjelom. Sama mjerenja (očitavanja na skalama) izvodila su se u onom trenutku kad su u ravnoteži bili momenti torzije žica i momenti komponenti ubrzanja sile teže. U tom trenutku slike skala bile su nepomične prema vertikalnim nitima durbina.

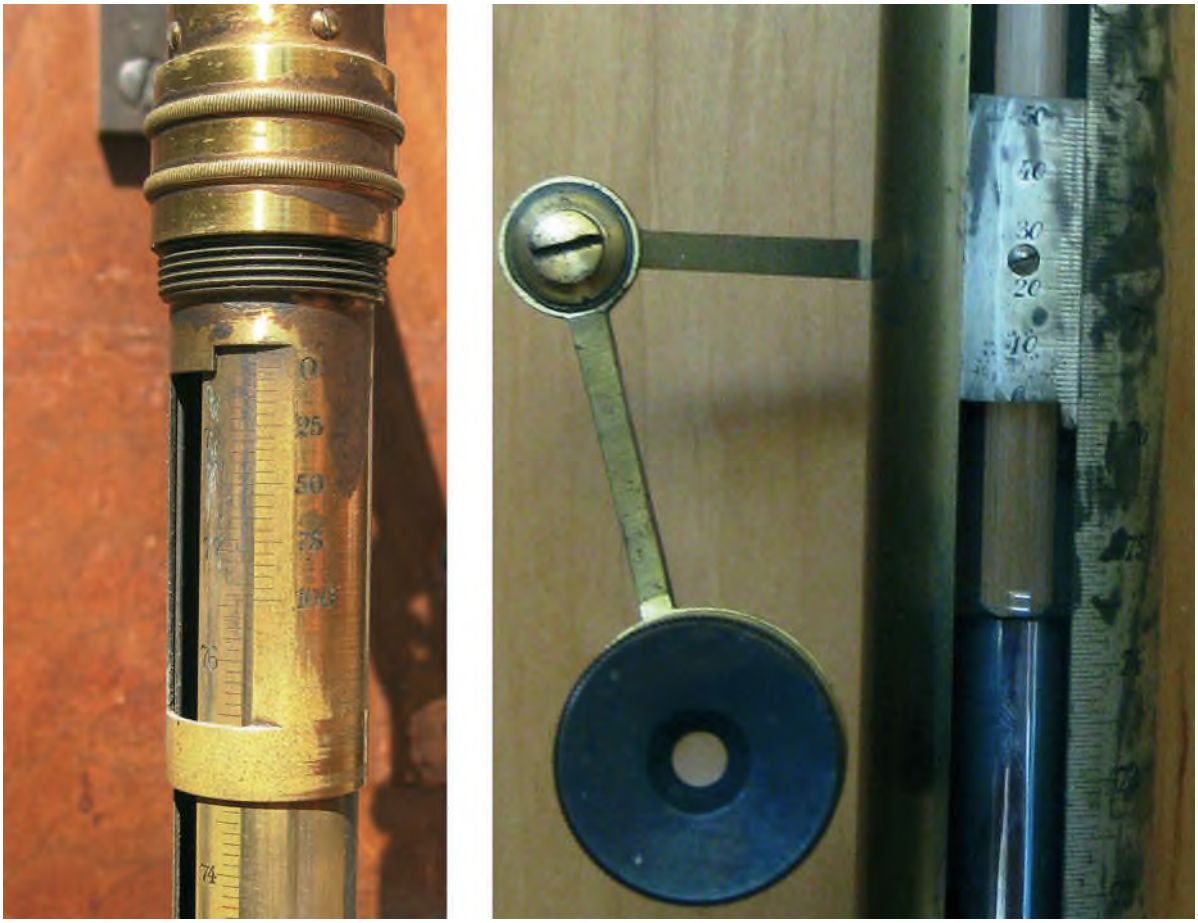


Sl. 1.: Sačuvani Gavazzijev variometar iz 1911. godine.

1.2. Fortinovi barometri

Davne 1871. meteorološki motritelj Ivan Stožir (1834. − 1908.), proveo je te objavio niz mjerenja atmosferskog tlaka pri usponu na zagrebačko Sljeme. Proučavanjem objavljenih mjerenja otvorilo se pitanje jesu li njegova mjerenja

provedena korištenjem pomičnog nonija barometra ili je procjenjivao desetine milimetra položaja žive na Fortinovu barometru pri svakom mjerenju. Dvojba je riješena promatranjem barometara iz Stožirova doba i spomenutih mjerenja. Našao sam dva sačuvana takva barometra na PMF-u. Jedan je na Fizičkom odsjeku, Bijenička cesta 32, a sadrži nonij s 20 podjeljaka, a drugi je sačuvan na Geofizičkom odsjeku, Horvatovac bb, s nonijem s 50 podjeljaka. Budući da Stožirova mjerenja sadrže, npr., iznos atmosferskog tlaka od 715,64 mm Hg, takav iznos mogao je jedino očitati nonijem s 50 podjeljaka, odnosno *točnošću* (tadašnjim izrazom) 0,02 mm. Slike 2a) i 2b) prikazuju fotografije Fortinovih barometara s nonijima s 20, odnosno 50 podjeljaka.



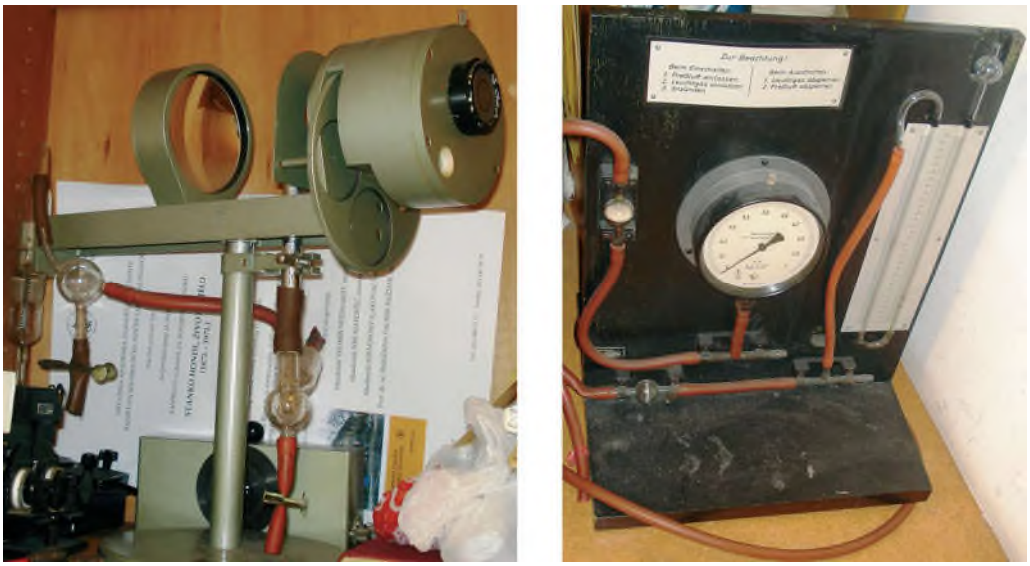
a) b)

Sl. 2.: Sačuvani Fortinov barometar iz sedamdesetih godina XIX. stoljeća: a) 20 podjeljaka nonija i b) 50 podjeljaka nonija

Spomenimo da iznesena dva slučaja, u kojima su riješene neke dvojbe, počivaju na postojanju brige o čuvanju zastarjelih znanstvenih artefakata. Time je lijepo ilustrirano kako je potrebna briga o očuvanju kulturnih dobara znanstvenog značaja.

1.3. Plameni fotometar

Susretljivošću dobrohotnih zaposlenika FKIT-a poklonjen je plameni fotometar. Kao što je poznato, riječ je o izvoru umjetne svjetlosti, koja u opisanom mjernom instrumentu nastaje izgaranjem plina. Nastala svjetlost prolazi kroz upareni uzorak te se prolazna svjetlost detektira, a zatim analizira te interpretira. Riječ je o termičkom fizičkom procesu koji dovodi do emitiranja svjetlosti koje se promatra s pomoću fotometra. Prvi dio fotometra sadrži manometar koji mjeri tlakove plina koji se dovode gumenim cijevima. Zanimljivo je da su optički dijelovi sprave izrađeni kod čuvene firme Zeiss-Jena, što samo po sebi govori da je riječ o vrlo vrijednoj spravi, sl. 3a, 3b.



Sl. 3.: Donirani plameni fotometri, sredina XX. stoljeća (susretljivošću FKIT-a)

1.4. Fotokolorimetri

Pribavljena su i dva odbačena električna fotokolorimetra, kojima su se određivale koncentracije obojenih tvari u otopinama s pomoću jakosti prolaznog snopa svjetlosti. To se određivanje temelji na pojavi apsorpcije svjetlosti različitih valnih duljina pri prolazu kroz obojene otopine različitih koncentracija. Slika 4. prikazuje fotografije električnih fotokolorimetara.

1.5. Električne sprave

Također su pribavljene odbačene komponente električnih sprava (potenciometri), detektor radioaktivnog zračenja i kosinusfimetar. Kako su ti artefakti



Sl. 4.: Fotoelektrični kolorimetri, početak XX. stoljeća



a)



b)



c)

Sl. 5.: Komponente električnih sprava: a) detektor radioaktivnog zračenja, b) kosinusfimetar i c) potenciometar

manji dio buduće zbirke, o njima neće biti posebnog osvrta. Kad se njihova količina poveća, svi takvi artefakti zbirke električnih i optičkih sprava bit će opisani. Neki od njih prikazani su na slici 5a, 5b, i 5c.

2. Poklonjeni artefakti dobrohotnih pojedinaca

2.1. Mikroskopi

Darovatelj (kolekcionar Dubravko Dugošija) darovao je za zbirku tri svjetlosna mikroskopa s deset Hygensovih okulara različitih povećanja (od 10 do 20 puta), odnosno žarišnih duljina (od 2,5 cm do 1,25 cm). Jedan je mikroskop dobiven u originalnoj drvenoj kutiji, a izrađen je potkraj XIX. stoljeća. Drugi je od tvrtke Reichert iz Beča, sačuvan u kartonskoj kutiji, a izrađen je početkom XX. stoljeća. Treći je binokularni tvrtke Meopta, izrađen sredinom XX. stoljeća. Mikroskopi su prikazani na slici 6.



a) b) c)

Sl. 6.: Mikroskopi: a) s kraja XIX. st., b) s početka XX. st. i c) iz sredine XX. st.

2.2. Mikroskop i spektroskop

Akademik Nikola Ljubešić darovao je svjetlosni mikroskop posebne namjene tvrtke Franz Küstner iz Dresdena i spektroskop tvrtke E. Leitz, oba proizvedena sredinom XX. st.



a) b)

Sl. 7.: a) Mikroskop posebne namjere, b) spektroskop unutar drvene kutije

Mikroskop je spremljen u posebnoj drvenoj kutiji i s posebnim svjetlosnim izvorom. Ima vrlo kvalitetan objektiv karakteristika 6.3/0.15 i 170/0.17. Ovdje 6.3 označava povećanje, 0.15 numeričku aperturu, 170 duljinu tubusa u milimetrima, a 0.17 optimalnu debljinu pokrovnog stakalca u milimetrima. Okular mikroskopa je ortoskopski[2] i ima povećanje 16x, tj. 16 puta. Takav okular iznimno je kvalitetan i odlično korigiran u odnosu prema sfernoj i kromatskoj aberaciji te komi i distorziji, slike 7a i 7b.

Spektroskop je smješten u drvenoj kutiji s pripadajućim svjetlosnim izvorom i transformatorom, slika 7b.

2.3. Teleskop, durbin, dalekozori

Znanstvenik dr. sc. Mile Ivanda darovao je stari durbin refraktor i dva stara dalekozora.

Durbin je proizveden prije približno 200 godina i ima ugrađen preokretni sustav sastavljen od leća. Promjer objektiva je 4 cm, a izlazna pupila okulara 4 mm. Najbliža je točka na kojoj se još može jasno vidjeti kroz durbin na metar udaljenosti, a najdalja je, naravno, vrlo blizu beskonačnosti. Stvarno vidno polje durbina je 3,2 stupnja. Durbin je teleskopskog karaktera, a fokusiranje slike postiže se uvlačenjem i izvlačenjem pokretnog dijela tubusa. Tubus je kompletno izrađen od mjedi, a "nepokretni" dio presvučen je kožom. Montaža durbina je azimutna. Posebni adapter nosač durbina, koji se postavlja na prikladni tronožac ili stativ, izradio je optičar Marijan Horvatiček. Posebnost durbina je što su i objektiv i okular zaštićeni metalnim poklopcima, slika 8a.

[2] **ortoskopski okular** sastoji se od tripleta leća udaljenijih od oka i jedne leće (singleta) koja je bliže oku



Sl. 8a.: Durbin refraktor izrađen prije približno 200 godina

Dalekozor star oko 150 godina ima promjer objektiva 4 cm, a izlazna pupila okulara je 10 mm. Zbog velike izlazne pupile velika je relativna svjetloća dalekozora, tj. oko 100 jer raste s kvadratom izlazne pupile. No, ako bi se nanijeli antirefleksni slojevi na leće, koje danas imaju svi suvremeni dalekozori, povećao bi se koeficijent propusnosti svjetlosti kroz dalekozor i relativna svjetloća bila bi još puno puta veća. Stvarno vidno polje dalekozora je 4,6 stupnjeva. Tubusi dalekozora su od mjedi, a dio koji se obuhvaća rukama presvučen je kožom. Nema prizme pa je slika uspravna zahvaljujući leći rastresači okulara. S pomoću prikladne hvataljke može se postaviti na tronožac ili slično, što olakšava promatranje, slika 8b.



Sl. 8b.: Dalekozor čiji je okular leća rastresača, proizveden prije približno 150 godina



Sl. 8c.: Dalekozor star približno 100 godina

Dalekozor s oznakom 8 × 26 star je oko 100 godina. Kao preokretni sustav korištene su po dvije Porro-prizme u svakom tubusu. Broj 8 govori da je povećanje 8 puta, a broj 26 da je promjer objektiva 26 mm. Stvarno vidno polje dalekozora je 5,5 stupnjeva. Dalekozor je proizvela tvrtka Colmont iz Pariza, slika 8c.

2.4. Osobno darovanje (dalekozor, durbin, teleskop refraktor)

Promjer objektiva dalekozora marke Comet je 50 mm. Dalekozor je novijeg tipa s Porrovim prizmama sa širokokutnim realnim vidnim poljem od 6,8 stupnjeva. Zbog Porrovih prizmi pri promatranju se postiže veća plastičnost, odnosno stereoskopnost, jer je razmak optičkih osi objektiva veći od razmaka optičkih osi okulara. Primjenom prizmi postignuto je da se dalekozor skraćuje i postaje pogodniji za nošenje. Leće i prizme imaju antirefleksne slojeve. Uz dalekozor dolazi i poseban adapter − nosač i tronožac, slika 9a.

Darovani durbin je karakteristika 30 × 30 i ima kao preokretni sustav dvije akromatske leće. Na sve su leće naneseni antirefleksni slojevi. Stvarno vidno polje dalekozora je 1,8 stupnjeva. Durbin je smješten na prikladnom adapteru nosaču, koji je učvršćen na mjedeni stalak s prikladnim tronožcem, slika 9b.

Darovani teleskop refraktor oznake Φ50/360 mm ima akromatski objektiv promjera 50 mm i žarišne duljine 360 mm, a prikazan je na slici 9c. Svjetlosna moć iznosi 7,2. Ta je vrijednost omjer žarišne daljine i promjera objektiva, tj. 360 / 50 = 7,2. Često se ta vrijednost naziva *f*-faktor. Sve granične plohe leća premazane su antirefleksnim slojevima. Taj teleskop ima mali tražilac, a optički



Sl. 9a.: Širokokutni dalekozor novijeg tipa



Sl. 9b.: Durbin karakteristika 30 × 30



Sl. 9c.: Dječji teleskop refraktor oznake Φ50/360mm

ispred okulara postavljeno je dijagonalno zrcalo tako da je okular smješten pod pravim kutom u odnosu na optičku os objektiva. To zrcalo omogućava uspravnu sliku, ali sa zamijenjenim stranama lijevo-desno. Teleskopu pripada i poseban tronožac stativ izrađen posebno za njega tako da se može uočiti da je u pitanju azimutna montaža.

2.5. Ručno izrađen teleskop refraktor

Optičar Mario Horvatiček izradio je te poklonio terestrički refraktor promjera objektiva 90 mm. Leće i preokretni sustav premazani su antirefleksijskim slojevima. Objektiv se sastoji od tripleta, preokretni sustav od dvaju akromata, a okulari (koji se mogu mijenjati), su Plösslovi. Tubus je izrađen od 5 mm debele stijenke plastičnog cilindra. Na jednom kraju cilindra je objektiv s irisom, a na drugom uža plastična cijev nosač koja u sredini ima preokretni sustav. Na kraju cijevi umeću se različiti okulari. Micanjem okulara postiže se jasnoća slike, odnosno fokusiranje. Umetanjem okulara različitih žarišnih duljina omogućena su povećanja slike predmeta od 15× do 60×. Refraktor se s pomoću adaptera nosača može postaviti na fotostalak i tako dobiti potrebnu stabilnost. Optičaru Mariju Horvatičeku također želim zahvaliti što je očistio i polirao optičke sprave stare od 100 do 200 godina, slika 10.



Sl. 10.: Refraktor na fotostalku, ručni rad optičara Marijana Horvatičeka

Zaključak

Ideja prikupljanja, zaštite i očuvanja kulturnih dobara znanstvenog značaja (starije mjerne i nastavne električne i optičke sprave), značajna je za našu prošlost, aktualna za sadašnjost, a presudna za budućnost. Nažalost, unatoč čak zakonskom podržavanju te ideje, u povojima je sustavno zaštićivanje i očuvanje mjernih i nastavnih sprava u tijelima državne i lokalne uprave.

Osnivanjem zbirke električnih i optičkih sprava, u kojoj bi se strogo čuvali i održavali navedeni artefakti, pokrenula bi se prikladna aktivnost. Stoga se još jednom može sudbonosno naglasiti da je baština, kao ukupnost sačuvanih kulturnih dobara, bila naša prošlost, jest naša sadašnjost i bit će naša budućnost. Iako je to naša prošlost, sadašnjim nepotpunim djelovanjem činimo da ni sami nismo dovoljno upoznali naše kulturno dobro znanstvenog značaja, posebno starije električne i optičke sprave. A i ono malo sačuvanog javnosti je nedovoljno predstavljeno. Molim da mi pomognu svi koji mogu nešto od artefakata (električne ili optičke sprave) pokloniti ili ponuditi za otkup.

The Foundation of a Collection of Electrical and Optical Devices in Croatia

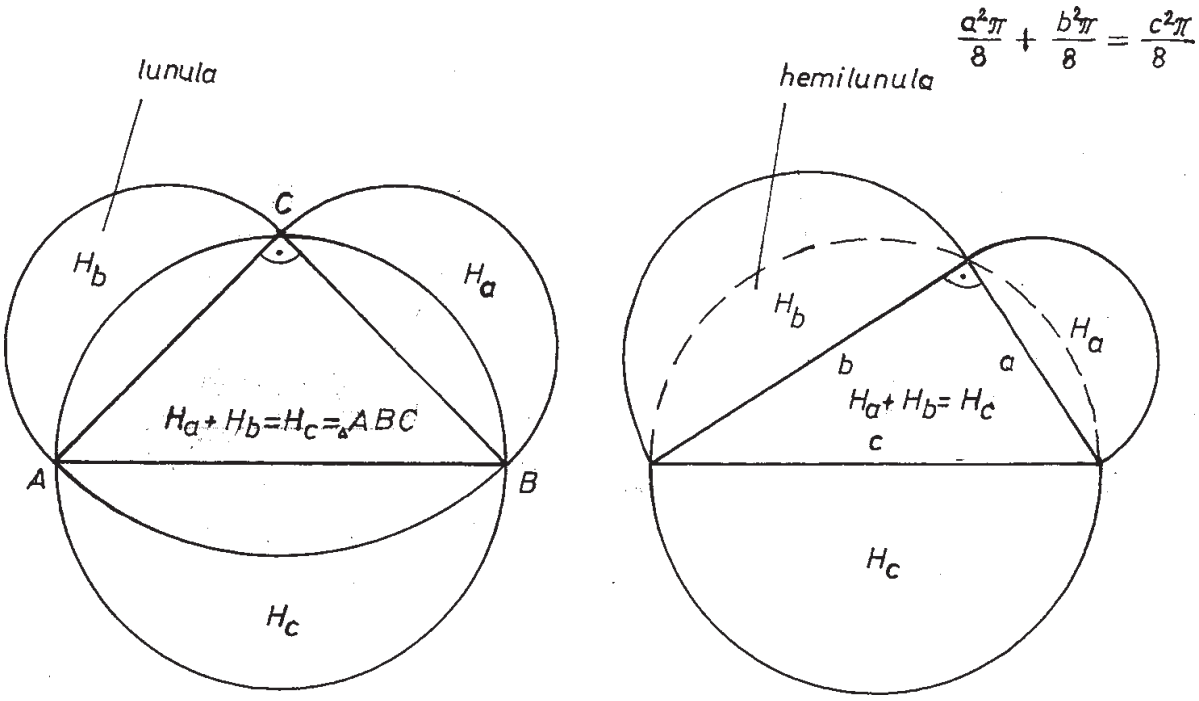
Branko Hanžek

Abstract: In this paper idea and beginning of the establishment of a Collection of electrical and optical devices in Croatia and within the legal solutions for the protection and preservation of cultural assets of scientific significance is described. The events are chronologically described from concept which was set approximately years ago the present day in which around forty artefacts of electric (less) and optical (more) nature. Some interesting artefacts will be presented visually, scientifically and technically. One part of the collected artefacts were donated by higher education institutions of the University of Zagreb and other part was donated by benevolent noble individuals. The intent of the work is to encourage our schools, scientific institutes and higher education institutions, as well as individuals (donors), to collect our unpublished scientific heritage to preserve the totally of our cultural assets of scientific significance.

Keywords: Croatia, collection, Collection of electrical and optical devices. cultural assets, heritage; protection and preservation of scientific significance

Ispravak – Zbornika PIFT 2018.

U članku “Hipokritova kvadratura kruga – hipokrizija” (str. 445-465) autora Zorana B. Šonca pogrešnu sliku 20. treba zamijeniti novom slikom:



Uredništvo moli čitatelje da jave e-poštom (zvonlco.bencic@fer.hr) uočene pogreške. Također moli čitatelje da pošalju eventualne komentare i dopune (npr. nepoznate činjenice, slike i si.).

Nakladnik:
KIKLOS – KRUG KNJIGE d.o.o.
Jurjevska 20, 10000 Zagreb
Tel.: 385 1 466 8204
Mob.: 098 909 7964
E-pošta: kiklos.hr@hotmail.com

Tiskanje dovršeno u siječnju 2020.