POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE – 7. simpozij PIFT 2018. Zvonko Benčić, ur.

Marin Getaldić (1568. – 1626.)

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE

– 7. simpozij PIFT 2018.

Munja nad Zagrebom

EDZ

14

Urednik: ZVONKO BENČIĆ

KIKLOS

Zvonko Benčić, urednik

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE
7. simpozij PIFT 2018.

Biblioteka
ELEKTROTEHNIČKOG DRUŠTVA – ZAGREB
Knjiga XIV.

Urednik:
prof. dr. sc. Zvonko Benčić

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

Lektura:
GRAPA d.o.o., Zagreb

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

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

ISBN: 978-953-7992-15-6

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu
pod brojem 001014129.

Tisak:
Denona d.o.o., Zagreb, 2018.

Zvonko Benčić
urednik

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE

7. simpozij PIFT 2018.

KIKLOS – KRUG KNJIGE
Zagreb, 2018.

Organizatori

EDZ
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, EDZ, HRO CIGRÉ
Dr. sc. Marijana Borić	HAZU
Akad. prof. dr. sc. Leo Budin	FER, HAZU
Prof. dr. sc. Mislav Grgić (pred.)	FER
Prof. dr. sc Franjo Jović	FERIT
Dr. sc. Iva Kurelac	HAZU
Doc. dr. sc. Marijan Zeljko	EI HP
Josip Moser, dipl. ing.	EDZ

Organizacijski odbor

Prof. dr. sc. Željko Ban	FER
Prof. dr. sc. Zvonko Benčić	FER, EDZ, 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

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
marijan.andrasec@zg.ht.hr

Prof. dr. sc. *Zvonko Benčić*
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
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
Ante Kovačića 5
10000 Zagreb
mbuljan@hazu.hr

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

Prof. dr. sc. *Vlatko Čerić*
vlatkoceric@gmail.com

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

Vanja Flegar, prof.
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Zavod za povijest i filozofiju znanosti HAZU
Ante Kovačića 5
10000 Zagreb
vanja@hazu.hr

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

Dr. sc. *Branko Hanžek*
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Zavod za povijest i filozofiju znanosti HAZU
Ante Kovačića 5
10000 Zagreb
b.hanzek@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

Prof. dr. sc. *Franjo Jović*
Buconjićeva 18
10000 Zagreb
fjovic90@gmail.com

Marijan Kalea, dipl. ing.
Vijenac I. Meštrovića 6
31000 Osijek
marijan.kalea@os.t-com.hr

Boris Kette, dipl. ing.
Gundulićeva 7
10000 Zagreb
kette.boris@gmail.com

Tatjana Kren, prof.
Jurjevska 31a
10000 Zagreb
tatjanakren@yhoo.com

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

Dr. sc. *Martin Kuhar*
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Odsjek za povijest medicinskih znanosti
Ante Kovačića 5
10000 Zagreb
mkuhar@hazu.hr

Dr. sc. *Draška Marin*
Elektrotehničko društvo Zagreb
Berislavićeva ul. 6
10000 Zagreb

Mr. sc. *Miroslav Matasović*
Marjanovićev prilaz 2
10000 Zagreb
miroslav.matasovicl@zg.t-com.hr

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

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

Gojko Nikolić, dipl. ing.
Jordanovac 119
10000 Zagreb
gojko.nikolic@ttf.hr

Prof. dr. sc. *Nedjeljko Perić*
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
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

Miroslav Soukup, dipl. ing.
Prilaz Gjure Deželića 72
10000 Zagreb
misoukup@xnet.hr

Jadranko Stilinović, dipl. ing.
Mašinoprojekt d.o.o.
Braće Domany 8
10000 Zagreb
jadranko.stilinovic@masinoprojekt.hr

Zoran B. Šonc, dipl. ing.
Frankopanska 5A
10000 Zagreb

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

Mr. sc. *Željko Volf*
Elektrotehničko društvo Zagreb
Berislavićeva 6
10000 Zagreb
zelimir.volf@zg.t-com.hr

Akad. *Mladen Vranić*
mladen.vranic@utoronto.ca

Dr. sc. *Josip Zdenković*
Schrak Technik d.o.o.
Zavrtnica 17
10000 Zagreb
josip.zdenkovic@schrack.hr

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

Sadržaj

Predgovor XI

1. Priroda, tehnika i društvo

Jugoslavenski nuklearni program i Institut *Ruđer Bošković* (*Krunoslav Pisk*) 3
Tehnika i filozofija (*Igor Čatić*) 23
O razlikama između inženjerstva i prirodnih znanosti (*Ivan Flegar*) 39
Povezivanje tehnike i prirodoslovlja (*Branko Hanžek*) 61
Europska integracija i nova paradigma konkurencije: reformirati elektroprivredna poduzeća (*Alfredo Višković*) 89
Tri razdoblja Zvjezdarnice na Popovu tornju u Zagrebu (*Tatjana Kren*) 113
Zvjezdarnica na Popovu tornju u Zagrebu – kolijevka znanosti i mirotvorstva (*Ernst Mihalek*) 151

2. Znanost i nastava

Korištenje i plagiranje tuđih ideja u renesansi (*Gojko Nikolić*) 171
Povijest, izumi i velika imena elektrotehnike s odjecima u filateliji (*Miroslav Křepela*) 211
Radioaktivnost u Hrvatskoj u prvoj polovini XX. stoljeća – utjecaj na razvoj kemije i medicine (*Vanja Flegar*, *Martin Kuhar*) 241
Moje ratne godine na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku 1991. − 1997. (*Franjo Jović*) 265
Uvođenje lasera u Zavodu za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (*Višnja Henč-Bartolić, Lahorija Bistričić*) 279
Nastava hrvatskog jezika, matematike i fizike tijekom školovanja Nikole Tesle u Hrvatskoj (*Darko Žubrinić*) 293

3. Proizvodi

TS 220/110 kV Đakovo, prva kompenzacija pri naponu od 110 kV u Hrvatskoj (*Marijan Kalea*) 321

Frekvencijski pretvarač VEKTOREG (*Josip Zdenković*) 337

Prva hrvatska zbirka mjerne i komunikacijske opreme (*Dubravko Rogale, Siniša Fajt, Željko Knezić, Darko Lukša*) ... 355

Prvi elektronički kalkulator iz Tvornice računskih strojeva TRS − Zagreb, 1969. − 1974. (*Boris Kette*) 365

Kino u Kustošiji (*Želimir Volf*) 381

Zakonska regulativa za projektiranje kapitalnih objekata 1945. – 1990. (*Jadranko Stilinović*) 419

4. Životopisne bilješke znanstvenika

Hipokritova kvadratura kruga – hipokrizija! (*Zoran Bobič Šonc*) 445

Marin Getaldić između tradicionalnog i novovjekovnog pristupa znanosti povodom 450. obljetnice rođenja Marina Getaldića (*Marijana Borić*) 467

Lars Magnus Ericsson − tvorac jedne od najvećih svjetskih telekomunikacijskih tvrtki (*Draško Marin*) 481

Docent Vladimir Bek, promicatelj tehnologije elektrotehničkih materijala u proizvodnji i nastavi (*Miroslav Matasović*) 493

Oton Kučera, na Požeškoj gimnaziji od 1886. do 1892. (*Miroslav Matasović*) 503

Profesor doktor Mirko Soukup (*Miroslav Soukup*) 519

Prof. dr. Josip Moser – život i rad (*Josip Moser*) 533

Profesor Vladimir Vranić (1896. – 1976.) (*Mladen Vranić*) 547

Akademik i profesor Danilo Blanuša − anegdote i šale (*Darko Veljan*) 559

Juraj Božičević − Promicatelj kibernetičkog, sustavskog, cjelovitog i interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja (*Marijan Andrašec*) 569

5. Stručna i znanstvena društva

Časopis *Automatika* – doprinosi razvoju znanosti i gospodarstva (*Nedjeljko Perić*) 603
Matematičko-fizički list za učenike i nastavnike od 1950. do 2017. (*Željko Hanjš*) 633
Šezdeset pet godina rada Elektrotehničkog društva Zagreb – EDZ (*Josip Moser*) 657
Savjetovanja i konferencije o energetskoj/učinskoj elektronici 1973. − 2017. (*Zvonko Benčić*) 673

Vlatko Čerić – kratka biografija 709

Ispravci i dopune Zbornika PIFT 2012. – 2017. 711

Predgovor

Pred vama je zbornik radova sedmog uzastopnog skupa sekcije Povijest i filozofija tehnike. Prva dva skupa održana su 2012. i 2013. godine tijekom Međunarodnog elektroinženjerskog simpozija – Dani Josipa Lončara (EIS), sljedeća četiri 2014., 2015., 2016. i 2017. tijekom Međunarodnog savjetovanja – Dani Josipa Lončara (SONT), a ovaj sedmi skup prerastao je u simpozij od 34 referata (jedan referat nije objavljen) u organizaciji Hrvatskog ogranka međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave – CIGRÉ (HRO CIGRÉ) i Elektrotehničkog društva Zagreb (EDZ).

Ovaj simpozij održan je, kao i prethodnih šest skupova, u vrijeme u kojem svijet stupa u novu epohu – epohu bitno određenu tehnikom. Život se iz temelja mijenja. Izgrađuju se, primjerice, napredni gradovi, napredne elektroenergetske mreže, intervenira se u ljudski organizam. No, temeljna pitanja društva na koja treba odgovoriti od pamtivijeka su ista: odmicanje od bolesti prema zdravlju, odmicanje od neznanja prema znanju i odmicanje od siromaštva prema bogatstvu.

Pitamo se kamo nas vodi napredak znanosti i tehnike? Vrlo je korisno i pametno neprekidno preispitivati što trebamo očuvati, što trebamo kvalitetno zadržati. Takozvana tranzicija nemilosrdno je poništila našu industrijsku prošlost. Bezbroj smo puta čuli rečenicu: "Upravljanje tvornicama i razvoj trebamo prepustiti strancu." No, nema održivog razvoja na 'tuđoj moći'. Sa životnom filozofijom opstanka na tuđoj moći treba prekinuti. Hajdemo misliti na ono što imamo, što valja, a ne samo što nam treba novo. Okrenimo se sebi, dok još imamo kome!

Pitamo se kamo nas vodi napredak znanosti i tehnike? Nemojmo misliti da nam napredak nužno donosi bolji život. Izraelski povjesničar Yuval Noah Harari (r. 1976.) na kraju svoje knjige Homo Deus (Fokus, Zagreb, 2017.) napisao je sljedeće:

"No kad je riječ o doista širokom pogledu na život, sve druge probleme i promjene zasjenjuju tri međusobno povezana procesa:

1. Znanost je usvojila sveobuhvatnu dogmu koja kaže da su organizmi algoritmi i da je život obrada podataka.
2. Inteligencija se odvaja od svijesti.

3. Ne-svijesni, ali visokointeligentni algoritmi uskoro bi nas mogli poznavati bolje nego što poznajemo sami sebe.

Ta tri procesa podrazumijevaju tri najvažnija pitanja:

1. Jesu li organizmi doista samo algoritmi i je li život samo obrada podataka?
2. Što je vrednije – inteligencija ili svijest?
3. Što će se dogoditi s društvom, politikom i svakidašnjim životom kad nas ne-svijesni ali visokointeligentni algoritmi budu poznavali bolje nego što poznajemo sami sebe?"

Povijest tehnike propituje što treba sačuvati, a filozofija tehnike sputava nepropitivani optimizam, tj. upozorava nas da znanstveni i tehnički napredak nužno ne donosi boljitak.

Zvonko Benčić

U Zagrebu 3. listopada 2018. godine

1.
Priroda, tehnika i društvo

Krunoslav Pisk

Jugoslavenski nuklearni program i Institut *Ruđer Bošković*[1]

Sažetak: Opisano je sudjelovanje Instituta *Ruđer Bošković* u okviru jugoslavenskog nuklearnog programa. Zanimljivo je da je u periodu od 1982. do 1987./89. jugoslavenski nuklearni program bio najintenzivniji i najambiciozniji. Tako zvani Program A sadrži izradu nuklearnog oružja i vodi ga Vojnotehnički instituta u Beogradu. On se oslanja na mirnodopski Program B glede ovladavanja nuklearnim tehnologijama i vodi ga Tvornica *Energoinvest* u Sarajevu. Iz Programa B Institut *Ruđer Bošković* je dobio zadaću razvijanja tehnologije za rješavanje problema nuklearnog otpada. Drugi zanimljiv Institutski projekt iz tog vremena je dobivanje tzv. 'žutog kolača' iz pepela raškog ugljena. U svim fazama razvoja Instituta *Ruđer Bošković* odlučujuću ulogu imali su Ivan Supek i Mladen Paić. Na nuklearnom programu odgojeni su brojni kadrovi koji su hranili ponajviše Zagrebačko sveučilište, ali nažalost i inozemstvo.

Ključne riječi: ciklotron, Institut *Ruđer Bošković*, jugoslavenska atomska bomba, jugoslavenski nuklearni program, Mladen Paić, Ivan Supek

Uvod

Ovo što ću ja izložiti ne će biti baš tehnički precizno kao što je bilo prijašnje predavanje, a možda uopće ne će biti tehničko, ali s obzirom da je naslov ovog skupa »Povijest i filozofija tehnike« ja ću probati prikazat na jednom

[1] Sastavljeno prema fonografskom zapisu predavanja.

primjeru, a primjer je Institut *Ruđer Bošković*, na koji način se prožimlju i tehnika i filozofija sa znanošću i dosezanjem znanstvenih rezultata. Uz to dodao bih, što možda u naslovu nije bilo mišljeno, a što je jako važno u mojem izlaganju − utjecaj politike. Neosporno je da u puno toga u svakom smislu politika dizajnira društvo, bez obzira kakva je ta politika u užem smislu, pa je društvo sazdano npr. komunistički, socijalistički, socijalistički-samoupravno ili recimo demokratski-liberalno kao što je danas kod nas. A s druge strane, jednako je važna geopolitička situacija, odnosno položaj jedne države u konstelaciji ostalih država. I danas imademo puno različitih primjera za to. A ja ću probat ilustrirati navedeni povijesni.

1. Razlozi nastajanja jugoslavenskog nuklearnog programa

Koji su razlozi zašto je uopće nastao jugoslavenski nuklearni program? Ja sam ih podijelio u grubom u tri dijela: to su politički razlozi, ideološko-filozofski razlozi i naravno vojni razlozi. Oni se isprepliću manje ili više, ali u grubo se može reći ovo.

a) Politički razlozi

Jugoslavenski nuklearni program zamišljen je i nastao je 1948. godine, a dobar dio toga projekta počiva na činjenici da je u to vrijeme objavljena tzv. IB-rezolucija[2], koja obznanjuje politički raskol između Sovjetskog Saveza (i cijelog Istočnog bloka) i bivše Jugoslavije, ili kako bi se reklo pojednostavljeno, politički razlaz Tita i Staljina.

Ipak, uspostavlja se da Jugoslavija, odnosno Komunistička partija Jugoslavije, u taj čas nije spremna odustati od vlasti i prijeći u Zapadni blok, niti napustiti ideju o ‘komunističkom društvenom uređenju’, što znači da Komunistička partija hoće i dalje graditi ono što će se poslije zvati ‘znanstveni socijalizam’. Dakle, uz jednopartijski sistem i sve ono što je uključivala komunistička dogma, ona hoće imati i vlastitu znanost, hoće imati vlastitu industriju, tehnologiju, a naravno i vojni potencijal. To bi se moglo nazvati političkim razlozima u širem smislu.

[2]IB, kratica za Informacijski biro komunističkih i radničkih partija. IB je optužio Jugoslavensku komunističku partiju za napuštanje ‘marksizma-lenjinizma’ i za zauzimanje ‘protusovjetskih stajališta’.

b) Ideološki razlozi

Ideološki ciljevi su dakako ostvarenje znanstvenog socijalizma. Dakle, on počiva na društveno-ekonomskoj teoriji, a to je marksizam, čija je filozofija dijalektički materijalizam Karla Marxa. Prije nego što postane ideologija, Marxova društveno-ekonomska teorija, odnosno dijalektički materijalizam, pretendiraju da budu znanstvene teorije sa snagom predikcije, baš kao što je npr. klasična mehanika. Zato je postojanje zakonitosti u materijalnom svijetu za pobornike Marxova učenja dodatni dokaz za ispravnost njihovih stavova. To znači da su pobornici Marxova učenja uvjereni da je znanstveno opravdano graditi novo društveno uređenje 'znanstveni socijalizam', ili "novog čoveka", što je upotrebljavana sintagma iz onog vremena.

Dakle, taj sustav vjeruje u znanost i to može biti smješno (obzirom na kojoj je u taj čas znanstveno-tehnološkoj razini) kada danas o njemu govorimo. Ipak, probajmo komparirati s današnjim sustavima u svijetu pa i ovom u Hrvatskoj koliko oni vjeruju u znanost. Naprosto jednostavno zbunjujuća komparacija, kada se pitate kako možete objasniti u čemu je očigledna razlika. Ne velim što je bilo bolje i gore, nego probam samo diskutirati na koji način su ljudi koji nisu bili obrazovani, odnosno dobro obrazovani, mogli jednostavno prihvatit da je znanost jako važna.

U tom smislu je posve jasno da je nuklearna znanost, koja praktički nastaje u tridesetim godina prošlog stoljeća, jer se prije toga samo znalo da atomska jezgra postoji, ali još nije bilo spoznaja na koji način je složena (proton, neutron) i koja je njezina dinamika ('jaka' i 'slaba' sila). S druge strane rezultati nuklearne znanosti su vrlo opipljivi. Najvidljiviji su izgradnja reaktora kao (nepresušnog) izvora energije, ali i ostvarenje superoružja − atomske bombe. Dakle, nuklearna znanost, osim što je špica znanosti u smislu naše duboke spoznaje mikrosvijeta nudi i druge velike mogućnosti. Ako se danas pitamo koja je to danas špica znanosti usporediva s nuklearnom iz onog vremena (i njezinim implikacijama) mislim da bi imali problem točno odgovoriti. Naravno, vjerojatno bi spomenuli molekularnu genetiku, svemirski program, odnosno astro-čestičnu fiziku, istraživanja u CERN-u[3], informatiku ..., ali mislim da nema jednostavno čvrstog odgovora.

Ali u ono vrijeme bilo je bjelodano jasno o čemu se radi, a pogotovo svršetkom Drugog svjetskog rata. I naravno politički vrh tadašnje Jugoslavije bez ostatka 'prihvaća' nuklearnu znanost. Ona nudi logistiku za razvoj društva, nudi ga za industriju, promet i kućanstvo, kao izvor beskonačne i jeftine energije, nudi izotope za industriju, medicinu i poljoprivredu, nudi zračenja koja mogu poslužiti u različite svrhe. Samo da spomenem, citirajući Lenjina, koliko je

[3]CERN, The European Organization for Nuclear Research, Europska organizacija za nuklearna istraživanja

energija ili preciznije struja bila važna toj ideologiji. On je rekao: »Socijalizam, to je sovjetska vlast i elektrifikacija cijele zemlje.« Dakle, uz pomoć nuklearne znanosti i njezinih tehnologija komunistički sustav hoće razviti proizvodnju − industriju, koje stvaraju radničku klasu, i to je naravno nešto s čime možete manipulirati i graditi novo društvo tj. „novog čoveka“. Dakle, to je vrlo jednostavan sustav koji se logički zatvara.

c) Vojni razlozi

Naravno, vojni razlozi su posve jednostavni, a pogotovo nakon prvih američkih nuklearnih bombi (jednako nazivanim − atomskim) bačenih na Japan 1945., a poslije toga i probnih eksplozija sovjetskih bombi. Naime, nuklearna znanost i njezina tehnologija nudi moćno oružje. Što se jugoslavenskog vojnog programa tiče, u tom periodu poslije 1948. godine, mi imamo navode i svjedočanstva koja su i kontradiktorna. Pisani dokumenti, ako i postoje, nikad nisu objavljeni. Ipak puno indirektnih evidencija govori o ideji izgradnje nuklearnog oružja. Jedan je navod koji se često citira, navod Stevana Dedijera kada on veli da mu je 1950. godine rekao Kardelj: »Moramo napraviti nuklearnu bombu«, pa ide dalje »čak i ako ćemo za to godinama izdvajati pola nacionalnog dohotka«. Moram reći da je Stevan Dedijer (koji je bio angažiran u upravi Vinče kao znanstvenik iako bez doktorata i bez ikakvih ranijih referenci u fizici) po puno toga zanimljiv svjedok, o kojem sada nećemo raspravljati, ali s obzirom na stvari koje je i poslije 1950. godine publicirao, ovaj navod izgleda istinit. S druge strane postoji dokument iz 1953. godine, autora S. Dedijera, P. Savića i R. J. Walena (P. Savić je direktor Vinče, R. J. Walen je nizozemski znanstvenik u Vinči) u kojem piše da je proizvodnja atomskog oružja prvi cilj, a upotreba atomske energije u gospodarstvu drugi cilj jugoslavenskog nuklearnog programa. Pisani dokumenti o izvedbi prvog cilja, atomskog oružja, nikad nisu objavljeni.

2. Faze nuklearnog programa

2.1. Prva faza 1948. − 1967.

Prva faza započinje 1948. godine kada se gradi Nuklearni institut u Vinči (Vinča je mjesto pokraj Beograda, a institut se od 1953. zove Institut *Boris Kidrič*), pa onda 1949. kada se osniva Institut *Jožef Štefan* u Ljubljani i na kraju 1950. kada se osniva Institut za atomsku fiziku u okviru JAZU[4] u Zagrebu,

[4]JAZU, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti

koji 1951. dobiva ime Institut *Ruđer Bošković*. Dakako, uz to osnivani su i drugi instituti-direkcije povezano s različitim 'praktičkim' aspektima nuklearnog programa, poglavito sirovinama i zračenjem, i uglavnom su bili u Srbiji.

Važna je godina 1955. kada se osniva Savezna komisija za nuklearnu energiju (SKNE), a Institut *Ruđer Bošković* izlazi iz JAZU. To je jedna posebna i zanimljiva priča, u kojoj M. Krleža, koji je tada bio partijski sekretar u JAZU, nije uspio izbaciti I. Supeka iz vodstva Instituta (ali ga je indirektno uspio izbaciti iz članstva JAZU), jer je partijska arbitraža presudila u korist Supeka, koji tada već dugo nije više član Partije. Zapravo, Ranković presuđuje da je Supek (znanstvenik i učesnik NOB-a[5]) onaj čovjek koji mora voditi i dalje Institut. I Institut izlazi iz JAZU i postaje dio sustava kojim upravlja iz Beograda Savezna komisija za nuklearnu energiju.

Onda je 1958. važna godina kada SKNE određuje-postavlja novu strukturu i uprave u sustavu jugoslavenskih nuklearnih instituta, nakon incidenta u Vinči. Imenuju se direktori instituta, stručnjaci tehničkog profila, na administrativno-upravljačke pozicije direktora, koje prije toga nisu postojale. Tada na taj položaj dolazi za direktora IRB-a[6], dugogodišnji profesor ETF-a[7] i kasnije FER-a[8] pokojni Tomo Bosanac. U tom prvom dijelu važna je i 1967. godina kada se rasformirava Savezna komisija za nuklearnu energiju i društveno politički sustav ide prema decentralizaciji Jugoslavije do Ustava iz 1974., kada Jugoslavija postaje federacija s republikama kao državama, što smo mi dan-danas baštinili. Jer da toga nije bilo u Ustavu iz 1974. godine napisano, pitanje je na kakav bi se način Jugoslavija raspadala i raspala.

Jedna važna godina, geopolitički gledano, je 1955. kada dolazi do zbližavanja Jugoslavije i Sovjetskog saveza i Sovjeti obećavaju nuklearni reaktor. Čas prije toga 1954. godine Jugoslavija je jedna od osnivačica CERN-a (znanstveno-nuklearnog centra kojim počinje političko ujedinjavanje Europe), ali Jugoslavija u političkom smislu ne ide čvršće na Zapad.

Izgleda da je 1960. godine nuklearni program, u smislu ideje o izgradnje oružja − atomske bome, politički suspendiran. O ovom djelu također nema stvarnih podataka, ali imamo priče koje o tome pričaju. One su bazirane na Titovom, jugoslavenskom, angažmanu u pokretu nesvrstanih. Te 1960. godine u Beogradu se organizira velika konferencija "nesvrstanih". Velika i važna zemlja u tom pokretu je Indija, a njezin prvi čovjek Nehru je apsolutni protivnik nuklearnog oružja. Prema usmenim svjedočanstvima − pričama, Tito respektira Nehruov stav i preko A. Rankovića (predsjednika SKNE) zaustavlja vojni program. Čini se da je program ipak i kasnije na neke načine podržavan, u

[5]NOB, Narodno-oslobodilačka borba

[6]IRB, Institut *Ruđer Bošković*

[7]ETF, Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

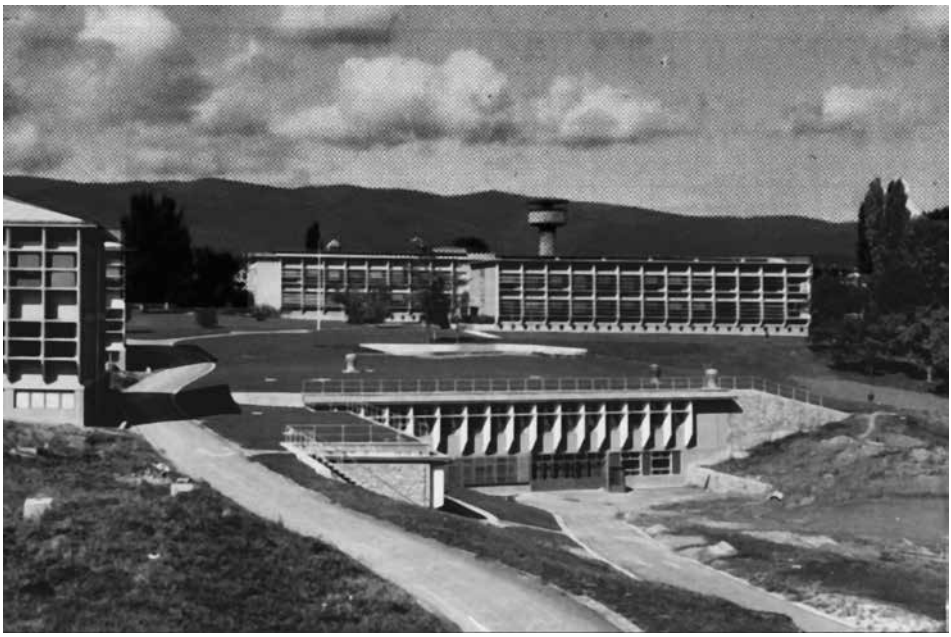
[8]FER, Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu

najmanju ruku u okviru nekih tajnih službi i "siguronosne birokracije", ali je sigurno da je potpuno zaustavljen kada se rasformirava i radom prestaje SKNE u 1967. godini.

Osnivanje Instituta *Ruđer Bošković*

Godine 1950. Ivan Supek odlazi u Beograd na poziv Borisa Kidriča, koji ga obavještava da je Savezna (jugoslavenska) vlada donijela odluku za izgradnju trećeg nuklearnog instituta, nakon osnivanja Vinče u Beogradu i *Jožef Stefana* u Ljubljani. To će biti Institut za atomsku fiziku u Zagrebu u sastavu JAZU. Već 1951. institut dobiva ime *Ruđer Bošković*, na prijedlog I. Supeka. Zanimljiv je tu jedan detalj oko tog razgovora Supeka i Kidriča u Beogradu koji mi je nedavno ispričao Drago Grdenić, a o kojem Supek nikada nije govorio. Naime, Supek je u Beogradu bio zajedno s Mladenom Paićem, ali razgovor Supeka i Kidriča je bio u četiri oka. To je jako zanimljiva pojedinost, jer moramo znati da je Supek manifestno bio uvijek protiv nuklearnog oružja (kasnije i jako

Slika 1.: Panorama Instituta *Ruđer Bošković*. Na livadi se vidi bazen s vodom za hlađenje magneta ciklotrona.



Slika 2.: Zgrada ciklotrona, u pozadini vidi se Sljeme

međunarodno angažiran u tome), ali on je u to vrijeme i protiv nuklearne energije, odnosno nije njezin zagovornik. Ipak, dobiva dozvolu da gradi i vodi nuklearni institut.

Dakle, glavni 'adut' za zagrebački institut ponuđen Kidriču i Saveznoj vladi je gradnja ciklotrona. Supek obećava da će *Bošković* napraviti ciklotron s vlastitim snagama, dakako prvenstveno angažirajući domaću industriju kao što su u to vrijeme RIZ[9] ili tvornica *Rade Končar*. Vrlo brzo, i to prije ciklotrona, sagrađen je uz pomoć domaće industrije i neutronski generator, također akcelerator, ali podešen za "proizvodnju" neutrona.

Već u samom početku IRB se širi i na druge discipline. To je velika Supekova ideja. Početni rad i izgradnja IRB-a počiva na profesorima Zagrebačkog sveučilišta. On hoće samostalni Institut, koji ne će biti u sastavu Sveučilišta, odnosno da mu Sveučilišni senat bude uprava (baš kao ni JAZU), ali hoće da bude integralno povezan s obrazovanjem. Jedan od velikih rezultata u tom smislu je prvi postdiplomski studij iz 1957. na IRB-u. To je prvi veliki korak u našoj sredini prema organiziranom poslijediplomskom obrazovanju iz prirodoslovlja i elektronike.

Za moje izlaganje upravo je važna ta spona između nuklearne fizike i elektronike u tom prvom periodu IRB-a. U tom smislu elektronika je paralelan

[9]RIZ, Radioindustrija − Zagreb

Slika 3.: Slika Ede Murtića u prvom krilu Instituta *Ruđer Bošković*, vjerojatno izrađena 1953. godine. Koliko tu ima soc-realizma? To je posve apstraktna tvorevina, da li je to eksplozija, da li je to nuklearna energija, to vjerojatno Murtić zna, a svatko od nas vidi što hoće.

sustav nuklearnoj fizici. Izgradnja velikih uređaja i mjerne opreme zajednička je zadaća fizike, elektronike, ali i dobrih elektro- i strojarskih inženjera, odnosno tehničara.

Tako npr. kada se gradio neutronski generator (sagrađen 1959.) trebalo je napraviti 'ionski izvor', što je bio izazov za elektroniku, ali i postaviti sustav visokog napona. Potom trebalo je razviti detektore-brojače za neutrone, što je bila zadaća fizičara i elektroničara. Znanstveni rezultati koji su dobiveni u eksperimentima raspršenja neutrona proizvedenih generatorom proslavili su IRB. U jednom periodu 1960-tih Institut je proizvodio više nuklearnih podataka nego američki centri Los Alamos ili Oak Ridge.

Drugi veliki *Boskovi*ćev uređaj je ciklotron. On je dugo vremena bio "zaštitni znak" Instituta. Izgradnja ciklotrona bila je veliki znanstveno-inženjerski pothvat. Ciklotron je pušten u pogon 1962., ali na žalost nije bio dovoljno dobro napravljen. Naime, snop ubrzanih čestica nije se mogao "izvući" izvan ciklotronske komore, pa se nisu mogli postaviti eksperimenti izučavanja 'nuklearnih reakcija'. Ipak, mogao je poslužiti za proizvodnju radioaktivnih izotopa, kao izvora zračenja u medicini, industriji, ali i eksperimentalnoj nuklearnoj fizici na

Slika 4.: Ivan Supek i Mladen Paić u prvom redu, te Drago Grdenić, Krešimir Balenović i Božo Težak u drugom redu (s desna na lijevo)

IRB-u. Proizvodnja radioizotopa jako je unaprijedila našu nuklearnu medicinu kroz suradnju fizičara i medicinara. Proizvodnja radioizotopa razvila je i institutsku radiokemiju, čija ekspertiza će u budućnosti biti jako važna. Profitirala je i biologija, jer su se unutar ciklotronske komore mogli "proizvoditi" i neutroni, koji su služili za zračenje malih životinja.

Treba spomenuti i cijeli niz izvrsnih eksperimenata u nuklearnoj fizici za koje su elektroničari izgrađivali mjerne instrumente. Mislim da je najpoznatiji iz tog vremena tzv. 256-kanalni analizator, uređaj s elementima memorije i preteča kasnijih računala. Ova simbioza nuklearne fizike i elektronike (fizičara i elektroničara) proizvela je generacije elektroničara koji su punili ETF-FER, ali i inozemstvo.

Zanimljiva je usporedba IRB-a s institutima u Beogradu i Ljubljani. Dakle, *Vinča* i *Štefan*, a pogotovo *Vinča* bili su strogo fokusirani na tehnologiju nuklearnog programa u užem smislu. *Bošković* je imao teorijsku fiziku koja je radila nuklearnu fiziku i fiziku čestica, *Bošković* je imao neutronski generator koji je služio za izučavanje neutron-neutron interakcije. *Bošković* je razvio i radiokemiju, povezanu s ciklotronom i γ-izvorom, znanja koja će poslije poslužiti za izradu kemijskog detektora za mjerenje doze zračenja. Radiokemijskim metodama iz ozračene mete u ciklotronu izdvajali su se željeni izotopi.

Jedan zanimljiv institutski nuklearno-tehnološki projekt iz tog vremena je »UO_2 poluindustrijsko postrojenje«. Ono je radilo od 1962. do 1964., kada jugoslavenski nuklearni program po malo umire. Postrojenje je bazirano na elektrokemijskom procesu, kojim se iz U_3O_8 (što je uranova ruda, koja se još zove 'žuti kolač') dobiva UO_2, dakle uran dioksid, koji može poslužiti kao gorivo za nuklearni reaktor na prirodni uran ili kao "sirovina" za separaciju uranovih izotopa. Postrojenje je koristilo živinu rotirajuću elektrodu, tako da je živa bila ozbiljnija prijetnja onečišćenja nego uranova ruda.

U tom ranom periodu na Institutu napravljen je i laser, odmah nakon šta je u literaturi publicirano njegovo otkriće. Napravljen je i uređaj za nuklearnu magnetsku rezonanciju, za što je *Končar* napravio magnet. Jedna od važnijih tehnički-tehnoloških ostvarenja koje je *Boškoviću* donijela puno novaca je kemijski dozimetar. Pogotovo kad je pokrenut sustav Opće narodne obrane, kada je taj dozimetar prodan u milijunima komada i cijela jedna zgrada izgrađena je od tih novaca.

Na žalost usprkos suradnji s industrijom i vojskom, puno toga što je na Institutu napravljeno i razvijeno nikad nije na većoj skali implementirano izvan *Boškovića*. Na primjer, kao nekakav tehnički proizvod. Ipak profitirali su stručnjaci i znanstvenici izvan Instituta koji su u toj suradnji sudjelovali. Zanimljivo bi bilo istražiti-analizirati zašto se je to tako dogodilo.

Zanimljiv je odnos Instituta i Savezne komisije za nuklearnu energiju, odnosno značenje te Komisije za Jugoslaviju. Osnovana je 1955. godine, a Uredbom SIV-a[10] iz 1960. godine precizno se određuju njezina organizacija, ovlasti i struktura. Tako je i nadalje predsjednik Komisije podpredsjednik SIV-a A.

[10]SIV, Savezno izvršno vijeće (Jugoslavenske vlade)

Slika 5.: Ivan Supek i Vladimir Bakarić u neutronskom generatoru

Slika 6.: Ivan Supek i Niels Bohr obilaze Institut *Ruđer Bošković*

Slika 7.: Otvorenje ciklotrona 1962. godine: u prvom redu Slobodan Nakićenović, Josip Broz Tito, Tomo Bosanac; a u drugom redu Jovanka Broz, Vladimir Bakarić i Aleksandar Ranković

Slika 8.: Otvorenje ciklotrona 1962. godine: Marcel Lažanski pušta pred Titom ciklotron u pogon

Slika 9.: Otvorenje ciklotrona 1962. godine: Josip Broz Tito, Tomo Bosanac, Zlatko Janković i Vladimir Bakarić

Ranković koji je i šef tajne službe UDBA-e[11]. U Komisiji su još I. Gošnjak, državni sekretar za narodnu obranu, M. Popović, član SIV-a zadužen u njemu za naučni rad te A. Humo, član SIV-a. Komisija broji jedanaest članova (uključujući sekretara S. Nakićenovića). Među njima su i I. Supek i D. Grdenić (koji su članovi još od 1955.). Još i više, I. Supek predsjedava Stručnom savjetu, najvažnijoj komisiji Savezne komisije, Z. Janković predsjedava Stručnoj komisiji za fiziku, u koju je uključen i M. Paić. T. Bosanac predsjedava Komisiji za energetiku, a u komisijama za kemiju, elektroniku i biologiju nalaze se i Dina Keglević, M. Konrad i N. Alegreti. Dakle, *Bošković* ima veliki formalni utjecaj, ali sve skupa on dobiva ispod 20 % novaca od cijelog kolača iz jednostavnog razloga, jer puno više radi i organizira druge discipline koje nisu fokusirane na nuklearnu tehnologiju u užem smislu (npr. energetika), ali jesu nuklearna fizika ili discipline povezane sa nuklearnom znanošću i njezinim dostignućima.

Ove druge znanosti (kemija i biologija u različiti 'podvrstama') financiraju se od početka republičkim novcem, zahvaljujući vezi Bakarića i Supeka. Na primjer kemijske zgrade se grade republičkim novcem. U tom drugom periodu važno je istaći da se 1969. godine *Bošković* proširuje organizacijski na more u Rovinjski institut, gdje već od ranih 60-tih znanstvenici IRB-a istražuju onečišćenje mora putem radioizotopa u živim morskim organizmima.

Većina pojedinih specifičnih disciplina koje su nastale na *Boškoviću* bile su povezane s nuklearnim znanostima i tehnologijama. Tako na primjer metoda C_{14} u organskoj kemiji za markiranje spojeva. Ili »C_{14} laboratorij za niske aktivnosti« za mjerenje starosti uzoraka u koje se ugrađuje ugljik iz atmosfere. Biologija i medicina profitiraju od upotrebe neutronskog i γ-zračenja i laboratorijski se bave i presađivanjem koštane srži. Medicinski postupak je kasnije implementiran na Rebru[12] (u čemu su istraživanja na *Boškoviću* značajno pomogla), a što je bilo povezano s možebitnim incidentom u NE Krško.

2.2. Druga faza 1974. − 1982.

Period od 1967. − 1974. nije važan za ovo izlaganje. To je period prelaza iz državnog (jugoslavenskog) financiranja na republičko. Godine 1974. implementira se i novo jugoslavensko ekonomsko-upravljačko uređenje (u privredi, znanosti, obrazovanju, kulturi, ...), a to je OOUR-izacija[13]. Samoupravljanje postoji već od 1950-tih, ali OOUR-izacija je novi sustav, koji preko Zakona o udruženom radu rastače ranije strukture i stvara nove. Tako se na *Boškoviću* uspostavlja deset OOUR-a (koji su pravne osobe s velikim stupnjem

[11]UDBA, sr. Uprava državne bezbednosti, hr. Uprava državne sigurnosti

[12]Rebro, Klinički bolnički centar Zagreb

[13]OOUR, Osnovna organizacija udruženog rada

samouprave), koji se bazično financiraju preko SIZ-ova[14] za znanost. Forsira se suradnja s gospodarstvom i industrijom, a pogotovo je u tom smislu bila uspješna suradnja s vojskom. Ove su suradnje bile ostvarivane na tehničkim i tehnološkim problemima, a podloga je bila ekspertiza *Ruđerovih* znanstvenika ostvarena u raznim područjima i disciplinama povezano s nuklearnim (atomskim) znanostima. OOUR-ska organizacija IRB-a trajala je *de jure* do 1993., kada se donose Zakon o ustanovama i Zakon o znanstveno-istraživačkoj djelatnosti.

Iduća je zanimljivost da je 1974. godine Indija eksperimentirala sa svojom prvom atomskom bombom. Predsjednica je bila Indira Gandhi. Izgleda da je i taj događaj imao reperkusije na jugoslavensko ponašanje prema nuklearnom oružju. Ako se tome doda da su u to vrijeme već razvijena taktička nuklearna oružja, kao na primjer nuklearne granate za ispaljivanje iz dalekometnog topa ili nuklearne mine, onda ne treba čuditi svjedočanstvo I. Šlausa. On je naime kao v. d. direktora IRB-a (u vrlo kratkom periodu) sudjelovao 1974. godine na 'tajnom' sastanku gdje je general B. Mamula, jugoslavenski ministar obrane, govorio o projektu atomskog oružja u Jugoslaviji. O bilo kakvim vojnim nuklearnim aktivnostima u tom smislu na *Boškoviću* do 1982. nema nikakvog traga.

Važna odluka o nuklearnom programu donesena je 1974. godine, a to je odluka o gradnji nuklearne elektrane Krško. Iako je to pothvat između Hrvatske i Slovenije, on je i dalje u kompleksu jugoslavenskog nuklearnog poimanja stvari.

U tom periodu 1974. − 1982. *Bošković* je jako angažiran u različitim oblicima svoje ekspertize u stručnim podlogama izgradnje NE Krško. Veza Instituta i NE Krško nastavljena je i nakon puštanja elektrane u pogon 1982. godine.

2.3. Treća faza 1982. − 1989.

No, i sad ulazimo u period od 1982. do 1987./89. To je period, u kojem je jugoslavenski nuklearni program najintenzivniji i najambiciozniji. Većina starijih kolega koji su bili dobro upućeni u zbivanja povezano s radom SKNE, a pogotovo oko gradnje i problematike NE Krško, u novi program nisu bili uključeni, i o njemu ništa nisu znali. Pogotovo o vojnoj komponenti. U 1987. godini taj se program, iako nedovršen, počinje zatvarati, a jedan od razloga, vjerojatno i najvažniji, su političke prilike u Jugoslaviji koje vode u raspad države. Zanimljivo je pitanje da li bi se ostvarili ambiciozni ciljevi programa, da politika nije presudila prekidom.

Dakle, negdje 1982. godine Jugoslavija lansira intenzivan nuklearni program. On se sastoji od dva dijela. Jedan se dio zove Program A, kodnog naziva *Sutjeska*, a koordinira ga i vodi Vojnotehnički institut (VTI) u Beogradu. To je

[14]SIZ, Samoupravna interesna zajednica

supertajni program koji se financira iz Saveznog sekretarijata za narodnu obranu. On traje po prilici od 1982. do 1987., kada je zaustavljen. Na *Boškoviću* su za njega znali samo četiri čovjeka, iako se na Institutu obavljao dio istraživanja, odnosno izrada bitnog dijela atomske bombe.

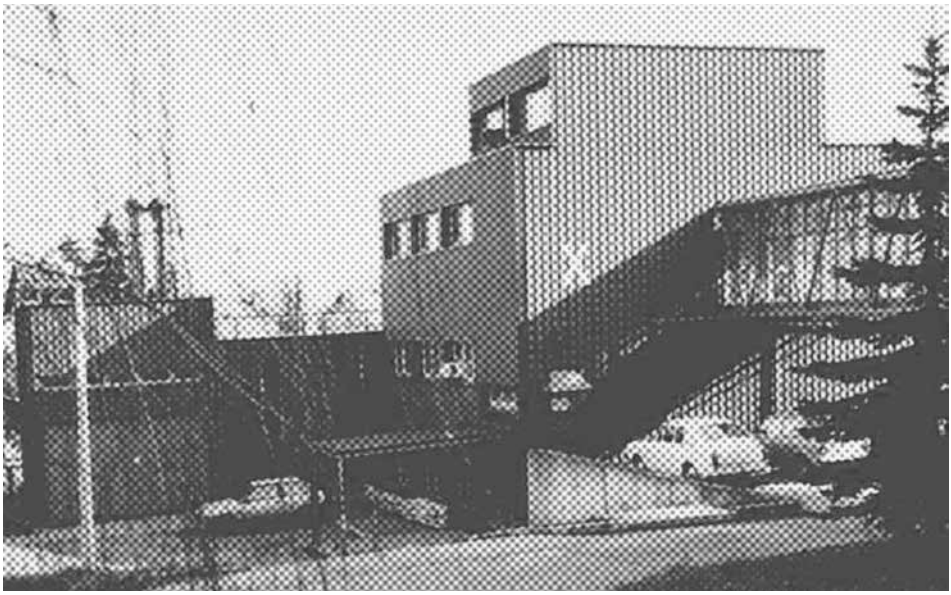
Drugi je dio Program B, kojeg koordinira *Energoinvest* – Sarajevo, dakle najjači industrijski koncern u Jugoslaviji, preko svog Instituta koji se zove ITEN[15]. Program se stvarno financira iz 'diskrecijskih fondova' SIV-a. Čini se da se htio sakriti trag porijekla novca, što je dodatno otvaralo različite sumnje.

Dakle, Program A je obavijen vojnom tajnom, zato jer sadrži izradu nuklearnog oružja. U biti, Program A se naslanja na mirnodopski Program B koji je i zato poslovna tajna. Program B počiva na dokumentu koji se zove PONT-program ovladavanja ("osvajanja") nuklearnim tehnologijama. U njemu su navedeni zadaci kao: dobivanje urana, obogaćivanje urana, teška voda, gorivi elementi, prerada isluženog goriva radi korištenja plutonija u energetske svrhe, prerada i deponiranje radioaktivnog otpada. U ovom nabrajanju fali nuklearni reaktor, ali on već postoji u Vinči kao sovjetski poklon s kraja 1950-tih. Kao što se vidi, ovdje je sve mirnodopsko, osim ako nećete s dobivenim plutonijem izrađivati atomsku bombu. Ovdje se vidi i delikatnost svih "mirnodopskih" nuklearnih programa. Ali, NE Krško je izgrađeno američkom tehnologijom i oni kontroliraju nuklearni ciklus i otpad, a sve skupa je i pod nazorom MAAE[16] iz Beča.

Iz Programa B, preko ITEN-a, *Bošković* je dobio zadaću razvijanja tehnologije za rješavanje problema nuklearnog otpada. Izgradnja zgrade, odnosno "određenog pogona" u Institutskom parku izazivala je veliku buku i znatiželju. Tih 1980-tih i u Njemačkim i u našim novinama, pa i na samom *Boškoviću*, nagađalo se o svrsi zgrade: od deponija za nuklearni otpad, pa do proizvodnje plutonija za bombu. Kako je Ugovor o projektu potpisan između ITEN-a i *Ruđerovog* OOUR-a Tenez, zaobiđeni su kolektivni centralni organi uprave Instituta pa je kasniji direktor S. Kveder, koji je došao poslije V. Kundića koji je znao za Ugovor i Program, potrošio puno vremena prije nego je uspio vidjeti Ugovor, jer je bio 'poslovna tajna'. Dakako, nije bilo riječi ni o plutoniju niti o skladištu radioaktivnog otpada već o izgradnji poluindustrijskog postrojenja za tretiranje radioaktivnog otpada. Zaobilaženje centralnih institutskih organa bilo je u ourskom uređenju moguće, pogotovo ako je bilo politički podobno. Inače, tehnologija koju se je probalo razvijati bila je bazirana na zeolitima – 'molekularnim sitima'. Ugovor je formalno zatvoren 1990. godine i opet je potpis s *Ruđerove* strane bio potpis direktora OOUR-a Tenez. Nije jasno koliko se je daleko došlo u postizavanjima ciljeva projekta. Nije ostalo, a nije ni bilo, nikakvog posebnog radioaktivnog materijala, osim za laboratorijska istraživanja. Ostali su mnogi

15ITEN, Institut za toplinsku i nuklearnu energiju

[16]Međunarodna agencija za atomsku energiju



Slika 10.: Laboratorij za zbrinjavanje radioaktivnog otpada *Fesobil* (X-krilo Instituta *Ruđer Bošković*)

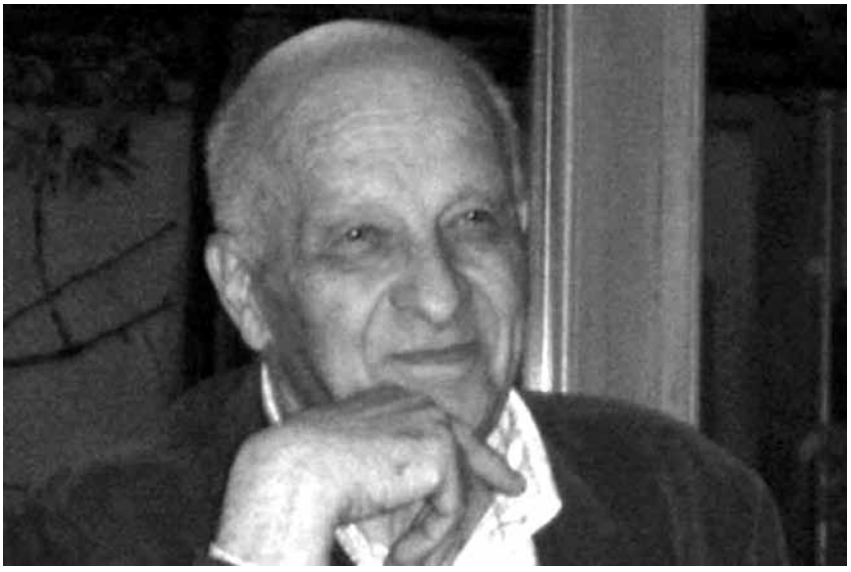
dobri kemičari, instrumenti i zgrada. Ipak, devetero suradnika je bilo otpušteno jer nisu zadovoljavali potreban znanstveni standard, a zgrada je već davno prije nazvana *Fesobil*, što je složenica između riječi Fes, nadimak R. Despotovića voditelja projekta i Černobil, mjesta nuklearne havarije u Ukrajini.

Jedan drugi zanimljiv Institutski projekt iz tog vremena je dobivanje 'žutog kolača', već spomenute uranove rude U_3O_8, iz pepela raškog ugljena, financiran preko HEP[17]-a. Raški ugljen (Raša je ugljenokop u Istri) imao je jako veliki postotak sumpora s jedne strane, a s druge strane ima urana. Tehnologija koja je razvijena koristi sumpor za dobivanje sumporne kiseline, pa se onda kemijskim procesom na kraju dobije U_3O_8 − čista ruda (žuti kolač), ali i pozitivni balans energije kad iskoristite taj uran kao gorivo za nuklearnu elektranu. Projekt je nakon laboratorijskih ispitivanja na *Ruđeru* došao u fazu poluindustrijskog postrojenja postavljenog u TE Plomin. Temeljem rada i rezultata postrojenja napravljen je potpun elaborat za industrijsko postrojenje. Napravila ga je tvrtka SMELT − Ljubljana s partnerima iz Njemačke. Na kraju se to nije realiziralo, a najvažniji jednostavan razlog, kako se u to vrijeme pokazalo su od ranije netočne procjene koliko ima ugljena u Istri. Vjerojatno je taj projekt 'tehnološki' mogao zaživjeti, ali je ipak propao. Voditelj je bio Vlado Valković, koji je razvio i donio iz Amerike superiornu nuklearnu metodu za elementalnu analizu, a kemijski dio radile su kolege iz Ljubljane.

[17]HEP, Hrvatska elektroprivreda

I zadnje je stvar Program A, dakle tajni, zanimljiv i opasan program. Dakle, *Bošković* je sudjelovao tamo gdje je bila najjača njegova ekspertiza, a to je nuklearna fizika (poznavanje neutronskog generatora i fizika neutrona) i elektronika. Dakle, što je i zašto trebalo napravit? Plutonijska atomska bomba eksplodira kada se sabiju komadi plutonija 239 (klasičnim eksplozivom) tako da čine kritičnu masu za lančanu reakciju. Da bi lančana reakcija i oslobađanje energije (fisijski proces cijepanja plutonija neutronima) bilo efikasno, potrebno je imati u času inicijacije snažan izvor neutrona. Taj je izvor zapravo posebno napravljen "mali" neutronski generator. I tako je *Boškoviću* "dodijeljeno" ispitivanje i istraživanje, služeći se standardnim neutronskim generatorom kupljenim 1970. godine, kako bi se napravio takav mali generator za bombu. Trebalo je razviti pulsirajuće deuteronske snopove, odnosno napone koji ih proizvode, i neutronske detektore kojim bi se dijagnosticiralo proizvedene neutrone. Preko VTI-a iz Beograda pribavljen je čak i jedan američki uzorak (nije jasno kojom metodom), ali nije radio pa nije bio od pomoći. Dakle, na *Boškoviću* se radilo na jednom bitnom dijelu atomske bombe, ali ta istraživanja, kao ni ona povezana s radioaktivnim otpadom, nisu uključivala nikakav nuklearni materijal (plutonij, uran) koji bi služio kao "atomski eksploziv". U tom smislu su medijske i druge optužbe na račun Instituta bile promašene.

Istinu o A i B projektima ispričao mi je 1990-te, kada sam bio direktor IRB-a, pokojni Đuro Miljanić, moj dragi kolega, koji je bio uključen u strukturu Programa i vodio je *Ruđerov* program za izradu neutronskog generatora.



Slika 11.: Đuro Miljanić, voditelj programa izrade neutronskog generatora. Dobar dio onoga o čemu sam pričao bez njega ne bi znao, zato sam mu zahvalan.

Slika 12.: Dodjela plakete Vojnotehničkog instituta Institutu *Ruđer Bošković* 1988. godine u Beogradu za suradnju s jugoslavenskom vojskom. Dr. sc. Krunoslav Pisk, direktor Instituta *Ruđer Bošković*, prima plaketu od generala Radovića, direktora Vojnotehničkog instituta.

Neke dijelove Programa u isto vrijeme ispričao mi je i pokojni Božo Matić, tada direktor Energoinvesta, a prije toga ministar u jugoslavenskoj vladi, iako kao ministar ništa nije znao o Programu. Miljanić je kao koautor 1999. godine objavio strukturu i ciljeve A i B Programa u međunarodnom časopisu *The Bulletin of the Atomic Scientists*, članak koji je kasnije objavljen kod nas u tjedniku *Globus*, tako da od onda to nije više tajna.

Zaključak

Poruka koju sam u ovom izlaganju htio s vama podijeliti je slijedeća. Mislim da takve prilike kao što je bila nuklearna znanost 1950-tih više neće biti. Špica svjetske znanosti u ratom poharano i devastirano (jugoslavensko) društvo u svakom smislu, implementirana je kroz nuklearni program, koji je počivao na ideološkim, političkim i geopolitičkim temeljima. Tako je nastao Institut *Ruđer Bošković* na kojem se razvila izvrsna fundamentalna znanost, rezultati koji ne bi mogli biti dosegnuti da se nisu razvijale paralelno tehničke i tehnološke struke i discipline.

Primjeri su navedeni u izlaganju. *Bošković* je prije 1990. "proizvodio" više nego 40 % hrvatske znanosti, ako se broji kroz međunarodno vidljive i prepoznatljive časopise, a bio je i nositelj međunarodne znanstvene suradnje. Još i više, značajan je odgoj »kadrova« koji su hranili ponajviše Zagrebačko sveučilište (posebno PMF[18] i ETF-FER), kao i šire okruženje, ali nažalost i inozemstvo. Profesori Zagrebačkog sveučilišta, poglavito I. Supek i M. Paić, iznijeli su osnivanje Instituta i usadili sustav vrijednosti. Ipak svi očekivani rezultati nisu ostvareni. Značajna i često uspješna suradnja s privredom i vojskom, nikad nije dovela do tehničkih ili tehnoloških projekata izvan Instituta, projekata koji su na Institutu bili razvijeni.

The Yugoslav Nuclear Programme and the Ruđer Bošković Institute

Krunoslav Pisk

Abstract: The part played by the Ruđer Bošković Institute within the Yugoslav nuclear programme is described. It is interesting that in the period from 1982 to 1987/89, the Yugoslav nuclear programme was the most intensive and most ambitious. The so-called Programme A included the production of nuclear weapons and was run by the Military Engineering Institute in Belgrade. It was based on the peace-time Programme B in terms of nuclear technologies which was run by the Energoinvest factory in Sarajevo. From Programme B, the Ruđer Bošković Institute was given the task of developing technologies to resolve the problem of nuclear waste. Another interesting project at the Institute at that time was producing so-called "yellowcake" from Raša coal dust. In all phases of development of the Ruđer Bošković Institute, Ivan Supek and Mladen Paić played a decisive role. Many members of staff were raised through the nuclear programme who mainly served the University of Zagreb, but also unfortunately other countries.

Keywords: cyclotron, Ruđer Bošković Institute, Yugoslav atomic bomb, Yugoslav nuclear programme, Mladen Paić, Ivan Supek

[18]PMF, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Igor Čatić

Tehnika i filozofija

Sažetak: Poopćavanje i produbljivanje dva su osnovna smjera u djelatnosti svakog ljudskog bića. Polazi se od prirođenih sposobnosti. Netko teži svoju osnovnu djelatnost trajno produbljivati, drugi svoje djelovanje poopćava. U razumijevanju toga, izvrsno pomaže izvorna piramida znanja filozofa F. Turnera. To je u usavršenom obliku dovelo do definiranja potrebnih osnovnih znanja. Temeljni sloj sedmeroslojne piramide su jezici, središnji dio čini opća tehnika, a vršini sloj je kulturologija koju čine teologija i tehnologija. Postoje osobe koje se odluče poslije završetka nekoga, npr. tehničkog studija, promijeniti polje svoje djelatnosti i djelovati na području filozofije. Jedan od njih je G. Ropohl koji je doktorirao na području alatnih strojeva, a zatim postao profesionalni nastavnik iz filozofije. Od njega su preuzete dvije ideje, izvorna definicija tehnologije J. Beckmanna iz 1777. godine i produbljeni opis sustava s pomoću niza definicija. To je tijekom vremena omogućilo da se sve pojave opišu s tri riječi: informacija, energija i materijal. Filozofija je pomogla u dokazivanju trojedinstva navedenih pojmova. To je povezano s pojmom sintezologije. Preduvjet takvih povezivanja je znanje 'u glavi', a ne pretraživanje digitalnih informacija. Konačno, od filozofa O. Spenglera potječe tvrdnja da je ruka do danas najsavršeniji alat.

Ključne riječi: filozofija, kulturologija, sintezologija, STEM, sustavnosna teorija, tehnika, tehnologija, Turner-Čatićeva obrazovna piramida znanja

Uvod

Teško je odrediti kada ste se započeli baviti nekom temom ili područjem. To ovisi o mnogim faktorima. Do sada, jedan od čimbenika bili su vaši učitelji. Još od starih vremena, barem od stare Grčke i Sokrata, najveća je čast za nekoga kada se kaže: "On je bio moj učitelj." U ovom kontekstu mogu izdvojiti samo jedno domaće ime. Prof. Aleksandar Đurašević, čijoj uspomeni posvećujem održano predavanje i ovaj tekst.

U novom svijetu, je li boljem ili lošijem, sve upućuje da se uči na temelju podataka s raznih mreža ili podatkara. Pri tome ostaje otvoreno pitanje hoće li uopće biti učitelja. Filozofsko je pitanje što radi učitelj? Onaj koji predaje može podučavati ili poučavati [1]. Prof. Aleksandar Đurašević nas je podučavao. Naime poduka je sustavno prenošenje znanja na drugoga, davanje znanja komu, korištenjem raznih oblika nastave. Prema istom shvaćanju podučiti znači naučiti koga čemu, sustavno prenositi znanje na koga. Stoga bi učitelj učenike podučavao. Podučavao me je na više područja od kojih izdvajam dva, planiranje pokusa i promatrati pojave kao sustave. Sustav za injekcijsko prešanje na temelju planiranih pokusa definiran je 1968. godine [2].

Početkom osamdesetih godina počeo sam proučavati i primjenjivati misli iz knjige G. Ropohla[1]: *Eine Systemtheorie der Technik* [3] ili u prijevodu prema nazivlju iz [4] – *Sustavnosna teorije tehnike*.

Jedna od prijelomnica je upoznavanje sa zamislima filozofa Frederica Turnera o obrazovanju na temelju piramide znanja.

Navedene spoznaje ugrađene su u knjigu *Analiza injekcijskog prešanja polimera teorijom sustava* (1991.) [5]. I dalje je nastavljeno s primjenom planiranja pokusa i sustavnosnom analizom postupaka proizvodnje polimernih tvorevina. Istodobno se odlučilo krenuti s tim znanjima i spoznajama na područje društveno-humanističkih znanosti. Prvi iskorak bio je rad *Prilog sustavnosnoj analizi hrvatskog jezika* [5].

Jedan kišoviti dan u Cresu u kojem se tih dana održavao skup *Dani Frane Petrića* konačno je autora povezao s profesionalnim filozofima (1996.). Naredne godine održao je predavanje *Kulturologijsko-sustavnosna raščlamba Petrićeva Sretna grada* [6]. Suradnja se s filozofima i odjeljkom njihova zanimanja za integrativnu bioetiku, sažetom u skupu *Lošinjski bioetički dani*, nastavila se u protekla dva desetljeća. Konačno, 2009. stečena je još jedna bitna spoznaja. Sve što se radilo, moguće se uklopiti u pojam sintezologije. [7]

U okviru ovog rada bit će opisana znanja i spoznaje koje su stečene tijekom navedenog razdoblja. Odnosi se prvenstveno na osnove suvremenog odgoja i obrazovanja, humanu kulturologiju i trojedinstvo informacije, energije i materije. To zahtijeva najprije predstavljanje vrlo preciznog sustava nazivlja. Posebno su važni pojmovi: sintezologija, tehnologija i sustavnosna teorija. No zbog raznovrsnosti definiranja pojmova: informacija, energija i materija, bit će navedene i te definicije.

1. Najvažniji nazivi

Prijelaz iz tehnike u filozofiju temelji se na nizu vrlo precizno određenih naziva.

Tehnologija

Danas je sve postalo tehnologijom, dizajnom ili industrijom. U ovim razmatranjima polazi se od izvorne definicije tehnologije, kako ju je definirao

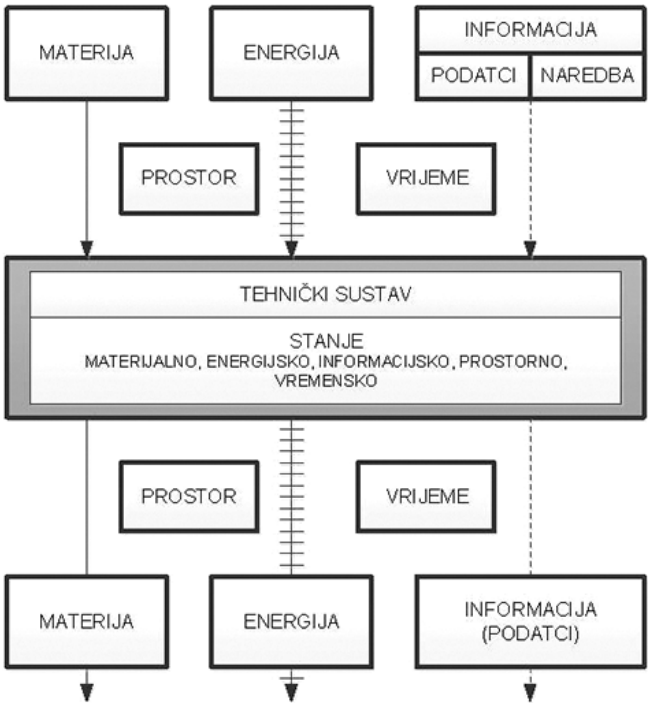
[1]Prof. Dr.-Ing, Günter Ropohl (1939.-2017.) doktorirao je na području alatnih strojeva na Sveučilištu u Stuttgartu (1970). Na istom je sveučilištu studirao i filozofiju. Habilitirao je na području filozofije i sociologije (1978.). Od 1971. do 2004. bio je redoviti profesor za područje *Opće tehnologije* i *Nauka o radu* na Sveučilištima u Karlsruhe i Johann Wolfgang Goethe-Universität u Frankfurtu na Maini. Od 1983. do 1991. bio je direktor kurseva *Tehnika i društvo* u *Intersveučilišnom centru* u Dubrovniku.

pruski agronom i kameralista Johann Beckmann još 1777. godine: “Tehnologija je sveobuhvatna znanost o isprepletenosti društva, gospodarstva i tehnike.” [3]

Sustav [8, 9]

To je skup srodnih elemenata (dijelova) objekta (cjeline) koji zajednički djeluju u određenom okruženju obavljajući sve funkcije potrebe za ostvarivanje ciljeva sustava. Brojne su i vrlo raznolike definicije sustava. No većina sadrži određeni broj kategorija. Postoje elementi, određene veze među elementima, postoji svrsishodna, funkcionalna skladna cjelina, postoje (makar u mislima) granice sustava koje ga izdvajaju iz njegove okoline (okruženja), postoji određeni odnos sustava s okruženjem. Osim elemenata sustava, važni su ulazi i izlazi iz sustava. O broju elemenata ovisi ‘kompliciranost’ sustava, a o njihovim međusobnim vezama njihova ‘kompleksnost’ [3, 4].

Svaki sustav temelji se na postojanju informacija, energije i materije, koje čine ulaze i izlaze iz sustava. Definicije se temelje na tekstovima [10, 11]. Sustav može biti fizički i informacijski. Slika 1. prikazuje opći fizički sustav, s posebnim naglaskom da se informacijski ulaz dijeli na podatke i naredbe.



Slika 1.: Opći fizički tehnički sustav (poticaj [12], s. 151)

Informacija [10, 11]

Moguće je razlikovati količinsku i fizičku definiciju informacije. Po N. Wieneru, "informacija je informacija, niti materija niti energija, već nešto drugo". Riječ informacija dolazi od latinskog *informatio*, što doslovce znači podatak ili poruka. Ova definicija razumijeva informaciju kao frekvenciju određene pojavne poruke (količina).

Umjesto fizičke definicije, Nesterov je ukazao na teoriju koja razmatra informaciju kao materijalnu kategoriju, otkrivajući fizičku bit interakcije entropijskih informacija i opisuje interakciju mase, energije i informacija unutar sustava. To je teorija kvantne entropijske logike koja postulira: informacija je materijalna kategorija, jednako kao što su energija i masa nekog sustava. Zbog činjenice da je informacija materijalna, slijedi zakon očuvanja (konzervacije). Informacija ne može nestati bez traga ili se pojaviti niotkuda. Ukupna količina informacija u zatvorenom sustavu (sustav koji ne razmjenjuje masu, energiju i informacije s okolinom) je konstantna vrijednost.

Kvantni fizičar V. Vedral u svom djelu *Dekodiranje stvarnosti − Univerzum kao kvantna informacija*, posebnu pozornost posvećuje informaciji.

> "U svemiru je informacija puno fundamentalnija kvantiteta od energije i materije. Informacija je fundamentalna jer se može uspješno primijeniti na makroskopske interakcije, poput ekonomskih i društvenih fenomena kao i objasniti podrijetlo mikroskopskih interakcija poput energije i materije. Stoga je informacija osnovna nit koja povezuje sve pojave koje vidimo oko sebe. Naša stvarnost je sagrađena od informacija. Brisanje informacija je dokaz njihove fizičke veličine. Jedinica za količinu informaciju ima više. Osnovnim se smatraju: 'bit' (temeljen na dualnom logaritmu) i 'nat' (temeljen na prirodnom logaritmu)."

Energija [10, 11]

U fizičkom značenju energija označuje sposobnost za rad nekog sustava. Energija je fizička veličina, ne može se izravno promatrati ili mjeriti. Njena količina se može izračunati koristeći izraze iz odgovarajućih disciplina fizike. Energija prelazi iz jednog oblika u drugi i može poprimiti različite oblike. Pojavni oblici energije su različiti, ona koja ovisi o izvoru, po načinu djelovanja i po načinu djelovanja u radnim procesima.

Materija [10, 11]

Materija je objektivna realnost koja postoji neovisno o spoznaji o njoj. Moguća je i njezina proširenija definicija. Materija je jedinstvo čestica i prostora u kojem se čestice kreću (približavaju i udaljavaju) i djeluju jedna na drugu (privlače i odbijaju, sastavljaju i rastavljaju), pri čemu čestice, prostor, kretanje i djelovanje imaju prošlost, tj. nastanak (od prethodnoga, starog), razvoj i nestanak (pretvaranje u naredno, novo). Francuski fizičar Louis de Broglie, predložio je 1924. godine da čestice mogu imati dvije vrste svojstava, osim svojstava čestica (masa) i svojstva valova. (Neovisno o dualizmu val-čestica uvijek se ovdje radi samo o materiji. To dodatno mijenja stvari, ali suština se ne mijenja – materija u dva oblika, u jednom ili u drugom, ili pak istovremeno u oba).

Fizička polja (npr. elektromagnetsko polje), elementarne (npr. kvarkovi, leptoni) i složenije čestice (npr. atomi), tvari i materijali, različiti su oblici materije. Oblik materije sastavljen od atoma je ‘tvar’, a tehnički upotrebljiva tvar je ‘materijal’ (tvorivo).

Sustav za injekcijsko prešanje plastomera

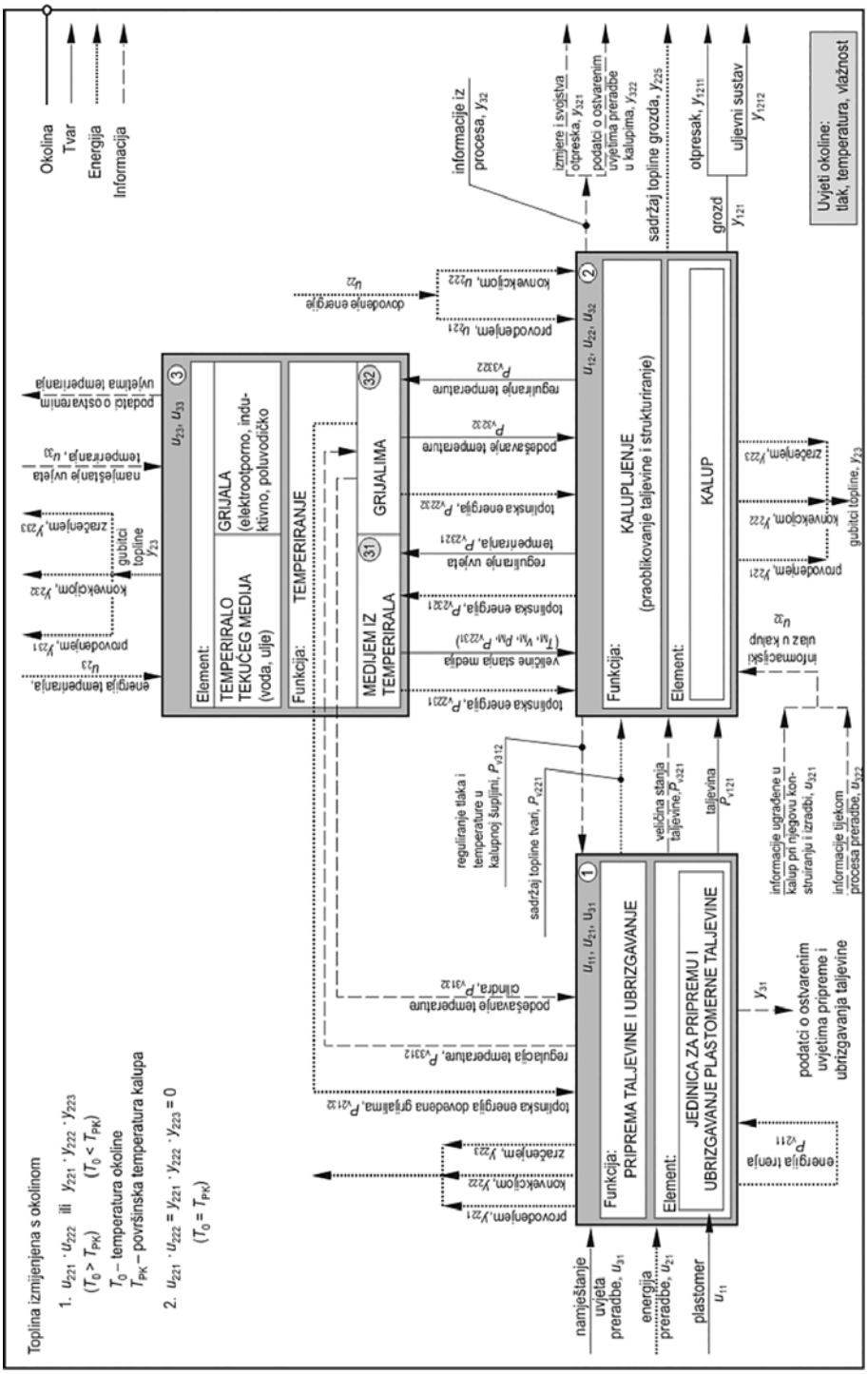
Sustavnosni model, onaj sustava za injekcijsko prešanje plastomernih taljevina iz [5], višekratno je usavršavan. Ovdje se prikazuje inačica iz 2006. [13]. Može se pridodati da postoji tekst u kojem se opisuje da je prirodni model injekcijskog prešanja, postupak reprodukcije viših životinja i ljudskih bića. [14]

Sintezologija [7]

Tek se 2009. uočilo da takav sustavnosni pristup mnogim temama odgovara posebnoj znanosti, sintezologiji. I načinjen je portal http://sintezologija.com.hr/hr/.

Istodobno je definicija sintezologije Yoshikawa-e poopćena na temelju tehnologijskoga i kulturologijskog pristupa i glasi:

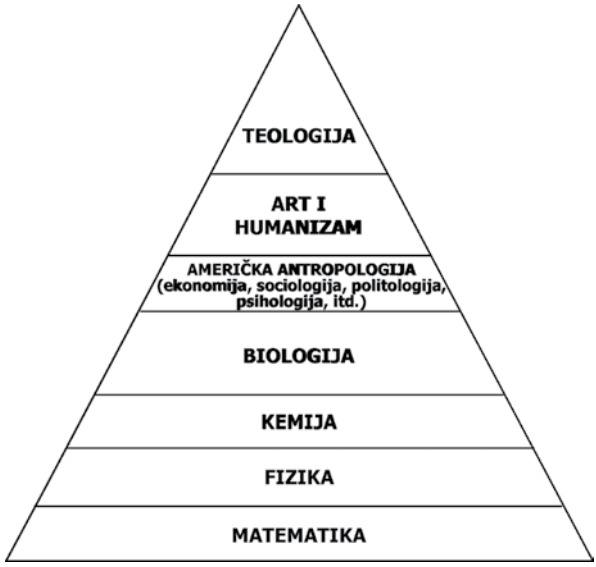
> “Sintezologija je znanost koja integrira znanja materijalne i duhovne kulture te stvaranje novog znanja i spoznaja kada je to potrebno, kao i pretvaranje tih znanja i spoznaja u umjetnine (artefakte), proizvode, usluge i druga znanja i spoznaje materijalne i duhovne kulture, a koje može prepoznati i priznati društvo.”



Slika 2.: Modelni prikaz sustava za injekcijsko prešanje plastomernih taljevina ([13], s. 184.)

2. Osnove suvremenog odgoja i obrazovanja

Jedan od bitnih poticaja u promišljanjima o odgoju i obrazovanju potječe od američkog filozofa i pjesnika Frederica Turnera. On je osamdesetih godina definirao slikovno, što bi trebalo sadržavati sveučilišni studij, slika 3.

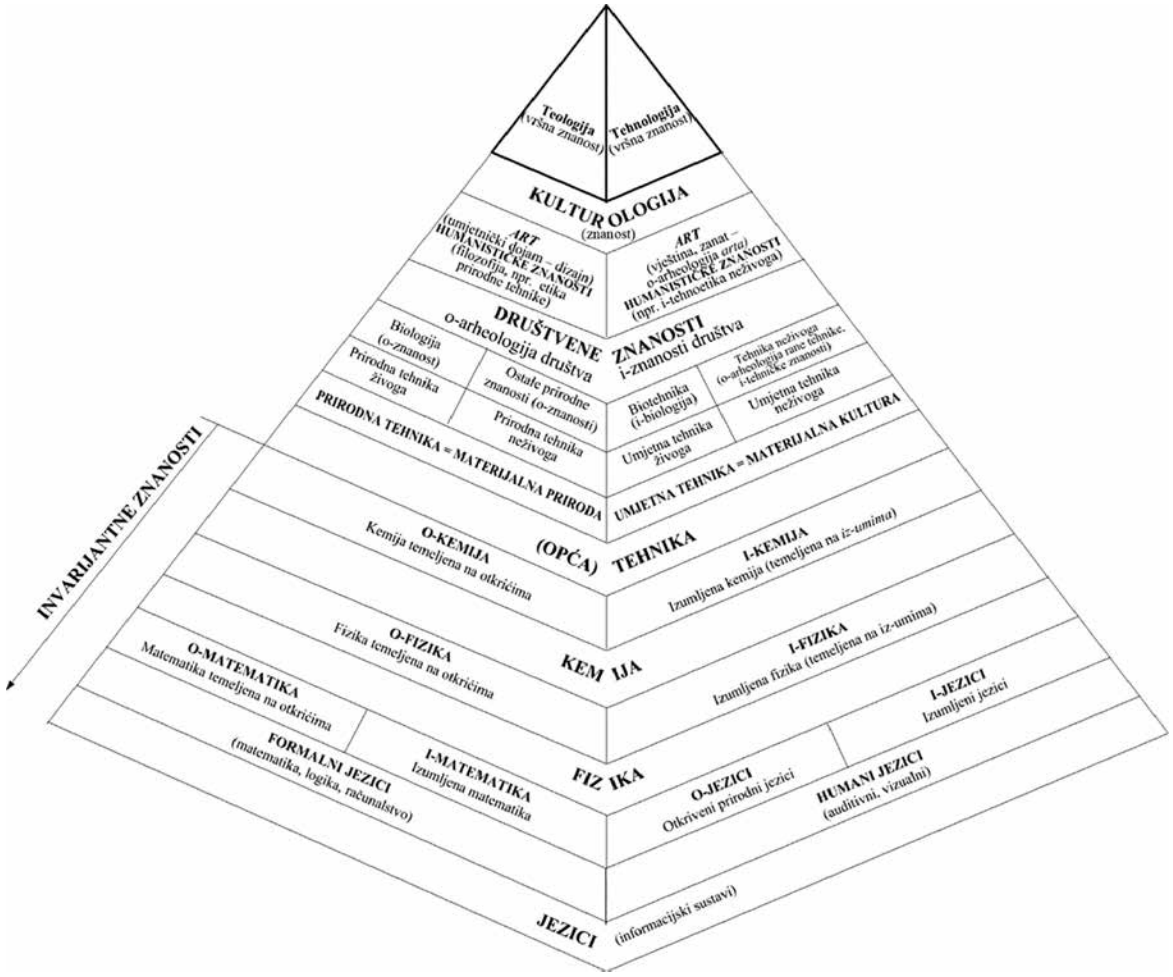


Slika 3.: Izvorna Turnerova 'piramida znanja' [15]

Turner-Čatićeva obrazovna piramida znanja

Slika 3. pokazana je na sjednici Odbora za školstvo Socijalističkog saveza 1987. godine. Tri godine kasnije razgovarao sam s F. Turnerom u Dallasu. Dogovoreno je da se uz vršnu znanost duhovne kulture, teologiju, treba pridodati i bekmannovsku tehnologiju kao vršnu znanost materijalne kulture. Tako je na vrhu stavljena kulturologija. Nastavilo se usavršavati tu piramidu, a posljednja inačica potječe s kraja 2016., slika 4. [16]

Tada je već bila u uporabi u ovoj sredini složena kratica ili akronim STEM, koju službeno nitko nije ispravno preveo. Sada se više to i ne pokušava. Samo oni koji ne prate događaje, kao ekipa koja radi DKR (djelomičnu kurikulnu reformu) misle da je za 'školu života' dovoljno STEM-područje. Već neko vrijeme se zna da nedostaje umjetnost 'A', a osnova 'M' – matematika je promijenjena u 'L'. Ispravno značenje STEAL je prirodoslovlje, informatika, tehnika, *art* i L-jezici. Jezici mogu biti formalni i humani. Formalni su: matematika,



Slika 4.: Nova podjela znanosti u Turner-Čatićevoj obrazovnoj piramidi znanja [16]. Piramida je podijeljena u dva dijela: u O-znanosti i I-znanosti. Ono što se otkrije da je načinila priroda ili čovjek u neka davna vremena je O-znanost. Što je izumio čovjek, to je I-znanost.

logika [17] i računalni jezici. Humani jezici su vizualni i auditivni. No, istraživanje načinjeno s pomoću Googlove baze podataka pokazalo je da sada uvedena izmišljotina 'škola života' ima 8 kriterija procjene važnosti za uspješno djelovanje pojedinca [18]. Po tom istraživanju STEM vještine su na posljednjem mjestu. Važnije su tzv. meke ili po „novo hrvatskom" *soft* vještine. A to znači društveno-humanističke vještine. Zato je uvedena kratica SSH – *social sciences and humanities*. To bi se po prijedlogu akademika V. Paara moglo nazvati Poststemovski koncept odgoja i obrazovanja. STEAL+SSH.

Što znače u STEM-u slova 'T' i 'E'?

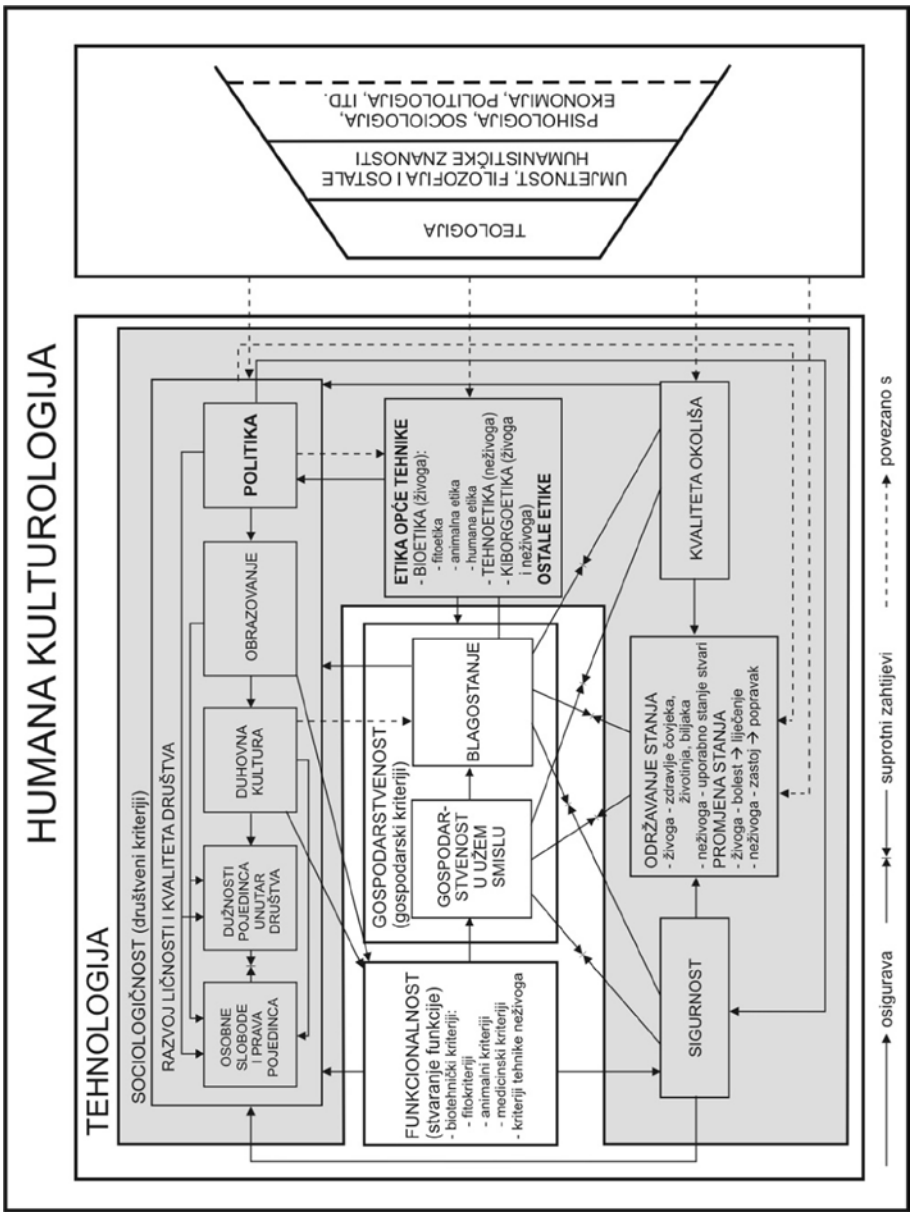
U konceptu STEM-a tumači se da 'T' znači tehnologiju, prema tehnološke tvrtke. Međutim, ne postoji osnovni pojam tehnologija, ali postoji informacija. Dakle radi se informatici. Informatika je dio tehnike. No, ako se netko bavi znanosti o informacijama, mogao bi se na njega primijeniti naziv informatist, a područje informatistika. A što je 'E'? Nije inženjerstvo, jer inženjerstvo je samo dio tehnike.

3. Humana kulturologija i presjecišta teologije i tehnologije

Poopćavanje i produbljivanje dva su osnovna smjera u djelatnosti svakog ljudskog bića. Polazi se od prirođenih sposobnosti. Netko teži svoju osnovnu djelatnost trajno produbljivati, drugi trajno poopćava. U razumijevanju toga, izvrsno pomaže izvorna piramida znanja filozofa F. Turnera. To je u usavršenom obliku dovelo do definiranja potrebnih osnovnih znanja, slika 4. Temeljni sloj sedmeroslojne piramide su jezici, središnji dio čini opća tehnika, a vršni sloj je kulturologija koju čine teologija i tehnologija. [19] Na ovom mjestu odustaje se od tumačenja što je teologija. Tehnologija je definirana u bekmannovskom smislu i poopćeno je njezino značenje.

Hrvatsko filozofsko društvo među svojim brojnim skupovima, pokrenulo je 2013. godine *Karlovačke dane filozofije*. U poticaju Inicijativnog odbora za skup u 2014. navedene su autorove misli:

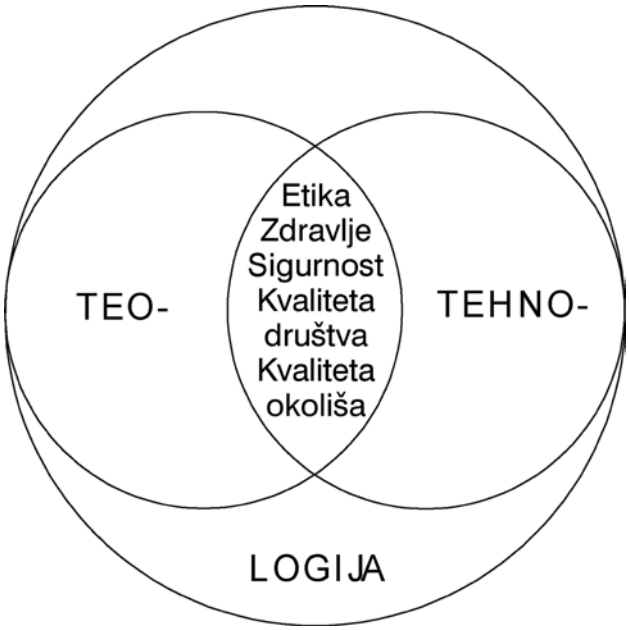
> "Svaka ljudska djelatnost i njezina gospodarska opravdanost u funkciji su društveno-humanističkih ciljeva koje određuje politika. Razvoj svakog područja ljudskog djelovanja pretežno se temelji na inovacijama a one su ovisne o obrazovanju i razvoju znanosti". [20]



Slika 5.: Humana kulturologija [21]

U najnovijoj inačici ta definicija glasi:

> "Svaka ljudska djelatnost (npr. tehnika, medicina, obrazovanje) u funkciji je društveno-humanističkih ciljeva koje određuje (trenutna) politika". [16]



Slika 6.: Presjecišta teologije i tehnologije (Maja Jakšić, 1991. u [21])

Definiran je koncept humane kulturologije, polazeći od definicija tehnologije i teologije [21]. U tom tekstu je najopsežnije opisan koncept humane kulturologije, slika 5. Slika 6. prikazuje presjecišta teologije i tehnologije.

Božja znanost

Nedavno je S. Letica izdao knjigu *Božja znanost* s prilozima 26 istaknutih intelektualaca [22]. Što treba pridodati?

Prof. H. Moritz (Graz) u nastupnom predavanju, kao novoizabrani dopisni član HAZU obradio je 2000. temu *Beskonačno u znanosti i religiji – usporedba evolucionističkoga i kreacionističkog pogleda na stvaranje svijeta*, tablica 1. [21].

Tablica 1.: Beskonačno u znanosti i religiji [21]

BIBLIJA **Dan − Stvaranje**	**PRIRODNA ZNANOST** **Velik prasak**
1. Svjetlo	1. Energija
2. Nebo i zemlja, svjetska mora	2. Zvijezde, planete, zemlja, mora
3. Vegetacija	3. Vegetacija
4. Sunce, Mjesec (dan i noć)	4. Vrtnja Zemlje, stvaranje Mjeseca
5. Ribe i ptice	5. Životinjski svijet
6. Sisavci, ljudsko biće	6. Sisavci, ljudsko biće

Umjesto zaključka

U članku *Služenje ne samo stvaranju profita nego i novih moralnih vrijednosti* [23, 24] opširno je opisan odnos tehnike i filozofije. Posebno važnost filozofije ne samo za tehničare već menadžere općenito. Ovdje se prenose samo najvažnije pojedinosti u prilagođenom obliku.

»Godine 2002. nastavnik s područja strojarstva, uže proizvodnje plastičnih i gumenih dijelova, bio je voditeljem međunarodnog simpozija *Filozofija i tehnika* i glavni urednik istoimenog Zbornika radova [25]. To što su njegova predavanja u kolegiju Uvod u tehniku za brucoše Fakulteta strojarstva i brodogradnje sadržavala i elemente povijesti i filozofije tehnike, ne otkriva dovoljan razlog toj povezanosti s kolegama iz Hrvatskog filozofskog društva.

Bolji je argument što sada već tri desetljeća promiče zamisao iz ovdje obrađene *Turner-Čatićeve usavršene obrazovne piramide znanja* u kojoj humanistički sloj, uključivši filozofiju, povezuje (američki) antropološki sloj − psihologiju, sociologiju, politologiju, ekonomiju i tehniku − s vršnim, kulturologijom i njenim dvjema sastavnicama: duhovnom i materijalnom, gdje je bekmanovska tehnologija vršna znanost materijalne kulture. Pravi razlog, dugo intuitivno naslućivan, mogao bi zanimati i hrvatske filozofe. Premda valja odmah kazati − sa slabim izgledima na uspjeh u sredini gdje su podobniji važniji od sposobnih.

O čemu je riječ? Filozofija i gospodarstvo otkrivaju zajednička sučelja. Kako je gospodarstvo, uz tehniku i društvo, jedna od triju sastavnica bekmanovske tehnologije i kako su u mnogim zemljama mnogi menadžeri iz redova tehničara, vjeruje se da bi neke misli iz tog teksta mogle biti zanimljive široj javnosti. U Frankfurtu jedan sveučilišni nastavnik raspravlja s menadžerima o Nietzscheu i Schopenhaueru. U Bayreuthu u Njemačkoj postoji jedinstven studij „Filozofija i gospodarstvo“. Filozofija je dugo vremena smatrana u SR Njemačkoj „orhidejom“, studijem koji nudi važna znanja i spoznaje, ali sa slabim mogućnostima zapošljavanja (napomena autora: prepoznajete stanje u suvremenoj Hrvatskoj).

No, stvari su se promijenile. Studij filozofije i gospodarstva u prvoj je klasi upisalo 29, a u drugoj već 150 studenata. Stoga je najavljeno ograničenje broja studenata. Zašto odjednom tako velik interes? Osobito ako se tome pridoda da jedan sveučilišni nastavnik za vikend-seminar zahtijeva 490 eura za svakog od petnaest polaznika. A čitav kolegij od četiri semestra stoji 17.340 eura. Zašto odjednom menadžeri

plaćaju takve prekomjerne honorare filozofima? Odgovor je ponudio jedan od filozofa koji poučavaju menadžere, Klaus-Jürgen Grün.

Menadžeri su postali obični robovi svojih terminskih obveza. Ne mogu samo funkcionirati, moraju biti priznati kao osobnosti. Samo jedinstvo vlastitoga mišljenja i vanjskog odrješita nastupa vodi prema vjerodostojnosti koja daje stvarnu moć.

„Tko želi znati tko on jest, neka ne proučava anatomiju nego neka čita Shakespearea“, obrazlaže svoj stav K.-J. Grün. Njegova je središnja poruka:

„Gospodarstvo ne smije služiti samo stvaranju profita nego mora stvarati i nove moralne vrijednosti. Tko drži etička načela u ‘kuli bjelokosnoj’, a inače teži profitu po svaku cijenu, nikome ne pomaže.“ (Opaska autora: čini se da se situacija samo pogoršala u posljednji podrug desetljeća.)

Je li štogod od toga primjenjivo za našu praksu? Odgovor je težak i lagan. Malo je hrvatskih menadžera spremno podvrgnuti takvu preispitivanju svoga rada. Na vikend seminarima koji se skupo naplaćuju.

Možda će koji hrvatski filozof i uspjeti u svom naumu da pouči hrvatske menadžere važnosti filozofije u njihovu svakodnevnom radu. Valja mu poželjeti mnogo uspjeha. Međutim, već bi s motrišta isplativosti mogao biti dvojben broj sudionika na seminaru. Posebno ne pokazuju, a nisu osamljeni da svoj rad podvrgnu etičkim načelima, ne samo živoga već i neživog.«

Literatura

[1] *Školski rječnik hrvatskoga jezika*, gl. ur. Dunja Brozović Rončević, Zagreb: Hrvatski institut za jezik i jezikoslovlje, 2012., str. 545.

[2] Čatić I.: *Definition des Spritzgießsystemes*, projekt, IKV Aachen, 1968.

[3] Ropohl, G.: *Eine Systemtheorie der Technik, zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1979.

[4] Čatić, I., Šarić, Lj.: Prilog sustavnosnoj analizi hrvatskog jezika, Rasprave Zavoda za hrvatski jezik, 20(1994), 19-30. https://hrcak.srce.hr/69275.

[5] Čatić, I., Razi, N., Raos, P.: Analiza injekcijskog prešanja polimera teorijom sustava, Društvo plastičara i gumaraca, 1991.

[6] Čatić, I.: Kulturologijsko-sustavnosna raščlamba Petrićeva Sretna grada, Dani Frane Petriša, Šesti međunarodni filozofski simpozij, Hrvatsko filozofsko društvo, Cres, 13. do 17. 07. 1997.

[7] http://sintezologija.com.hr/hr/

[8] Novaković, B.: *Regulacijski sistemi*, Sveučilišna naklada Liber, FSB, Zagreb 1985.

[9] *System Theory*, https://www.google.hr/search?q=A+system+is+a+set+of+related+components+that+work+together+in+a+particular+environment+to+perform+whatever+functions+are+required+to+achieve+the+system%27s+objective&oq=A+system+is+a+set+of+related+components+that+work+together+in+a+particular+environment+to+perform+whatever+functions+are+required+to+achieve+the+system%27s+objective&aqs=chrome..69i57j69i60.3117j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8, pristupljeno 1. kolovoza 2018.

[10] Čatić, I., Knežević, A.: (Tro)jedinstvo informacije, energije i materije, Energy and the Environment, Hrvatski savez za sunčevu energiju, Opatija, 26-28. listopada 2016., 435-446.

[11] Čatić, I., Knežević, A.: (Tro)jedinstvo informacije, energije i materije, proširen tekst [10] je u fazi recenzije.

[12] Ropohl, G.*: Allgemeine Technologie, Eine Systemtheorie der Technik*, 3., überarbeitete Auflage, Universitätverlag Karlsruhe, Karlsruhe, 2009.

[13] Čatić, I.: *Proizvodnja polimernih tvorevina*, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, 2006.

[14] Čatić, I., Tiljak, H., Rujnić-Sokele, M., Petriček, G.: Process of Human Reproduction – The Natural Model of Injection Moulding of Living and Non-Living Substances, u Čović, A. (Hrsg.): Integrative Bioethik und Pluriperspektivismus − Integrative Bioethics and Pluri-Perspectivism, Proceedings of the 4th Southeast European Bioethics Forum, Opatija 2008., Academia Verlag, Sankt Augustin, 2011., 309-316.

[15] Turner, F: Što treba učiti na sveučilišnom studiju, Bilten Američke ambasade, 1986.

[16] Čatić, I.: Utjecaj obrazovanja i medija na Z-generaciju*,* Tribina u Europskom domu, 8. prosinca 2016

[17] Skansi, S: https://narod.hr/hrvatska/filozof-i-logicar-sandro-skansi-logika-je-temelj-umjetne-inteligencije, pristupljeno 2. lipnja 2018.

[18] Glazer, L.: Google finds STEM skills aren't the most important skills, http://michiganfuture.org/01/2018/google-finds-stem-skills-arent-the-most-important-skills/ pristupljeno 7. siječnja 2018.

[19] Čatić, I.: Sintezologijski pogled na povezanost teologije i tehnologije, *Nova prisutnost* 11(1)126-140(2013).

[20] Inicijativni odbor Karlovačkih dana filozofije: *Program za 2014.*

[21] Čatić, I.: *Uvod u tehniku*, skripta, vlastita naklada, Zagreb, 2003., poglavlje 5.

[22] Letica, S. (priredio): Božja znanost, *Večernji list*, 2018.

[23] Čatić, I.: Služenje ne samo stvaranju profita nego i novih moralnih vrijednosti, *Vjesnik*, 29. travnja 2002.

[24] Čatić, I.: *Tehnika, temelj kulture – zagovor hrvatske budućnosti*, Graphis, Zagreb, 2003. str. 185-186.

[25] Čatić, I. (ur.): *Zbornik radova Filozofija i tehnika*, Hrvatsko filozofsko društvo, Zagreb, 2003.

Technology and Philosophy

Igor Čatić

Abstract: Broadening and deepening are the two basic directions in the activities of every human being. The starting point is our in-born abilities. One person will constantly endeavour to deepen their basic activity, another will broaden their efforts. An excellent aid in understanding this is the original pyramid of knowledge by the philosopher F. Turner. This, in a perfect form, led to a definition of the basic knowledge we need. The foundational layer of the seven-tiered pyramid is formed by languages, the middle tier is general technique, and the final level culturology, comprised of theology and technology. There are people who decide later after completing, for instance, engineering studies, to change the field of their activities and work in the field of philosophy. One of them is G. Ropohl, who gained a PhD in the field of mechanical engineering, and then became a professional teacher of philosophy. From him two ideas have been taken: the original definition of technology by J. Beckmann from 1777, and a deepened description of systems, using a number of definitions. Over time this has made it possible for these phenomena to be described in three words: information, energy and matter. Philosophy has helped to prove the triple unity of these concepts. This is linked to the concept of synthesiology. A requirement for this combination is "head" knowledge and not searching for digital information. Finally, the philosopher O. Spengler originated the assertion that the hand is the most perfect tool still today.

Keywords: philosophy, culturology, synthesiology, STEM, system theory, technique, technology, Turner-Čatić education pyramid of knowledge

Ivan Flegar

O razlikama između inženjerstva i prirodnih znanosti[1]

Sažetak: Inženjerstvo i prirodne znanosti međusobno su vrlo ovisne i isprepletene, ali različite ljudske djelatnosti. Razlike između inženjerstva i prirodnih znanosti često se zanemaruju ili ne uočavaju, tako da čak i među inženjerima prevladava mišljenje da je inženjerstvo samo primijenjena znanost, tj. znanost koja se bavi primjenom prirodoznanstvenog znanja u praktične svrhe. U članku je dan pregled osnovnih značajki prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti s obzirom na veći broj kriterija, odakle proizlazi da su inženjerstvo i prirodne znanosti dvije kreativne, različite i intelektualno ravnopravne ljudske djelatnosti.

Ključne riječi: inženjerstvo, prirodne znanosti, tehničke znanosti

Uvod

Inženjerstvo je skup djelatnosti kojima se stvaraju umjetni, svrsishodni i opredmećeni proizvodi (tehnički artefakti). Dio je *tehnike*[2], koja još obuhvaća skup proizvoda stvorenih inženjerstvom te skup procesa u kojima se ti proizvodi primjenjuju [1].

[1] Lektorirao autor

[2] Pod utjecajem engleskog jezika i u hrvatskom se jeziku, ne samo kolokvijalno nego i u službenoj upotrebi, sve više umjesto riječi tehnika upotrebljava riječ *tehnologija*. Primjerice, prema Pravilniku o znanstvenim i umjetničkim područjima, poljima i granama Nacionalnog vijeća za znanost, visoko obrazovanje i tehnološki razvoj Republike Hrvatske od 2016. godine u području tehničkih znanosti za tri se znanstvena polja u nazivima navodi riječ *tehnologija*: grafička tehnologija, tehnologija prometa i transporta i tekstilna tehnologija.

Temelj deklarativnog znanja ljudi koji se profesionalno bave inženjerstvom – inženjera – čine *tehničke znanosti*, koje se definiraju kao skup sređenih i uopćenih znanja utemeljenih na prirodnim znanostima bitnih za stvaranje proizvoda. Inženjerstvo se katkad poistovjećuje s tehničkim znanostima. Tako se, primjerice, na elektrotehničkim fakultetima i elektrotehničkim odjelima tehničkih fakulteta, visokih i viših škola u Hrvatskoj uči uglavnom elektrotehnika kao tehnička znanost koja se bavi primjenom elektriciteta i magnetizma na stvaranje proizvoda, što je nužno znanje svakog budućeg elektroinženjera, ali nije dovoljno. Nigdje se u redovitom studiju ne uči projektiranje, tj. postupak zasnivanja električkih proizvoda, što je najvažnija disciplina inženjerstva.

Budući da temelj tehničkih znanosti čine prirodne znanosti, poistovjećivanje inženjerstva s tehničkim znanostima implicira da je razvoj i stvaranje proizvoda rezultat razvoja prirodnih znanosti i njihove metode rješavanja problema – prirodoznanstvene metode. Pritom se prešutno misli na odnos između modernog inženjerstva i prirodnih znanosti. Inženjerstvo je, naime, starije od prirodnih znanosti. Keopsova piramida, plovni kanali drevne Kine i srednjovjekovne katedrale karakteristični su primjeri inženjerstva prije rađanja prirodnih znanosti u Europi u XVII. stoljeću.

U prilog tvrdnji da je razvoj prirodnih znanosti preduvjet za razvoj i stvaranje proizvoda, tj. da je inženjerstvo derivat prirodnih znanosti, govore mnogi primjeri iz povijesti prirodnih znanosti i inženjerstva. Tako je elektromotor izumljen tek nakon što su Oersted i Ampère otkrili postojanje sile između strujom protjecanog vodiča i magneta, a Faraday otkrio zakon elektromagnetske indukcije. Thomsonovo otkriće elektrona omogućilo je izgradnju elektronskih cijevi, dok je kvantna teorija elektrona u metalima i poluvodičima omogućila razvoj poluvodičke elektronike.

Isto tako, niz prirodoznanstvenika bitno je pridonio razvoju tehničkih znanosti i uspješno se ogledao u rješavanju pojedinih inženjerskih problema. Dobar su primjer na području elektrotehnike Oliver Heaviside (1850. – 1925.) i Karl Steinmetz (1865. – 1923.), za koje se slobodno može reći da su utemeljili osnove elektrotehnike. Heaviside je reformulirao 20 originalnih Maxwellovih skalarnih jednadžbi elektromagnetizma u četiri vektorske jednadžbe, čime je dobivena puno jasnija i za praktičnu primjenu korisnija interpretacija elektromagnetskog polja, posebno širenja elektromagnetskih valova i toka energije u elektromagnetskom polju, dok je Steinmetz tvorac fazorske transformacije koja je omogućila jednostavne proračune složenih izmjeničnih električkih krugova u ustaljenom stanju.

No, ima i mnogo suprotnih primjera, kad su prvo stvoreni tehnički artefakti, koji su zatim omogućili stvaranje novih prirodoznanstvenih znanja. Primjerice, izum teleskopa omogućio je Galileiju promatranje dotad nevidljivih nebeskih tijela i stvaranje nove kozmologije. Watt je izumio i usavršio parni stroj 50

godina prije nego što je Carnot prvi shvatio bit pretvorbe topline u mehanički rad i opisao toplinski stroj s najvećim mogućim stupnjem djelovanja, a bez moćnih elektroničkih računala ne bi bio moguć razvoj teorije determinističkog kaosa.

Isto tako, nizu je inženjera znanstvena zajednica priznala istaknut doprinos prirodnim znanostima. Spomenimo samo elektroinženjere koji su dobili Nobelovu nagradu za fiziku: Guglielmo Marconi (1874. – 1937.) za izum bežične telegrafije 1909. godine; Paul Dirac (1902. – 1984.) za otkriće nove atomske teorije 1933. godine; John Bardeen za otkriće tranzistorskog efekta 1956. godine i 1972. godine za rad na supravodljivosti; Denis Gabor (1900. – 1979.) za razvoj holografske metode 1971. godine, te Jack Kilby (1923. – 2005.) za izum integriranog kruga 2000. godine.[3]

Navedeni primjeri iz povijesti prirodnih znanosti i inženjerstva (tehnike), a ima ih još mnogo, upućuju na to da je napredak prirodnih znanosti poticao napredak inženjerstva i obratno te bacaju opravdanu sumnju na istinitost tvrdnje da je inženjerstvo derivat prirodnih znanosti. Može se čak postaviti i pitanje: Nisu li prirodne znanosti derivat inženjerstva? Odgovor valja potražiti u detaljnijoj analizi i usporedbi osnovnih značajki inženjerske i prirodoznanstvene djelatnosti s obzirom na određeni broj, za usporedbu relevantnih, zajedničkih kriterija.

Osnovne značajke prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti

Osnovnu razliku između prirodnih znanosti i inženjerstva (tehnike), iz koje proizlaze i razlike između prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti, čini različit pogled na stvarni svijet. Tu je osnovnu razliku sjajno u nekoliko rečenica sažeo poljsko-američki filozof Henryk Skolimowski [3]:

> "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

[3] S druge strane, najveće izumitelje XIX. stoljeća na području elektrotehnike, Thomasa Edisona (1847. – 1931.), izumitelja fonografa, čeličnog akumulatora, žarulje, filmske kamere i niza drugih električkih uređaja, te Nikolu Teslu (1856. – 1943.), izumitelja okretnog magnetskog polja i na njemu zasnovanog reluktantnog, sinkronog i asinkronog dvofaznog motora, paradigme fizike svojeg doba nisu interesirale ili ih nisu razumjeli. Tako, primjerice, Tesla 1919., dakle tridesetak godina nakon Hertzove potvrde Maxwellove teorije elektromagnetizma, u zaključku svojeg članka [2] piše: "Hertzova valna teorija bežičnog prijenosa može još neko vrijeme biti zadržana, ali ne oklijevam reći da će uskoro biti prepoznata kao jedna od najvećih i najneshvatljivijih zabluda znanstvenog uma zabilježenih uopće u povijesti."

> 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.”

Istu je misao još kraće izrazio mađarsko-američki matematičar i inženjer Theodore von Kármán u svojem poznatom aforizmu:

> “Prirodoznanstvenici otkrivaju svijet kakav postoji, inženjeri stvaraju svijet kakvog nikad nije bilo.”

Treba odmah naglasiti da su pod terminima ‘stvarnost’ i ‘svijet’ autori aforizama, kad govore o prirodnim znanostima, mislili na čisti prirodni svijet, tj. prirodni svijet kakav bi postojao bez tehničkih artefakata. Istraživanje takvog svijeta bilo je i ostaje osnovna zadaća prirodnih znanosti. Zadaća se nije promijenila, ali se stalnim razvojem i napretkom inženjerstva (tehnike) i prirodnih znanosti postupno mijenjaju i šire područja djelatnosti prirodoznanstvenika i inženjera. Prirodoznanstvenici se danas sve više bave analizom pojava u tehničkim artefaktima, pronalaskom novih načina poboljšanja karakteristika proizvoda i sličnim inženjerskim djelatnostima. S druge strane, inženjeri projektirajući i izrađujući nove mjerne instrumente, laboratorijske uređaje i sličnu opremu omogućuju prirodoznanstvenicima da postave prirodi potencijalno odgovoriva pitanja koja su dosad bila nezamisliva. Inženjerski i prirodoznanstveni problemi sve se češće prožimaju i katkad nije jasno gdje počinje i završava inženjerska, a gdje počinje i završava prirodoznanstvena djelatnost. Često je neki inženjerski problem bliži prirodoznanstvenom problemu, a vrijedi i obratan slučaj. Može se reći da je današnje inženjerstvo u velikoj mjeri prirodoznanstveno, a prirodne znanosti tehnizirane. Zbog toga je poznavanje značajki prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti i uvažavanje različitosti tih djelatnosti važno za uspješan rad znanstvenika i inženjera, posebno u slučajevima kad rade zajedno na istom znanstvenotehničkom problemu.

Da bi se lakše uočile razlike između prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti, razmatrat će se idealan slučaj kad prirodoznanstvenik rješava čisti prirodoznanstveni problem i ne koristi se inženjerskim metodama nego samo potrebnim mu tehničkim artefaktima (mjernim instrumentima, laboratorijskim uređajima i dr.), a inženjer rješavajući inženjerski problem ne koristi se prirodoznanstvenom metodom nego samo onim dijelom znanja prirodnih znanosti dovoljnim za rješenje zadanog problema. U nastavku teksta opisane su ukratko osnovne značajke prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti s obzirom na više odabranih kriterija. U svakom se odlomku prvo opisuju osnovne značajke

prirodoznanstvene djelatnosti, a zatim se opisuju osnovne značajke inženjerske djelatnosti s naglaskom na najvažniju inženjersku djelatnost – inženjersko projektiranje.

a) Osnovni cilj

Prirodne znanosti temelje se na trima vjerovanjima: da prirodni svijet uistinu postoji, da je shvatljiv i da u prirodnom svijetu postoji uniformnost pojava i događaja. Iz vjerovanja u uniformnost pojava i događaja u prirodnom svijetu proizlazi i osnovni cilj prirodnih znanosti: otkrivajući uzroke i pravilnosti objasniti pojedine pojave i događaje u prirodnom svijetu.

Prirodoznanstveno objašnjenje, za razliku od konkurentskih objašnjenja (religijskih, pseudoznanstvenih, mitova) odlikuje se specifičnim svojstvima. Ono posjeduje moć predviđanja, tj. u okviru jedne vrste pojava i događaja ne samo da objašnjava promatrane i prošle pojave i događaje nego i uspješno predviđa nove pojave i događaje. Također, prirodoznanstveno je objašnjenje dano u takvom obliku da je eksperimentalno provjerljivo, a time i opovrgljivo. Posjeduje i svojstvo kumulativnosti, tj. nova objašnjenja koja zamjenjuju stara sadrže sva predviđanja starih objašnjenja i dodaju neka nova predviđanja. I konačno prirodoznanstvena su objašnjenja neautoritativna, tj. ne smatraju se konačnim "istinama", nego tek kao prijedlozi za najbolje objašnjenje i znanstvena ih zajednica sve dok nisu opovrgnuta smatra samo vjerojatno istinitim [4].

☼

Osnovni cilj inženjerstva jest da se stvaranjem proizvoda zadovolje određene ljudske potrebe. Tu valja razlučiti tri vrste potreba: opće, tržišne i specifične potrebe korisnika. Osnovne opće potrebe, koje su u većini slučajeva dovele do stvaranja posve novih proizvoda (izuma), su zdravlje korisnika, povećanje sigurnosti te poboljšanje kvalitete života. Važnu ulogu u stvaranju takvih proizvoda imaju osobno iskustvo, sreća i intuicija izumitelja te napredak prirodnih znanosti, posebno znanosti o materijalima. Tako su, primjerice, osobno iskustvo i intuicija omogućili Nikoli Tesli (1856. – 1943.) da 1888. izumi dvofazni motor. Iste je godine Oliver Shallenberger (1860. – 1898.) u istom Westinghouseovu laboratoriju sretnim slučajem pronašao način kako napraviti izmjenično brojilo električne energije. To su bili odlučujući događaji u pobjedi izmjeničnog sustava prijenosa električne energije nad istosmjernim sustavom.

Najčešći razlog za stvaranje novog proizvoda za nepoznatog korisnika su tržišne potrebe. Proizvođač često uviđa da postojeći proizvod mora ili reprojektirati ili stvoriti novi da bi se uklonile uočene slabe strane postojećeg proizvoda

u upotrebi, da bi se smanjili troškovi proizvodnje, pratile promijenjene potrebe korisnika ili povećala konkurentnost proizvoda poboljšanjem tehničkih karakteristika.

U mnogim slučajevima proizvodi se rade za poznatog, najčešće tehnički dobro obrazovanog, korisnika (vojni uređaji, brodski uređaji, transformatorske stanice i dr.) da bi se zadovoljile njegove specifične potrebe.

b) Rezultat rješavanja problema

Rješenjem prirodoznanstvenog problema stvoreno je objektivno deklarativno znanje o razmatranoj pojavi ili događaju, čime se povećava ukupno ljudsko znanje o prirodnom svijetu. Rješenje je dano u obliku teorija i modela, a njegovim objavljivanjem u recenziranim časopisima i knjigama to deklarativno znanje postaje dostupno svima.

Deklarativno je znanje objektivno ako je vrijednosno neopterećeno. To znači ako je nepristrano, tj. ako rješenje ne sadrži kontekstualne (nekognitivne) vrijednosti kao što su moralne i društvene vrijednosti, religijske dogme, osobne vrijednosti, metafizičke tvrdnje i slično, i ako je neutralno (neobilježeno), tj. ako rješenje ne ovisi o kontekstualnim vrijednostima važnim za znanstvenika – rješavača problema. Karakteristični su primjeri vrijednosno neopterećenih rješenja prirodoznanstvenih problema Newtonova teorija gravitacije, Maxwellova teorija elektromagnetizma i Einsteinova teorija relativnosti.

☼

Rješenjem inženjerskog problema stvoren je proizvod. Također, stvoreno je deklarativno i proceduralno znanje o proizvodu, tj. kako ga projektirati, proizvesti, upotrebljavati, servisirati i održavati. Time se, neovisno o kasnijoj uspješnosti ili neuspješnosti proizvoda, povećava ukupno ljudsko tehničko znanje.

Nužan uvjet rješenja inženjerskog problema jest da je proizvod tehnički izvediv, tj. ne samo da se može proizvesti nego i da će u primjeni raditi onako kako je to zahtijevao ili očekivao korisnik. No, taj uvjet nije i dovoljan. Proizvod mora biti ekonomski i financijski izvediv te društveno prihvatljiv. Inženjeri odlučujuće utječu na tehničku izvedivost proizvoda, manje na ekonomsku i financijsku izvedivost, a na društvenu prihvatljivost proizvoda, posebno proizvoda široke potrošnje, praktički nemaju nikakav utjecaj.

Proizvod je inherentno vrijednosno opterećen. Tvorci i korisnici proizvoda su ljudi i iz odnosa pojedinac – proizvod proizlazi da proizvode treba promatrati i sa stajališta humanističkih znanosti (antropologije, psihologije, etike i estetike), u kojima vrijednosni sudovi igraju važnu ulogu. U većini slučajeva proizvode ne izrađuje i upotrebljava isti pojedinac nego veći broj ljudi.

Proizvod ne stoji samo između čovjeka i prirode nego i između čovjeka i čovjeka. Zbog toga proizvode treba promatrati i sa stajališta društvenih znanosti (ekonomije, politologije, sociologije i prava), u kojima također vrijednosni sudovi igraju važnu ulogu.

c) Kritično ograničenje

Znanstvenike u prirodnim znanostima motivira u prvom redu znatiželja. Oni žele znati. No, stjecanje znanja košta, a povrat financijskih sredstava uloženih u istraživanja nije siguran. Zbog toga su pri rješavanju nekog prirodoznanstvenog problema kritično ograničenje financijska sredstva, koja često, u većoj ili manjoj mjeri, osigurava država u budžetu. Interes za financiranje prirodnih znanosti imaju i velike proizvodne tvrtke ako očekuju da će se deklarativno znanje dobiveno rješenjem problema moći u predvidljivom roku primijeniti u praktične svrhe.

☼

Svim inženjerskim problemima, ma kako raznovrsni bili, od projektiranja do održavanja proizvoda, zajedničko je jedno kritično ograničenje: moraju biti riješeni u zadanom roku uz zadana zakonska, ekonomska, kadrovska i druga ograničenja, a rješenje mora biti primjereno stanju tehnike u trenutku kad se problem rješava. Pod stanjem tehnike smatra se razina tehničkih mogućnosti u danom trenutku, a odnosi se na proizvode, procese i usluge i utemeljeno je na provjerenim znanstvenim, tehničkim i iskustvenim spoznajama.

d) Izbor problema

Prirodoznanstvenik vođen znatiželjom može u načelu slobodno birati problem čije ga rješenje zanima. Dva su osnovna razloga zašto se to u većini slučajeva ne događa. Prvo, osnovni je cilj prirodnih znanosti – otkrivanjem uzroka i pravilnosti objasniti pojedine pojave i događaje u prirodnom svijetu – za praksu preširoko postavljen i ne ukazuje na konkretne smjerove istraživanja. Zbog toga znanstvene institucije u kojima prirodoznanstvenici uglavnom rade definiraju strategiju istraživanja, što znači da odabiru koja pitanja treba postaviti, a koja ne, koje pojave treba promatrati, a koje ne i slično. Time se prirodoznanstvenicima smanjuje broj problema koje bi vođeni vlastitom znatiželjom željeli riješiti.

S druge strane, prema Thomasu Kuhnu (1922. – 1996.), utjecajnom američkom filozofu znanosti, koji je detaljno istraživao povijesni razvoj prirodnih znanosti, posebno fizike, u razvoju svake znanstvene discipline smjenjuju se

dugotrajna razdoblja tzv. normalne znanosti, kad se sva znanstvena istraživanja vrte oko jednog ili više riješenih kanonskih problema – paradigmi – i kraćih razoblja tzv. revolucionarne znanosti, kad pojedini nekonvencionalni znanstvenici svojim radom mijenjaju paradigme [5]. Zbog toga, iako načelno slobodni u izboru, većina znanstvenika bira nove probleme slične onima koje su prethodno uspješno riješili ili probleme slične onima koje je znanstvena zajednica u okviru vladajuće paradigme već riješila. Sličnost problema implicira sličnost metoda njihova rješavanja i često ne potiče znanstvenika na potragu za nekonvencionalnim i originalnim rješenjima.

Imperativ prirodoznanstvene djelatnosti je javno objavljivanje rješenja problema. Broj objavljenih radova i njihova citiranost bitni su za karijeru prirodoznanstvenika pa ga i taj razlog potiče na rješavanje sličnih problema.

☼

Inženjeri uglavnom rade u projektnim, proizvodnim i sličnim složenim organizacijama te samo iznimno mogu birati probleme čije ih rješenje zanima. U većini slučajeva inženjer ne bira problem, nego dobiva problem koji mora riješiti u zadanom roku. Problemi koje dobiva često nisu slični onima koje je prethodno uspješno riješio. Raznolikost problema implicira raznolikost metoda njihova rješavanja i često potiče inženjera na potragu za nekonvencionalnim i originalnim rješenjima.

Parafrazirajući Kuhna, može se reći da je "normalno" inženjerstvo revolucionarnije, a "revolucionarno" inženjerstvo normalnije od odgovarajućih razdoblja u prirodnim znanostima [6]. To je u oštroj suprotnosti od stereotipa prema kojem je inženjerstvo manje kreativno i intelektualno inferiornije prirodnim znanostima. Taj stereotip možda najbolje oslikava poznati aforizam američkog fizičara Freemana Dysona (1923. –):

> "Dobar prirodoznanstvenik je osoba s originalnim idejama. Dobar inženjer je osoba koja uspješno projektira sa što manjim brojem originalnih ideja."

e) Primijenjena metoda rješavanja problema

Moć predviđanja, provjerljivost odnosno opovrgljivost te kumulativnost specifična su svojstva prirodoznanstvenih objašnjenja koja proizlaze iz primjene prirodoznanstvene metode pri istraživanju i rješavanju problema u prirodnim znanostima. Ta se metoda istraživanja i rješavanja problema razlikuje ne samo od metoda istraživanja u humanističkim i društvenim znanostima nego i od metoda rješavanja problema u inženjerstvu.

Prirodoznanstvenu metodu[4] čini slijed aktivnosti koje prirodoznanstvenik uobičajeno obavlja kako bi riješio postavljeni prirodoznanstveni problem. To su: (1) postavljanje pitanja, gdje se na osnovi opažanja ili mjerenja utvrđuje postoje li činjenice o promatranoj pojavi koje bi trebalo objasniti ili revidirati postojeće objašnjenje, (2) pregled dostupnih podataka, da bi se izbjegle pogreške prethodnika i iskoristili rezultati prethodnih istraživanja, (3) stvaranje hipoteze, tj. iskaza za koji se pretpostavlja da je istinit i služi kao početno objašnjenje činjenica o promatranoj pojavi ili događaju, a formuliran je tako da se može eksperimentalno provjeriti ili stvaranje više hipoteza ako su činjenice o promatranoj pojavi ili događaju nejasne ili proturječne, (4) eksperimentalna provjera hipoteze/hipoteza, ili u stvarnim uvjetima ili na fizičkom modelu, (5) analiza i poopćenje eksperimentalnih rezultata, sa svrhom određivanja koja od hipoteza (ako uopće koja) potvrđuje rezultate eksperimenta te izgradnja teorije ili postavljanje zakona i (6) javna objava rezultata, kojom se omogućuje drugima da potvrde ili opovrgnu istinitost dobivene teorije ili zakona.

Srž prirodoznanstvene metode je eksperimentalna provjera hipoteze/hipoteza. To vrijedi za sve prirodne znanosti, s tim da su u astronomiji i astrofizici eksperimenti neizvedivi pa ih zamjenjuje promatranje, a u biologiji se za neke eksperimente postavljaju zahtjevna etička ograničenja.

Prvi poznati primjer primjene prirodoznanstvene metode jest Galileijevo uspješno objašnjenje slobodnog pada tijela, čime je opovrgnuo dotad općeprihvaćenu Aristotelovu tvrdnju da teža tijela u slobodnom padu padaju brže od lakših.

☼

Velika raznovrsnost inženjerskih problema uvjetuje da se metode rješavanja pojedinih vrsta problema međusobno razlikuju ako se promatraju prema slijedu aktivnosti koje inženjer treba obaviti da bi riješio postavljeni problem. U tom se smislu razlikuje inženjerska metoda u projektiranju – projektantska metoda[5] – od inženjerske metode otkrivanja i otklanjanja pogrešaka, rješavanja inženjerskih istraživačkih problema ili problema raspoloživih resursa i ostalih inženjerskih metoda.

---

[4] Sa stajališta teorije sustava, prirodoznanstvenoj metodi odgovara zadaća identifikacije, tj. postupka kojim se za skup ulaznih varijabli U i skup izlaznih varijabli I eksperimentalno dobivenih na stvarnom sustavu pronalazi model M s pripadnim varijablama stanja V sa svojstvom da skup ulaznih varijabli U djelujući na model M proizvede skup izlaznih varijabli I. Pronađeni model M s pripadnim skupom varijabli stanja V samo je drugo ime za uspješnu hipotezu, tj. za uspješno objašnjenje promatrane pojave ili događaja.

[5] Sa stajališta teorije sustava najvažnijoj inženjerskoj metodi – projektantskoj metodi – odgovara zadaća sinteze, tj. postupka kojim se za zadani skup ulaznih varijabli U i željeni skup izlaznih varijabli I pronalazi matematički model projektiranog proizvoda M s varijablama stanja V sa svojstvom da skup ulaznih varijabli U djelujući na model M proizvede skup izlaznih varijabli I. Sa stajališta teorije sustava inženjerskoj metodi otkrivanja i otklanjanja pogrešaka odgovara zadaća identifikacije.

Podaci kojima inženjer – rješavač problema raspolaže najčešće su nepotpuni ili nejasni, a katkad i proturječni, pa deklarativno stručno znanje inženjera obično nije dovoljno za rješavanje problema. Zbog toga inženjeri intenzivno upotrebljavaju heuristike, tj. postupke utemeljene na iskustvu, a ne znanstvenom znanju, koji izgledaju obećavajuće jer su u nekim prethodnim slučajevima bili uspješni. Heuristike moraju uzeti u obzir sva zadana ograničenja kao i stanje tehnike u danom trenutku. Intenzivna upotreba heuristika zajednička je svim inženjerskim djelatnostima i smatra se općom inženjerskom metodom [7].

Svako područje inženjerske djelatnosti ima svoje heuristike, kao što i svakog inženjera odlikuju osobne heuristike koje ovise o njegovu stručnom znanju, iskustvu i sklonostima. Među tipične inženjerske heuristike ubrajaju se: procjena rizika, analiza kvarova, metoda pokušaja i pogrešaka, procjena reda vrijednosti, procjena utjecaja na okoliš i odabir faktora sigurnosti. Neke su heuristike prihvaćene od cjelokupne inženjerske zajednice. Primjerice, u elektrotehničkoj praksi to je elektrotehnička regulativa (norme, kodeksi dobre prakse, tehničke specifikacije i tehnički propisi), koju valja shvatiti kao skup heuristika koje se odnose na sigurnost primjene električne energije za ljude i imovinu.

Dok je prirodoznanstvena metoda, barem u osnovnim crtama, poznata i laicima, o općoj inženjerskoj metodi ne znaju ili ne razmišljaju ni inženjeri. To nije neobično. Naime, svatko od nas u normalnom je životu svakodnevno suočen s potrebom da donosi odluke na temelju nepotpunih, nejasnih ili proturječnih podataka, tj. da intenzivno upotrebljava vlastite heuristike. O njima se obično ne razmišlja kao o metodi za donošenje odluka, pa tako ni inženjeri obično ne razmišljaju o upotrebi heuristika kao o općoj metodi rješavanja problema u svojoj profesiji. Naravno, heuristike u inženjerstvu razlikuju se od ostalih heuristika po tome što služe lakšem i bržem postizanju osnovnog cilja inženjerstva – stvaranju proizvoda.

f) Valjanost rješenja

Da bi se ispitala valjanost rješenja prirodoznanstvenog problema, rješenje mora biti tako iskazano da se može provjeriti ili opovrgnuti reproducibilnim eksperimentima. Rješenje je valjano ako se predviđanja izvedena iz modela i na njemu zasnovane teorije analizirane pojave ili događaja – originala – podudaraju s eksperimentima dobivenim opažanjima na originalu. Eksperimenti su nužni jer bi svaki pokušaj dokazivanja podudarnosti matematičkim metodama tražio uvođenje novih modela i novih dokaza njihove podudarnosti. Treba naglasiti da se zbog uvijek prisutnih razlika između modela i originala pod podudarnošću smatra još prihvatljivo odstupanje između predviđanja i opažanja. Podudaraju li se u tom smislu predviđanja i opažanja smatra se da su analizirana pojava ili događaj objašnjeni modelom i na njemu zasnovanoj teoriji.

☼

Valjanost rješenja inženjerskog problema procjenjuje se na osnovi podudarnosti ili još prihvatljivih odstupanja između ostvarenih i očekivanih ili zahtijevanih karakteristika proizvoda s obzirom na veći broj kriterija. Primjerice, za električke uređaje najvažniji su kriteriji valjanosti osnovne tehničke karakteristike uređaja, svrsishodnost, električka, toplinska, energijska i funkcionalna sigurnost te proizvodna cijena. Među važne kriterije valjanosti proizvoda ubrajaju se i pouzdanost, kvaliteta, kompatibilnost (elektromagnetska, mehanička, računalna), proizvodljivost, troškovi (životni, pogonski), ergonomičnost, estetičnost, zaštita okoliša, logistika, održavanje, servisibilnost i raspoloživost uređaja [4]. Rang važnosti pojedinog kriterija određuje svrha uređaja.

Osim podudarnosti između ostvarenih i očekivanih ili zahtijevanih karakteristika proizvoda, valjano rješenje pretpostavlja i izrađenu tehničku dokumentaciju. Primjerice, za električke uređaje tehničku dokumentaciju čine tekstovi i crteži (nacrti) koji omogućuju izgradnju prototipa uređaja (projektna dokumentacija), izgradnju uređaja (proizvodna dokumentacija), servisiranje uređaja (servisna dokumentacija) i upotrebu uređaja (korisnička dokumentacija). Javno je dostupna samo korisnička dokumentacija za uređaje široke potrošnje.

g) Uspješnost rješenja

Valjano rješenje prirodoznanstvenog problema znanstvena zajednica smatra uspješnim ako se može iskazati kao zaključak na najbolje objašnjenje, tj. ako dobiveno objašnjenje: (1) opisuje analiziranu pojavu ili događaj kao poseban slučaj važenja nekog prirodnog zakona, načina djelovanja ili postupanja kojim se mogu objasniti i druge pojave ili događaji, (2) ako je jednostavno, tj. navodi minimalan broj uzroka, (3) ako se može ispitati i u drugim okolnostima i na druge načine i (4) ako se može integrirati ili kombinirati s drugim objašnjenjima. Karakteristični primjeri zaključka na najbolje objašnjenje su Darwinova teorija evolucije i Einsteinovo objašnjenje Brownova gibanja [8, 9].

Rješenje mora biti javno objavljeno. Postupci utemeljeni na prethodno stečenom objektivnom deklarativnom znanju kao i logički postupci dokazivanja i zaključivanja koji su doveli do rješenja trebaju biti obrazloženi. Rad na rješenju treba smatrati uspješnim i ako hipoteza nije eksperimentalno potvrđena, ali je rad javno objavljen. Time se drugim prirodoznanstvenicima koji rade na istom problemu štedi trud istraživanja u tom smjeru.

☼

Proizvod je uspješan ako je zadovoljio specifične potrebe ili očekivanja korisnika te ako je ekonomski isplativ proizvođaču. Osnovna naznaka uspješnosti

jest trajnija prisutnost proizvoda na tržištu. Ako istu potrebu zadovoljava više različitih proizvoda, svi proizvodi koji su se održali na tržištu podjednako su "dobri". Najboljeg rješenja nema.

h) Razumljivost rješenja

Prirodni svijet postoji neovisno o nama, našim željama i interesima. Zbog toga nije neobično da se opisi prirodnog svijeta koje nameće svakodnevno iskustvo razlikuju od vrijednosno neopterećenih znanstvenih opisa prirodnog svijeta. U većini su slučajeva objašnjenja analiziranih pojava ili događaja s pomoću prirodoznanstvenih modela i teorija suprotna svakodnevnom iskustvu, a time i nerazumljiva i/ili protuintuitivna. Primjerice, većina ljudi smatra da je brzina tijela, a ne njegovo ubrzanje proporcionalno sili koja djeluje na to tijelo [10], ili da je nebo noću tamno zbog dnevne rotacije Zemlje, a ne zato što je naš svemir "nedavno" stvoren [11]. Tako je i za većinu elektrotehničara izrazito protuintuitivna činjenica koja proizlazi iz Maxwellove teorije elektromagnetizma, da se elektromagnetska energija od izvora do trošila ne prenosi vodičima nego nevodljivim sredstvom (dielektrikom) te da vodiči samo usmjeravaju energiju i proizvode toplinske gubitke snage [12].

☼

Upotreba proizvoda treba sa stajališta korisnika biti razumljiva i intuitivno jasna. Proizvod mora biti u najvećoj mogućoj mjeri svrsishodan (funkcionalan). Da bi proizvod bio svrsishodan nije dovoljno da radi samo ono za što je namijenjen. Potrebno je i da korisnikov konceptualni model proizvoda, tj. način kako si korisnik predočava i kako shvaća proizvod, bude jednak ili što sličniji projektantovu konceptualnom modelu proizvoda. U protivnom, korisnik će teško razumjeti rad proizvoda i njegovu upotrebu i teško će se snaći u svim situacijama kad se proizvod neće ponašati na željeni način. Usuglašavanje konceptualnih modela projektanta i korisnika postiže se obukom korisnika ili ako je korisnik nepoznat izradom prikladne korisničke dokumentacije i izvedbom sučelja proizvoda, koje je u najvećoj mogućoj mjeri prilagođeno predznanju, navikama i očekivanjima korisnika.

i) Općenitost rješenja

Pojave ili događaji u prirodnom svijetu opisuju se u prirodnim znanostima modelima i na njima zasnovanim teorijama. Postavljajući hipotezu kojom polazno objašnjava neku pojavu ili događaj (original), prirodoznanstvenik stvara

model (najčešće matematički), u kojem na osnovi svojeg znanja, iskustva i intuicije odabire varijable modela za koje smatra da su bitne za rješenje zadanog problema i koje se mogu nedvosmisleno mjeriti ili opažati na originalu. Odbacuje (apstrahira) one varijable za koje smatra da ne utječu uopće ili ne utječu bitno na rješenje, a za neke varijable i ne zna. Time je njegov model originala pojednostavnjen jer zahvaća samo neke, za prirodoznanstvenika bitne aspekte razmatrane pojave ili događaja (originala). Pojednostavnjenjem modela prirodoznanstvenik dobiva i neka svojstva koja original ne posjeduje tako da uvijek postoji razlika između modela i originala.

U prirodnim je znanostima kao načelo modeliranja prihvaćeno mišljenje da za dobivanje općenitijeg rješenja nekog prirodoznanstvenog problema treba koristiti jednostavnije modele. Dakle, da se pojednostavnjenjem modela dobiva na općenitosti rješenja. To se načelo zasniva na metodološkom pravilu zvanom Occamova oštrica[6], koje se pokazalo uspješnim u prirodnim znanostima, posebno u fizici. Tako, primjerice, na sva pitanja koja se odnose na elektromagnetske pojave opći odgovor, sa stajališta klasične fizike, daje skup od svega pet vektorskih jednadžbi: četiri Maxwellove jednadžbe (Faradayev zakon, poopćeni Ampèreov zakon, Gaussovi zakoni za električno i magnetsko polje) i jednadžba kojom je iskazan zakon o sili koja djeluje na električno nabijenu česticu u gibanju (Lorentzova sila). Spomenimo još da se danas, pogotovo u interdisciplinarnim prirodnim znanostima kao što je znanost o okolišu, dvoji o područjima primjenjivosti tog metodološkog pravila [13].

☼

U potrazi za rješenjem svakog inženjerskog problema usmjerenog prema osnovnom cilju inženjerstva – stvaranju proizvoda – inženjer načelno koristi deklarativno znanje prirodnih znanosti (njihove modele i teorije), ali samo toliko koliko mu pomaže u stvaranju svrsishodnijeg proizvoda. Inženjer na postavljeno pitanje (problem) ne traži opći nego pojedinačan odgovor (rješenje).

Zbog općenitosti, deklarativno znanje prirodnih znanosti treba "preraditi" u oblik pogodan za rješavanje konkretnog inženjerskog problema. Tu "preradu" obavljaju tehničke znanosti[7], stvarajući svoje deklarativno znanje izgradnjom modela i pripadnih teorija. Primjerice, u elektroinženjerstvu najširu primjenu u analizi sklopova i uređaja ima teorija električkih mreža, koja je poseban slučaj

[6] Occamovu oštricu najbolje opisuje Einsteinov aforizam: "Sve treba učiniti što je moguće jednostavnije, ali ne i jednostavnije od toga."

[7] Osim tehničkih znanosti, kao što su elektrotehnika, strojarstvo, kemijsko inženjerstvo i dr., kojima temelji leže u odgovarajućim prirodnim znanostima, postoje i tehničke znanosti kojima temelji ne leže u prirodnim znanostima, kao što su automatika, grafička tehnologija, tehnologija prometa i transporta i dr.

rješenja Maxwellovih jednadžbi. U njoj se umjesto vektorskih veličina elektromagnetskog polja uvode kao primitivni pojmovi teorije skalarne veličine napona i struje, čime se bitno olakšava analiza pojava u stvarnim sklopovima i uređajima.

U drugim se slučajevima u modele i teorije pojedinih tehničkih znanosti uvode važni pojmovi, no potpuno nebitni u odgovarajućem području prirodnih znanosti. Tako u elektrotehnici jedan od kriterija svrsishodnosti elektroenergetskih uređaja opisuju pojmovi jalove i prividne snage koji, za razliku od pojmova trenutne i djelatne snage, u općem slučaju nemaju fizički smisao, ali imaju važan tehnički smisao u elektroinženjerstvu[8].

Naglasimo da modeli i teorije tehničkih znanosti koji ne pridonose stvaranju svrsishodnijeg proizvoda za inženjera nisu važni. Primjerice, u elektrotehnici se primjenom Poyntingova teorema pokazuje da je postojanje konačnog rasipnog polja u transformatoru nužan uvjet prijenosa energije između namota [15]. Ta činjenica, ma kako bila zanimljiva i intelektualno intrigantna, nema nikakvih praktičnih posljedica na uspješnije projektiranje transformatora pa za inženjera – projektanta nije ni važna.

Modeli i na njima zasnovane teorije tehničkih znanosti opisuju stvarni svijet uniformnijim ("urednijim") nego što jest. No, proizvod mora funkcionirati u stvarnom svijetu u kojem često neke od pretpostavki na kojima se temelje modeli i teorije tehničkih znanosti ili ne vrijede ili nisu važne. Zbog toga, uz deklarativno znanje tehničkih znanosti, inženjeri intenzivno upotrebljavaju heuristike kao i vlastitim iskustvom stečeno deklarativno i proceduralno znanje o proizvodima, pa je inženjerska djelatnost, posebno u projektiranju, sličnija umijeću nego znanstvenoj djelatnosti.

j) Istinitost rješenja

Objektivno deklarativno znanje o nekoj pojavi ili događaju po definiciji je opravdano istinito vjerovanje o toj pojavi ili događaju. Opravdanje postupaka, utemeljenih na prethodnom objektivnom deklarativnom znanju i logičkim postupcima dokazivanja i zaključivanja, koji su doveli do rješenja problema jest važno.

[8] Jalova i prividna snaga imaju fizički smisao samo u jednoharmonijskim mrežama. U tom je slučaju jalova snaga reaktivne komponente (kondenzatora ili prigušnice) jednaka amplitudi brzine kojom se energija prenosi iz vanjskog svijeta u električno polje (kondenzatora) ili magnetsko polje (prigušnice) i obratno, dok je prividna snaga reaktivne komponente jednaka amplitudi izmjenične komponente trenutne snage te reaktivne komponente. Fizički smisao očuvan je i u serijskom ili paralelnom spoju kondenzatora i prigušnice, dok se već u malo složenijim spojevima gubi [14]. U dobro projektiranoj reaktivnoj komponenti jalova se snaga praktički podudara s prividnom snagom.

Budući da su prirodoznanstveni iskazi dani u takvom obliku da se mogu opovrgnuti, dobivena "istina" vremenski je ograničena, tj. iskazi su istiniti dok se ne dokaže suprotno ili dok ih ne zamijeni uspješnije objašnjenje. Proizlazi da je svako uspješno rješenje vjerojatno i istinito rješenje.

Često se pogrešno smatra da prirodne znanosti otkrivaju istinu. One otkrivaju ono što sigurno nije istina. Eksperimenti potvrđuju ili ne potvrđuju predviđanja logički izvedena iz postavljene hipoteze. Ako su predviđanja netočna, hipoteza je pogrešna. Ali, ako su predviđanja točna, to nikako ne znači da će i neka druga predviđanja izvedena iz te hipoteze biti točna. Tek mnogobrojne eksperimentalne potvrde postupno uvjeravaju prirodoznanstvenu zajednicu da je postavljena hipoteza ispravna, tj. vjerojatno istinita.

Karakterističan je primjer Ptolomejeva modela Sunčeva sustava, koji je uspješno opisivao gibanje Mjeseca i planeta Sunčeva sustava gotovo 1500 godina i sve do pojave Kopernika, Keplera i Newtona bio jedino objašnjenje. Newton je pokazao da je gibanje Mjeseca i planeta Sunčeva sustava samo poseban slučaj opće teorije gravitacije, tj. objašnjenje je dao u obliku zaključka na najbolje objašnjenje. Njegovo se rješenje i danas smatra istinitim, ali samo u okviru nerelativističke mehanike.

☼

Proizvod nije ni istinit ni lažan. Za njega je važno jedino zadovoljava li ciljanu ljudsku potrebu. Opravdanje postupaka, utemeljenih na prethodnom (deklarativnom i proceduralnom) znanju i heuristikama, koji su doveli do stvaranja proizvoda nije važno.

Pitanje istinitosti ili lažnosti modela i teorija tehničkih znanosti koje inženjer koristi tijekom proračuna tehničkih karakteristika proizvoda nije za inženjera dobro postavljeno pitanje. Naime, za razliku od većine prirodoznanstvenika inženjeri smatraju modele isključivo sredstvima, čiju vrijednost procjenjuju samo s obzirom na uspješnost predviđanja. Nema smisla raspravljati o lažnosti ili istinitosti modela jer model, kao i svako drugo sredstvo, nije ni istinit ni lažan nego samo prikladan ili neprikladan.

k) Predvidljivost i prihvatljivost rješenja

Otkriće uzroka i pravilnosti pojava ili događaja u prirodnom je svijetu po svojoj naravi nepredvidljivo. Budući da se rješenjem nekog prirodoznanstvenog problema povećava ukupno objektivno (vrijednosno neopterećeno) ljudsko znanje o prirodnom svijetu, svako je otkriće i društveno prihvatljivo. To je, naravno, idealan slučaj. Crta razgraničenja između otkrića "čistih" prirodnih znanosti i primjene tih otkrića, koja time automatski postaju vrijednosno opterećena i

podložna propitivanju društvene prihvatljivosti, često je nejasna, pogotovo ako iste osobe rade na otkriću i poslije na njegovoj primjeni. Primjerice, otkriće nuklearne fisije bilo je vrijednosno neopterećeno otkriće i time društveno prihvatljivo, dok su primjene tog otkrića, kao što su npr. nuklearna bomba ili nuklearne elektrane, sa stajališta društvene prihvatljivosti upitne. Slični se problemi danas pojavljuju s otkrićem ljudskog genoma i njegove eventualne primjene.

☼

Osnovni cilj inženjerstva jest proizvodom zadovoljiti određenu ljudsku potrebu. To znači da treba razlikovati predvidljivost rješenja, tj. kako je proizvod opredmećen, predvidljivost primjene, tj. hoće li proizvod svojim djelovanjem zadovoljiti osim ciljane potrebe i neke druge potrebe, i predvidljivost posljedica primjene, tj. hoće li proizvod generirati neke nove potrebe neizravno povezane s njegovom upotrebom.

Rješenje inženjerskog problema je predvidljivo za reprojektirane proizvode, dok je za nove proizvode i izume nepredvidljivo. Za većinu proizvoda građenih za poznatog korisnika, kao što su npr. vojna, brodska ili energetska oprema, predvidljivost primjene je očigledna. Za mnoge proizvode široke potrošnje posljedice upotrebe proizvoda kao i mogućnost drugih primjena proizvoda, osim za zadovoljavanje ciljane potrebe, nisu predvidljive. Primjerice, automobil je mogućnošću jednostavnog i brzog prijevoza osoba od jednog mjesta do drugog promijenio način života ljudi (život u predgrađima, korištenje slobodnog vremena, upoznavanje stranih zemalja i dr.) i time neizravno generirao i nove potrebe koje sigurno nisu bile namjere tvoraca prvih automobila. Ili mobilni telefon, koji je od prvotno zamišljenog uređaja za komunikaciju među ljudima postao prijenosno osobno računalo.

Proizvodi su vrijednosno opterećeni, što znači da za njihovu prihvatljivost odnosno neprihvatljivost nije bitno samo to jesu li proizvodom ostvarena očekivanja korisnika, nego su važni i psihološki, sociološki, politički i etički faktori. Bitna je i opća društvena klima, prije svega mišljenje javnosti koje uglavnom oblikuju elektronički mediji, novine, stereotipi i glasine. Karakterističan je primjer pojava prvih perilica za posuđe proizvedenih u SAD-u još 1914. godine, koje zbog psiholoških faktora nisu bile prihvaćene sve do pedesetih godina prošlog stoljeća, kad su konačno prihvaćene zbog sociooloških faktora [16]. Drukčiji su primjer nuklearne elektrane, koje su pedesetak godina bile prihvatljivo rješenje za proizvodnju električne energije, da bi zbog promjene društvene klime u zadnjih dvadesetak godina u mnogim zemljama postale neprihvatljivo rješenje.

l) Multidisciplinarnost

Prirodoznanstveni je problem najčešće postavljen unutar jedne prirodoznanstvene discipline, tako da multidisciplinarnost unutar prirodnih znanosti nije česta. Rijetki su prirodoznanstvenici koji su se uspješno ogledali u više prirodoznanstvenih disciplina. Najistaknutiji je primjer Maria Curie-Skłodowska (1867. – 1934.), koja je 1903. dobila Nobelovu nagradu za fiziku, a 1911. za kemiju.

Eksperimentalna provjera hipoteze/hipoteza ovisi o postojanju mjerne opreme, laboratorijskih uređaja, a katkad je potrebno izgraditi i posebna postrojenja za provedbu eksperimenata. Ne postoji li odgovarajuća oprema ili uređaji, nužna je suradnja prirodoznanstvenika i inženjera, dakle multidisciplinaran pristup. U tim slučajevima obično vrijedi kao pravilo da što su pitanja na koja prirodoznanstvenik pokušava odgovoriti temeljnija, to je veći i kreativni udio inženjera u rješavanju prirodoznanstvenog problema. Takva su dva novija i karakteristična primjera veliki hadronski sudarivač za pronalaženje zakonitosti međudjelovanja i sila između elementarnih čestica (LHC) te laserski interferometri za detekciju gravitacijskih valova (LIGO). Oba su projekta izvedena i ubrajaju se u vrhunske znanstvenoinženjerske pothvate današnjice. S druge strane, neki veliki inženjerski problemi ne bi bili riješeni bez odlučujuće uloge prirodnih znanosti. Tako bi, primjerice, "trenutno" određivanje mjesta objekata na Zemlji (GPS) bilo posve neprecizno bez uzimanja u obzir korekcija koje proizlaze iz specijalne i opće teorije relativnosti [17].

☼

Za projektiranje i proizvodnju bilo kojeg proizvoda potrebno je deklarativno znanje različitih tehničkih disciplina, kao što su za elektrotehničke proizvode elektrotehnika, tehnička termodinamika i tehnička mehanika, ali i netehničkih disciplina, kao što su ekonomija, sociologija i psihologija.

Multidisciplinarnost je jedna od osnovnih odlika inženjerstva. Zbog toga je nužno da se za stvaranje složenijeg proizvoda formiraju inženjerski timovi. No svaki inženjer – specijalist za određeno područje vidi u okviru svojeg deklarativnog stručnog znanja, vještina, odgovornosti i interesa proizvod na svoj način, što znači da su za uspješno rješenje problema važne međuljudske i komunikacijske vještine članova inženjerskog tima. Usto, stručni se jezici specijalista međusobno razlikuju tako da katkad izgleda da unatoč istom općem jeziku specijalisti govore različitim jezicima. Zbog toga je važno da inženjeri unutar tima "govore i razumiju" različite stručne jezike.

m) Javna prepoznatljivost

Protuintuitivnost i nerazumljivost rješenja pojedinih prirodoznanstvenih problema spojena sa stereotipom o prirodoznanstveniku kao "razbarušenoj" osobi koja naizgled ni iz čega rađa genijalne i nezamislive ideje čini prirodoznanstvenike za javnost neobičnim, zanimljivim i prepoznatljivim osobama.

Zanimljivo je da se prirodoznanstvenicima u javnosti često pripisuju i zasluge za vrhunske inženjerske pothvate. Tako su izradu, puštanje u pogon i kasniji popravak Hubbleova teleskopa u javnosti objašnjavali i popularizirali astrofizičari, a ne inženjeri koji su praktički obavili sav posao. Vrhunski znanstvenoinženjerski pothvat izgradnje dvaju tehnički iznimno složenih i osjetljivih laserskih interferometara s pomoću kojih su 2015. godine u SAD-u prvi put detektirani gravitacijski valovi, u javnosti su objašnjavali i popularizirali isključivo fizičari. Spomenimo još da su za detekciju gravitacijskih valova tri fizičara 2017. godine dobila Nobelovu nagradu za fiziku.

☼

Moderan čovjek okružen je i upotrebljava na tisuće umjetnih objekata koji pasivno ili aktivno utječu na njegov život. Veliku većinu tih objekata – proizvoda (zgrade, ceste, uređaji i dr.) svojom su kreativnošću zamislili i stvorili inženjeri. Pa ipak, javnost puno više zna o poznatim liječnicima, odvjetnicima, pogotovo o političarima i sportašima, zna i po kojeg znanstvenika, ali osim Tesle i eventualno Edisona, izumitelja iz XIX. stoljeća, no ne i inženjera u današnjem smislu te riječi, rijetko će koji laik znati navesti barem jedno poznato inženjersko ime. Čak i među elektroinženjerima, a vjerojatno je slično i s inženjerima i izumiteljima u drugim inženjerskim disciplinama, rijetko će tko znati tko je izumio brojilo električne energije, trofazni izmjenični sustav, elektronsku cijev triodu, džepno računalo i slično. Djelatnost koja je najviše pridonijela stvaranju svijeta kakav znamo – inženjerstvo – i njezini predstavnici inženjeri u javnosti su neprepoznatljivi, praktički nevidljivi.

Za neprepoznatljivost inženjera možda je najviše "kriv" stereotip o inženjerima kao osobama usredotočenim samo na svoj posao i nezainteresiranim za netehničke djelatnosti te njihov način rada koji je u svim fazama strogo odvojen od javnosti. Tako, za razliku od prirodoznanstvenika, djelatnost inženjera, primjerice projektanta, nakon što je riješio postavljeni problem ne završava javnim objavljivanjem rezultata rada nego izradom tehničke dokumentacije. Ostvarena se poboljšanja ili eventualna nova rješenja inženjerskog problema opisana u tehničkoj dokumentaciji najčešće zbog čuvanja poslovne tajne javno ne objavljuju. Izostaju i priznanja, osim u užem krugu inženjerske zajednice.

Zaključak

Prirodoznanstvenik i inženjer gledajući jedan te isti stvarni svijet vide dva različita svijeta. Prirodoznanstvenik vidi stvarni svijet kao datost, on zna da u tom svijetu ima još mnogo neotkrivenih pojava i događaja kao i pojava i događaja koje bi trebalo objasniti i želi im otkriti uzroke. Inženjer vidi stvarni svijet kao mogućnost, on želi u okviru poznatih mu prirodnih zakona taj svijet mijenjati kako bi zadovoljio ljudske potrebe.

Tablica 1.: Pregledni prikaz osnovnih značajki prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti

Kriterij	Prirodne znanosti	Inženjerstvo
Osnovni cilj	Otkrivajući uzroke i pravilnosti objasniti pojave i događaje u prirodnom svijetu	Zadovoljiti ljudske potrebe
Rezultat rješavanja problema	Objektivno deklarativno znanje o pojavama i događajima u prirodnom svijetu (vrijednosno neopterećeno)	Proizvod (vrijednosno opterećen) te deklarativno i proceduralno znanje o proizvodu
Kritično ograničenje	Financijska sredstva	Rokovi
Izbor problema	Načelno slobodan	Neslobodan
Metoda rješavanja problema	Prirodoznanstvena metoda (eksperimentalna provjera hipoteza)	Intenzivna upotreba heuristika u svim inženjerskim metodama
Valjanost rješenja	Podudarnost između predviđanja i opažanja pojava i događaja u prirodnom svijetu	Podudarnost između ostvarenih i očekivanih tehničkih karakteristika
Uspješnost rješenja	Rješenje iskazano kao zaključak na najbolje objašnjenje	Trajnija prisutnost proizvoda na tržištu
Razumljivost rješenja	Često nerazumljivo i protuintiutivno	Razumljivo i intuitivno jasno
Općenitost rješenja	Općenito	Pojedinačno
Istinitost rješenja	Vjerojatno istinito	–
Predvidljivost i prihvatljivost rješenja	Nepredvidljivo i prihvatljivo	Uglavnom nepredvidljivo, a prihvatljivost ovisi o netehničkim faktorima
Multidisciplinarnost	Nije izrazita	Izrazita
Javna prepoznatljivost	Izrazita	Zanemariva

Različitost pogleda na stvarni svijet čini inženjerstvo i prirodne znanosti međusobno različitim i po većini kriterija nesumjerljivim i drukčije usmjerenim ljudskim djelatnostima. To se dobro vidi iz Tablice 1. u kojoj su ukratko sumirane osnovne značajke prirodoznanstvene i inženjerske djelatnosti s obzirom na veći broj kriterija. Proizlazi da se između tih djelatnosti ne može uspostaviti nikakav hijerarhijski odnos. Zaključimo: inženjerstvo nije derivat prirodnih znanosti, kao što ni prirodne znanosti nisu derivat inženjerstva. Inženjerstvo i prirodne znanosti dvije su kreativne, različite i intelektualno ravnopravne ljudske djelatnosti.

Literatura

[1] Ropohl, G., *Allgemeine Technologie*, Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe, 2009.

[2] Tesla, N., The true wireless, *Electrical Experimenter*, Vol. 7, No. 3, May 1919., pp. 22–23, 61–63, 87

[3] Skolimowski, H., The structure of thinking in technology, *Technology and Culture*, Vol. 7, No.3, 1966., pp. 371–383

[4] Flegar, I., *Osnove projektiranja električkih uređaja*, 2. izdanje, Element, Zagreb, 2016.

[5] Kuhn, Th., *Struktura naučnih revolucija*, Nolit, Beograd, 1974.

[6] Lipton, P., Engineering and truth, *Philosophy of engineering*, Vol. 1, Royal Academy of Engineering, London, 2010., pp. 7–13

[7] Koen, B. V., *Discussion of the method*, Oxford University Press, New York, 2003.

[8] Berčić, B., *Filozofija. Svezak drugi*, Ibis grafika, Zagreb, 2012.

[9] Okasha, S., *Filozofija nauke*, TKD "Šahinpašić", Sarajevo, 2004.

[10] Haertel, H. et al., Aristotle still wins over Newton, *IEEE EUROCON* 2003, Ljubljana, pp. 7–11

[11] Harrison, E., *Darkness at night. A riddle of the universe*, Harvard University Press, Cambridge, USA, 1987.

[12] Tamm, I., *Foundations of the theory of electricity*, Mir Publishers, Moskva, 1979.

[13] Evans, M. R., et al., Do simple models lead to generality in ecology? *Trends in Ecology & Evolution*, October 2013., Vol. 28, No. 10, pp 578–583

[14] Kalantarov, P. L., Nojman, L. R., *Teoriski osnovi elektrotehnike. Knjiga druga*, Naučna knjiga, Beograd, 1958.

[15] Herrmann, F., Schmid, G. B., The Poynting vector field and the energy flow within a transformer, *American Journal of Physics*, Vol. 54, No. 6, June 1986., pp. 528–531

[16] Panati, Ch. *Panati´s extraordinary origins of everyday things*, Harper&Row, New York, 1989.

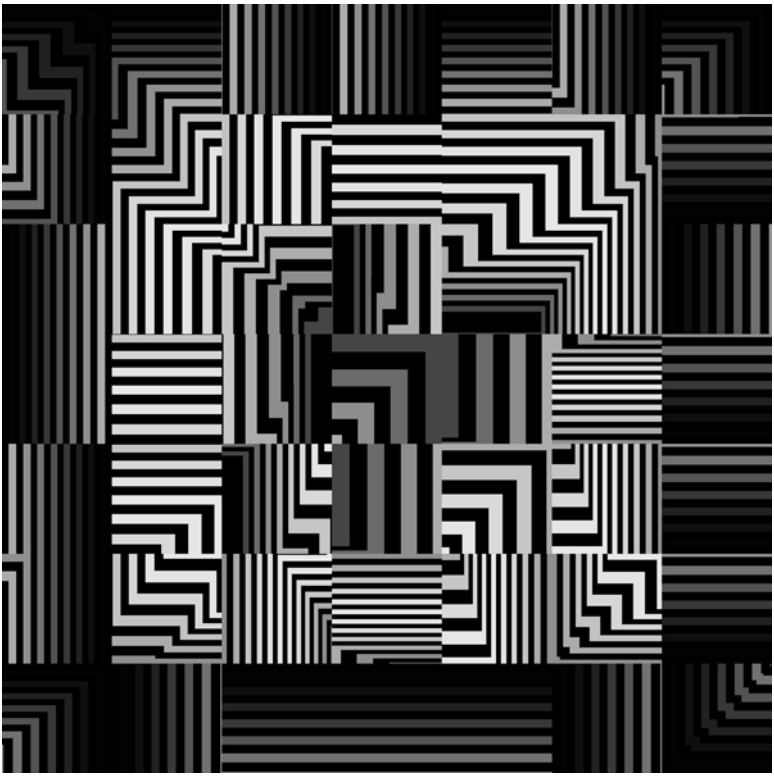
[17] Ashby, N., Relativity and global positioning system, *Physics Today*, May 2002., pp. 41–46

On the Differences between Engineering and Science

Ivan Flegar

Abstract: Engineering and science are human activities which are highly interdependent and intertwined but different. The differences between engineering and science are often neglected or unnoticed, and even among the engineers the dominant opinion is that engineering is only an applied science, i.e. the science concerned with putting scientific knowledge to practical uses. The article presents an overview of the basic characteristics of scientific and engineering activities regarding several criteria, from which it results that engineering and science are two creative, different but intellectually equally-valued human activities.

Keywords: engineering, science, engineering science



Vlatko Čerić: *Labyrinth-7*

Branko Hanžek

Povezivanje tehnike i prirodoslovlja

Sažetak: Prikazano je moguće viđenje povijesne analize povezivanja tehnike i prirodoslovlja kao i njihove povezanosti tijekom napretka. Pružen je uvid u sintezu razvitka tehnike i prirodoslovlja, sintezu općepoznatih ključnih momenata kao što je, npr., pronalazak parnog stroja. Paralelno je prikazana sinteza razvitka tehničkog pronalaska papira i pisaljke. Razmatranje je podijeljeno u tri epohe i to starovjekovno doba, srednjovjekovno i renesansno doba, te novovjekovno doba. Istaknuti su neki promicatelji napretka konkretnog tehničkog pronalaska. Što se tiče izostanka povezivanja između tehnike i prirodoslovlja, naglašeni su momenti kad je to uočeno. Izostanak povezivanja primijećen je u počecima i kad je bila riječ o zanemarivanju vlastite prošlosti. Razmatran je također odnos teorije i prakse za tehniku i za prirodoslovlje.

Ključne riječi: povezivanje tehnike i prirodoslovlja, razvitak tehnike i prirodoslovlja, sinteza, razvitak papira i pisaljke, zanemarivanje prošlosti tehnike i prirodoslovlja, teorija i praksa tehnike i prirodoslovlja

Uvod

Razmatrajući povezivanje tehnike i prirodoslovlja postavilo mi se pitanje je li jednak zaborav tehničke prošlosti kao i prirodoslovne prošlosti. Je li došlo do zanemarivanja ili čak do namjernog odbacivanja njihovih prošlosti? Da bih to razmotrio, odlučio sam steći uvid u sadašnje stanje tehnike i prirodoslovlja. Razvijaju li se tehnika i prirodoslovlje međusobno povezano, ili pak postoji i odsutnost povezanosti?

Na prvi pogled autori tekstova, istaknuti i upućeni suvremenici u Hrvatskoj, sve više govore o tehnici koja iskorištava prirodna dobra bez granica (arhitekt Tomislav Premerl, rođen 1939.) [1], tehnici koja se ne obazire na stvaranje privacije i uništavanje prirode (elektroinženjer Zvonko Benčić, rođen 1940.) [2]. Tehnolog Igor Čatić (rođen 1936.) piše o bojazni da će biti sve više biogoriva za automobile (na osnovi kukuruznih klica), a sve manje hrane za ljudske potrebe [3]. Postavlja se pitanje: Napredak tehnike i prirodoslovlja da, ali uz koje uvjete? Javlja se potreba za strogom prirodoslovnom kontrolom tehničkih pronalazaka namijenjenih čitavom čovječanstvu.

Matulić piše: "Glavna preokupacija filozofa, prirodoznanstvenika i inženjera postala je svođenje (reductio) prirode (natura) na anticipiranu matematičku shemu (μάθημα) koja je zauzela mjesto jedinog prikladnog sredstva za istraživanje i gospodarenje-ovladavanje-prirodom." [4]

Dalje Matulić piše: "Stoga, ako je istina okovana idejom tehničke moći, kao stjecištu opravdanja i dokazivanja prirodoznanstvenih hipoteza, onda istina više uopće nije ni logički ni spoznajni problem, nego se ona prije svega pretvara u jedan povijesni problem, budući da se upravo povijest otkriva kao nužna pretpostavka za ostvarivanje sve većeg i boljeg tehničkog napretka. Odatle se može izvesti zaključak da u takvim uvjetima, tj. uvjetima naše znanstveno-tehničke civilizacije, više nema mjesta za neku apsolutnu istinu, nego samo za istinu koja odgovara sadašnjem stanju tehničke moći i učinkovitosti."

Ideja napretka u Europi je bila općenito prihvaćena sredinom XIX. stoljeća, ali nije prihvaćena kao očito točna. Ideja evolucije posebno je pridonijela usvajanju ideje napretka. Vrlo zamamna i misaono prihvatljiva je ideja da se na osnovi dugotrajnog napretka u prošlosti može slutiti o daljnjem napretku u budućnosti. Zajednički napredak trebao bi biti uvjet napretka čitavog društva. Međutim, ako je riječ o univerzalnosti i suživotu čovjeka s prirodom, primjećuje se odsutnost povezanosti tehnike i prirodoslovlja. Nadamo se da je današnjim prirodoslovcima priroda još uvijek uzor, a sva njihova djela koja donose nove spoznaje i znanja objavljivanjem postaju dostupna čitavom čovječanstvu (univerzalna su). Na taj način univerzalnost znanosti ne poznaje nikakve granice i ne postavlja nikakve preduvjete, ne obazirući se čak ni na novac koji treba uložiti da bi se dobila neka korist. Novac se nesretno isprepleo s tehnikom. Nije nam namjera istraživati uzročno-posljedičnu vezu između tehnički naprednijih društava i novca. Bitno je da je taj njihov međusobni odnos primjetan. Kamo je nestao onaj idealni povezani napredak? Kao da se zbog neimaštine onemogućio pristup tehničkoj moći unatoč pretpostavljenom univerzalnom prirodoslovnom znanju. Smatra se da je to možda više misaoni nestvarni odmak jer je dosta upitno ustraje li danas prirodoslovlje na univerzalnosti bez obzira na sva postojeća ograničenja. Taj misaoni odmak lijepo je izrekao naš intelektualni velikan Ivan Supek (1915. − 2007.): "Ciljevi društva ne mogu biti čisto tehnički, a

svjetska znanost trebala bi biti najjači zalog konačnog ujedinjenja, njen je duh univerzalan." [5]

Jednostavno je zaključiti da čovječanstvo danas ne posjeduje apsolutno znanje. Poznato je da je kroz povijest znanosti bilo i onih spoznaja koje nisu u skladu s današnjim stavovima. Ako već nemamo apsolutno znanje, a nije ni vjerojatno da ćemo ga ikad dosegnuti, ipak možemo paralelno promatrati dva tijeka razvitka. Jedan je tijek razvitka prirodoslovnih znanosti i općenito poznate tehnike, s isticanjem krucijalnih otkrića koja su izazvala najveće spoznajne i društvene promjene. Drugi se tijek razvitka odnosi na neki određeni tehnički pronalazak, na primjer papir i načine pohranjivanja podataka.

U nastavku rada opisat ćemo ključne trenutke obaju razvitaka, u kojima je dolazilo do bitnih promjena. Spomenimo da je današnjica nasljednica svih prethodnih doba pa imamo priliku ostvariti sinteze njihovih razvitaka. Uočivši postojanje dodirnih ključnih točaka u lancu koji spaja starovjeke i novovjeke spoznaje, znanje današnjice bit će korisna osnova za postavljanje novih ideja u tijek sveukupnog znanstvenog razvitka.

Današnjica nam je ne samo bliska i zanimljiva nego i vrlo korisna. Ona nam pruža mnogo jasniji perspektivni uvid, gotovo fotografiju, ključnih momenata novovjekovnog doba. Osim razvitka tijekom prethodnih ulančanih doba, postoji povijesni zaborav. Postavlja se pitanje koliko se treba vratiti u prošlost ili, drugim riječima, gdje je mogući početak tog lanca, odnosno suvremeno rečeno, gdje je početna nulta točka nekog razvitka, tj. vremensko ishodište promatranog razvitka.

1. Starovjekovno doba

Kako bi se znanost razvila moralo se dotadašnje znanje prikladno pohraniti, npr., u ono doba pisanim putem. Kao što je poznato iz povijesti, prvi značajniji razvoji znanosti bili su iz područja astronomije, matematike i geometrije. Astronomija je bila potrebna za orijentaciju u prostoru i vremenu, odnosno za kalendar i određivanje položaja na putovanjima. Matematika je bila potrebna za evidentiranje i računanje, a geometrija za nacrte i za izgradnju naselja, cesta i piramida. No, pismo u sebi sadrži dva problema: koje simbole u pismu moramo upotrijebiti da bismo najbolje izrazili svoje ideje i koja podloga (medij) će biti najbolja za bilježenje (pohranjivanje). U opisu tehničkih rješavanja drugog problema pratit ćemo razvoj podloge za pisanje (pohranu) te načina pohrane (upisivanje, utiskivanje, otiskivanje). Na primjer, uz papir kao podlogu pridruženo je pisalo.

Danas smatramo da je u starovjekovno doba tehnika u današnjem značenju tog pojma bila sastavni dio prirode, što znači da, npr., tadašnji uporabni

predmeti nisu bili ljudski proizvodi (artefakti). Prirodoslovlje se svodilo na jednostavno motrenje neba. Kao vremensko ishodište promatranja razvitka i povezivanja prirodoslovlja i tehnike odabrat ćemo doba oko 3500. godine prije Krista, zato što otad postoje pisani povijesni zapisi. Tadašnji motritelji uočavali su položaje kretanja Mjeseca, zvijezda, zvijezda lutalica (danas: planeta) i Sunca. Opažene promjene na nebu prvo su u tadašnjem znatiželjnom čovjeku potaknule ideju o postojanju zakona i reda u prirodi, a ta je ideja danas u osnovama svake znanosti. Kao drugo, kretanje nebeskih objekata bilo je dosta slično, ali se međusobno i dosta razlikovalo, motritelji su se morali poslužiti metodom klasifikacije, a ta je metoda najstarija u znanosti. Zbog toga možemo, s velikom vjerojatnošću, tvrditi da prirodoslovlje (astronomija) počinje klasifikacijom. Zato se smatra da je astronomija i ishodište svih prirodoslovnih znanosti. Ondašnji motritelj shvatio je da ljudi nemaju nikakvog utjecaja na položaj nebeskih objekata. Smatrali su da ono što opažaju jedino može imati neki utjecaj na prirodu i ljude. Nisu nastojali prirodu podrediti ljudima pa nije bilo ni krucijalnih tehničkih pronalazaka te je time tehnika bila sastavni dio prirode. Tadašnje je prirodoslovlje svoje znanje temeljilo na pretpostavkama koje nisu imale veze s prirodom, ali ni s nebeskim pojavama koje je trebalo objasniti. Budući da opažene prirodne pojave nisu prihvaćene kao bitno prirodno otkriće, to, s obzirom na to da nije bilo bitno, nije ni moglo dovesti do stvaranja novih pronalazaka. Zato smatramo da tehnika i prirodoslovlje u starovjekovno doba nisu bili povezani. Spomenimo da je u to doba umjetnost bila nedjeljiva od tehnike. Njihova je povezanost bila nedvojbena. U astronomiji, želeći izoštriti i poboljšati svoja osjetila za orijentaciju i vrijeme, ljudi su pribjegli tehnici te postigli preciznija motrenja. Kraće: željeli su biti precizniji u motrenjima. Slavna Keopsova piramida izgrađena je oko 2600. prije Krista i ima u sebi mnoge astronomske značajke. Približno u isto vrijeme pronađeni su stari astronomski instrumenti visak, gnomon (primitivni sunčani sat) i vodeni sat [6]. Time počinje slaba povezanost tehnike i prirodoslovlja.

U vrijeme Aristotela (384. prije Krista − 322. prije Krista) jača povezanost tehnike i prirodoslovlja. Tehnika je definirana kao umijeće koje se stječe tijekom povijesti praktičnim prenošenjem znanja i iskustva, kao i pamćenjem. Aristotel je ustanovio prirodoslovlje, kojim je opisan sav materijalni svijet, i obuhvatio cjelokupno tadašnje znanje o materijalnom svijetu svojim djelom *Fizika*. Budući da je bio nenadmašan tvorac logike, njegovo djelo bilo je gotovo savršeno i moglo ga se samo dopunjavati novim iskustvima i preciznijim motrenjima, a sve zaokruženo teorijom s matematičkom podlogom. Veliko Ptolomejevo (Klaudije Ptolomej, oko 85 – oko 165.) djelo *Almagest*, na grčkom izvorniku nazvano *Megiste sintaksis* (*Najveća zbirka*), teorijski je samo dopunilo Aristotelovu prirodnu filozofiju.

U promatranom razdoblju od četiri tisuće godina (tj. od 3500. prije Krista do srednjovjekovnog doba oko 500. godine) razvitka prirodoslovlja i tehnike uočava se početno nepostojanje povezivanja u trajanju od prvih približno 900 godina, a oko približno 3100 godina postojala je međusobna povezanost. Jakost međusobne povezanosti prirodoslovlja i tehnike opišimo kao slabu, srednje jaku, jaku i vrlo jaku. Tako je spomenutih 3100 godina riječ o slaboj povezanosti, jer tehnika još nema svoju teoriju, a pronalasci nisu samo vezani s prirodoslovljem. Ondašnji pronalasci nisu izazvali velike povijesne promjene.

Promatramo li zapise u spomenutom razdoblju, uočavamo da su se vodili na različitim medijima, no jedan je poseban, a koristimo ga i danas. Riječ je o papiru. U razvoju izmjena misli, osim govora, učitelj hinduizma Indijac Panningrishee oko 3500. prije Krista pohranjivao je misli pišući po palminu listu kao podlozi [7]. To doba uzet će se kao vremensko ishodište promatranja drugog razvitka, tj. onog koji se bavi tehničkim pronalaskom papira i načina bilježenja (pohranjivanja) podataka. Panningrishee je tim učinio idejni i tehnički korak u

Slika 1.: Ispisani papirus

odnosu na dotadašnju samo usmenu komunikaciju. Na taj način pisanjem je ostvario trajno pohranjivanje misli. Tim je pouzdano i precizno pohranjene misli učinio dostupnim suvremenicima i idućim naraštajima. Zahvaljujući njegovoj genijalnosti ostvaren je značajan napredak. Već na tom prvom primjeru uočava se dodirna točka u lancu staro-novo kad je riječ o komunikaciji ili, suvremenije rečeno, događa se međudjelovanje između onog starog što je bilo i onog što je novo. Spomenimo da u približno isto vrijeme Egipćani već proizvode papirus. Sirovina je bila srčika biljke papirusa koja je bila nalik na trsku. Srčiku su Egipćani izrezivali u uske vrpce, tiještili ih i lijepili jednu na drugu te dobivali široke listove. Listove su spajali u traku i tako dobili role 100 metara duge i pedalj i više široke. Namotane oko štapa, trake bi čekale odmotavanje za pisanje ili čitanje. Pisalo se štapićem od trske umočenim u biljnu tintu [8].

Ideja zapisa na listove dosegnula je i kineske granice pa su se Kinezi oko 300. prije Krista odlučili za konoplju kao bolju podlogu za pisanje. Godine 263. prije Krista pergamski kralj Eumen I. (? − 241. prije Krista), poboljšao je medij za pisanje tako da je na poseban način preradio janjeću, magareću, jareću ili teleću kožu. Takva koža nalikovala je na debeli masni papir. Poboljšanje se odnosilo i na oblik medija za pisanje. Pergament (koji je dobio ime prema maloazijskom gradu Pergamu), rezan je na jednake komade, slagan jedan na drugi i povezivan te smo tako dobili knjige, a ne role. Ipak, te su knjige bile goleme, puno veće od današnjih. Kinez Cai lun (50. − 121.) počeo je 105. u Kini proizvoditi papir od različitih otpadaka i sirovina. Po tom se papiru pisalo kistom i tušem.

2. Srednjovjekovno i renesansno doba

Istaknimo da je već u XI. stoljeću postojala visoka medicinska škola u Salernu (grad u jugozapadnoj Italiji). Predmeti pravo i medicina nisu bili zamišljeni da se predaju na sveučilištima, nego na fakultetima. Osim njih, na sveučilištima nisu predavani niti predmeti povijest i književnost. Na fakultetima nije bilo zastupljeno prirodoslovlje kao ni praktična znanja poput tehnike. Valja napomenuti da je spomenuta visoka medicinska škola u današnjem značenju riječi smatrana fakultetom, ali da poslije, kad su osnovana sveučilišta, nije bila u sastavu sveučilišta.

Daljnji razvoj tehnike i prirodoslovlja otkriva nam da su početkom XII. stoljeća osnovana i prva sveučilišta, *studium generale*, za opće naučavanje. Riječ je o sveučilištima u Bologni, Parizu i Oxfordu. Učilo se sedam slobodnih umijeća (*septem artes liberales*), te filozofija i teologija. Sedam slobodnih umijeća korijene vuku iz stare Grčke. To su gramatika, logika, retorika, geometrija, aritmetika, astronomija i glazba. Smatralo se da ta umijeća omogućuju razvoj intelektualnih i moralnih vještina. Kako se ni na fakultetima ni na sveučilištu

nisu predavali prirodoslovlje i tehnika, iznimno veliko značenje imalo je samostansko djelovanje jer se tu učilo čitati, pisati, razmišljati, pjevati bez obzira na ograničenja [9].

Englez Roger Bacon (1214. − 1292.) podržavao je Aristotelovu prirodnu filozofiju, ali smatrao je da je eksperiment presudan za znanstveno promišljanje. Tako je on vrlo rano uveo eksperiment u fiziku. Bila je to jedna od metoda koja je efikasno djelovala na rješavanje otvorenih pitanja fizike (ali i nenebeskog prirodoslovlja).

U srednjovjekovno doba (približno od V. do XII. stoljeća), razvilo se prepisivanje starih rukopisa i knjiga, a pisalo se uglavnom na pergamentu. Takve rukom pisane knjige bile su rasadnici srednjovjekovne kulture. Zahvaljujući mukotrpnom radu monaha u samostanima sačuvala se baština stare antičke kulture. Prepisivač se služio perom od guske, labuda ili neke druge ptice, a boju je pripremao sam. Početna slova tekstova bogato su ukrašavana, a tekstu su dodavane sličice u boji (minijature) nazvane po crvenoj boji na osnovi minija, koja je uvelike upotrebljavana. Knjige su uvezivane u drvene korice i bile presvučene suknom, pergamentom ili kožom. Raskošne knjige okovale bi se u srebro ili zlato, obložile bjelokosti i dragim kamenjem. Budući da su bile skupocjene, a postupak vrlo spor, širenje znanja putem knjiga bilo je ograničeno. No, napravljen je idejni pomak u odnosu na staru antiku kad su tekst i slike bili odvojeni jer su imali različito značenje i namjeru. U srednjovjekovno doba tekst i slika dolaze zajedno na istoj stranici [10].

Spomenimo našeg minijaturista svjetskog glasa, Jurja Julija Klovića (Vinodol, 1498. – Rim, 1578.). Koliko je bio cijenjen, najbolje govori što su ga prozvali Michelangelom minijature.

U XII. st. u Španjolskoj su u radionicama papir izrađivali od odbačenih krpa. Godine 1228. izdao je njemački car Fridrik II. (1194. − 1250.) povelju kojom je riješio sukob između jednog samostana i neimenovanog vojvode. Povelja je bila izrađena od smjese lanene krpe i papira drvenog podrijetla. Taj zapis smatran je vrlo važnim te je sačuvan u Državnom arhivu u Beču. Godine 1390. Njemac Ulman Stromer (1329. − 1407.) iz Nürnberga prvi je razmrvio tkaninu za proizvodnju papira upotrijebivši pritom tarionik (posudu u kojoj se nešto tare, mužar). Iz navedenog, težnja da se zadovolje duhovne osobne potrebe bila je jedan od korijena u lancu razmišljanja koji opisuje proces nastanka knjiga. Ipak, knjige su se rijetko prepisivale za rijetke prilike i njihov je utjecaj ipak bio ograničen na bogate pojedince neovisno o tome jesu li klerici ili laici. Napredak je i dalje bio vezan uz bogatstvo.

U XIV. pojavljuje se u Engleskoj društvo Merton College u kojem je u proučavanju prirodnih znanosti njegovan timski rad. U društvu su razdvajali kinematiku od dinamike i dali precizniju definiciju brzine. Spoznali su da se jednoliko ubrzano gibanje može svesti na jednoliko gibanje sa srednjom

Slika 2.: Knjiga s minijaturama nastala prepisivanjem

Slika 3.: Juraj Julije Klović

brzinom. Razlikovali su srednju od trenutačne brzine. U proučavanju gibanja koristili su trokute jer tad još nije bilo koodinatnih osi. To društvo učinilo je velik napredak u mehanici dopunivši Aristotelovu prirodnu filozofiju.

Slika 4.: Tiskarski stroj

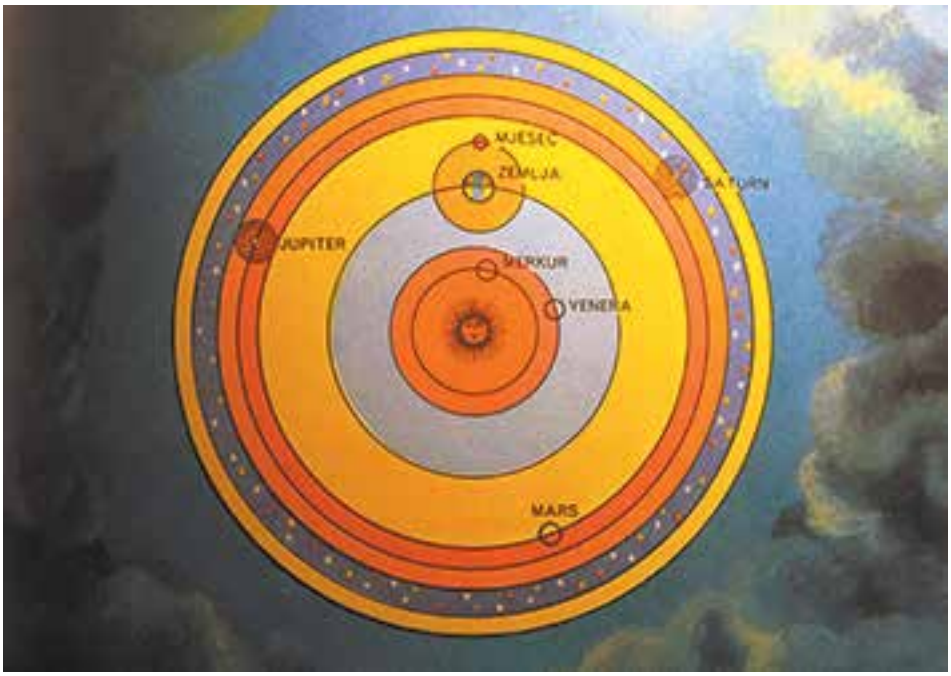
Johann Gutenberg (1397. − 1468.) upoznao je 1450. javnost sa svojim tehničkim pronalaskom − tiskarskim strojem. Prije Gutenbergova pronalaska ploče za tiskanje izrađivale su se za svaku stranu knjige posebno, bez mogućnosti promjene teksta na ploči. Gutenbergovim pronalaskom pokretnih drvenih slova sadržaj ploče za tiskanje bio je promjenljiv. Značajno je da je pronalazak prvi put bio pokazan široj javnosti. To je bio vrlo važan napredak u brzini nanošenja pisanih otisaka na papirnatu podlogu, za razliku od dotadašnjeg sporog ručnog prepisivanja. Znanje tad konačno postaje dostupno običnom čovjeku. Razmjena svih podataka pa i znanja time je znatno olakšana te je doseg znanstvene pismenosti povećan. Utjecaj je bio velik i na cjelokupnu znanost, gdje je omogućeno lakše širenje znanja, ali i na proizvodnju papira, jer je potražnja prilično porasla što je utjecalo i na tehnička postignuća. Kao nova sirovina počela se koristiti celuloza drvenog podrijetla. Sad možemo sagledati i drugi od korijena koji je bitnije pridonio razvitku nastanka knjiga. Utjecaj na buduće aktivnosti oko tiskanja knjiga znatno je porastao, ali, što nije manje važno, knjiga je postala dostupna i siromašnijim čitaocima. Ideja širenja znanja imala je i evolucijske značajke. Osim što se narodni jezik brže širio, stvarale su se pretpostavke za njegovo obogaćivanje uz istodobno uvođenje novih standarda. Polako je sazrijevalo uvjerenje da je najnovijim tehničkim pronalaskom potaknuta i određena povijesna promjena, pismenost.

U promatranom razdoblju razvitka prirodoslovlja i tehnike od približno tisuću godina (tj. od 501. do novovjekovnog doba 1543.), uočava se njihovo povezivanje. Riječ je o srednje jakoj povezanosti jer tehnika još nema svoju teoriju, a pronalasci su povezani s prirodoslovljem. Tadašnji pronalasci počeli su poticati velike povijesne promjene.

3. Novovjekovno doba

Na prijelazu iz renesansnog u novovjekovno doba pojavio se još jedan genijalac, Leonardo da Vinci (1452. – 1519.), izumitelj, znanstvenik i umjetnik. Iako nije objelodanio mnoge rezultate svojih istraživanja, zbog sukoba sa postojećim starim predrasudama, prikrivao ih je u svojim bilješkama pišući tajnim pismom. Koristio je motrenje i eksperimentiranje koje će postati metode suvremene znanosti.

Veliko dostignuće i golem idejni pomak bilo je objavljivanje djela Nikole Kopernika (1473. – 1543.) *De revolutionibus orbium coelestium* (*O kruženjima nebeskih sfera*) 1543. godine [11]. Neki povjesničari znanosti tu godinu smatraju vremenskim ishodištem, tj. početkom novovjekovnog doba. Zanimljivo je da je knjiga tiskana u Nürnbergu, koji se tako drugi put pojavljuje kao važno mjesto povezano s razvitkom papira i načinom pohranjivanja podataka.

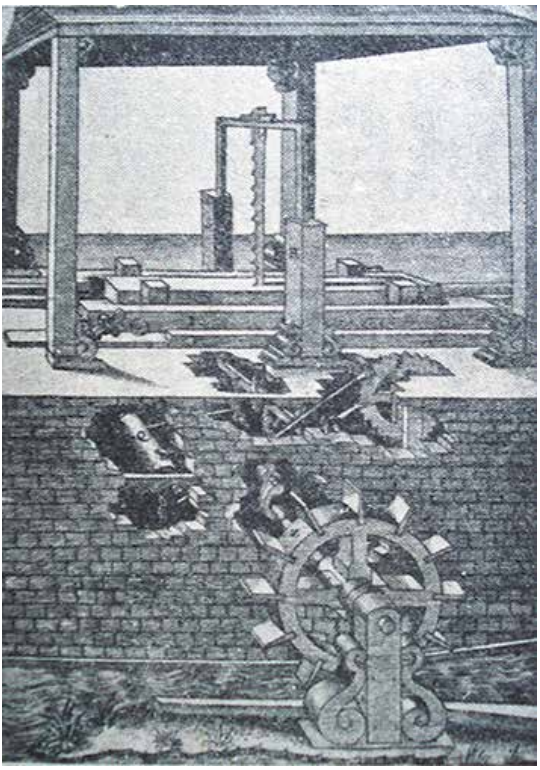


Slika 5.: Kopernikov heliocentrični sustav

Sunce postaje središte poznatog nam svemira te je stoga njegov model nazvan heliocentričnim sustavom. Zadržao je grčku zamisao o postojanju sedam sfera u modelu Sunčeva sustava, ali Zemlja je pomaknuta iz središta i prikazana u poziciji kruženja oko Sunca. Talijan Galileo Galilei (1564. − 1642.) pronalaskom teleskopa uspješnije je promicao Kopernikove ideje, a postavio je temelje dinamike. Primijenio je sve tri u to doba moderne znanstvene metode: motrenje, eksperiment i zaključivanje. Pronalazak teleskopa bio je ključni pronalazak koji je pomaknuo granice astronomije na oku nevidljvo područje i evolucijskim protegnućima dosegnuo ideju da i ono nevidljivo ima utjecaj na ljude.

Francuski izumitelj Jacques Besson (1540.? − 1573.), napisao je knjigu *Theatrum instrumentorum et machinarum* o tokarskoj klupi, koja je objavljena pet godina nakon njegove smrti, ali bez navođenja bilo kakve fizikalne osnove. Talijanski izumitelj Agostino Ramelli (1531. − 1610.), objavio je 1588. knjigu o pili na vodeni pogon, pri čemu nije spomenuo niti jedno fizikalno načelo [12]. Dakle, tad još nema govora o međudjelovanju teorije i prakse kad je riječ o tehnici.

Sljedeći je važan moment u razvitku prirodoslovlja osnivanje znanstvenih društava. U Rimu je osnovana Accademia dei Lincei (1600. − 1630.), u Firenzi Accademia del Cimento (1661. − 1667.), a u Londonu The Royal Society



Slika 6.: Pila na vodeni pogon

(1662.). Prirodoslovcima je najvažnije bilo londonsko društvo, koje je među aktivnostima imalo i demonstracijske pokuse. Koja je poveznica tehničke strane i tih društava? U dostupnoj i u radu navedenoj literaturi spomenuta je jedino Accademia del Cimento. Navodi se pokus koji je 1661. izveden u Firenzi, a u kojem je voda pritiskala šuplju srebrnu kuglu. Pokus nije dao ni jedan primjenjiv rezultat, ali je dokazao poroznost srebra.

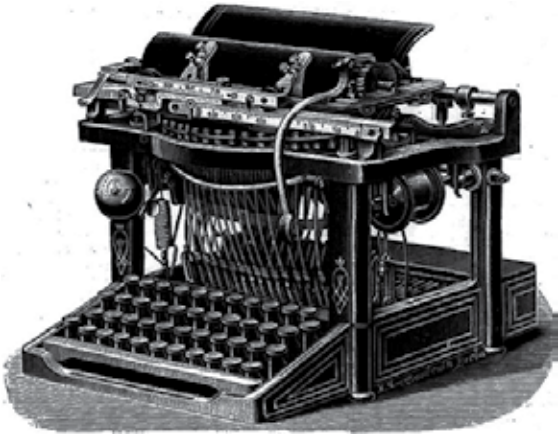
Englez Isaac Newton (1642. − 1727.) objavio je 1687. temeljnu knjigu *Philosophiae naturalis principia mathematica* (*Matematički principi prirodne filozofije*), koja se i danas smatra osnovom klasične fizike. Zakon opće gravitacije Newton je utemeljio dedukcijom da je kod sfernih tijela sva njihova masa sadržana u jednoj točki − središtu kugle. No, Newton se u računima koristio najpreciznijim mjerenjima Francuza Jeana Picarda (1620. − 1682.) iz 1671. godine i izračunao najnoviju i najtočniju vrijednost duljine Zemljina meridijana.

Istaknimo da je naš znanstvenik Ruđer Bošković (1711. − 1787.) od 1750. do 1755. godine praktično mjerio luk meridijana Rim − Rimini. Cilj je bio određivanje luka za 1° u sredini između tih dviju točaka (Rim − Rimini). Za luk "koji pripada srednjem stupnju" dobiva se razmak od 123 221,3 toaza, odnosno

za jedan stupanj dobiva se, nakon određenih ispravaka i dodavanja, 56 979 toaza. Jedinica za mjerenje duljine 1 toaz iznosila je 1,949037 metara. Bošković je također uspostavio prvu metodu izjednačenja rezultata mjerenja [13].

Promotrimo ključne tehničke pronalaske tog razdoblja. Iduća bitna točka u razvitku tehnike bila je primjena parnog stroja u industriji 1769. godine, za što je bio zaslužan Škot James Watt (1736. − 1819.). Istaknimo da je davno prije Watta otkriveno da vodena para ima moć pokretanja naprava. Međutim, Watt je prvi našao način iskorištavanja prirodnih svojstava vodene pare te ih prilagodio ljudskim potrebama. Također je i prvi u povijesti koji je, nakon patentiranja pronalaska, masovno proizvodio parni stroj. Parni stroj uvelike je utjecao na napredak ljudskog društva, a rezultat je prva industrijska revolucija. Napomenimo da je ruski izumitelj Ivan Polzunov (1728. − 1776.) konstruirao 1763. parni stroj koji je namjeravao koristiti u rudarskom mjestu Barnaulu u Sibiru. No, u Rusiji nije bilo mogućnosti masovne proizvodnje njegova stroja, što zbog siromaštva tadašnjih poduzetnika, što zbog tradicionalno tvrdog stava da se svi poslovi mogu napraviti ručno, bez korištenja bilo kakvih strojeva.

U promatranom razdoblju razvoj medija za pisanje doveo nas je do nove ideje da nečitki rukopisi mogu postati čitki ako se utiskivanje slova provede mehaničkim postupkom, tj. korištenjem pisaćeg stroja. Takav je stroj 1714. godine patentirao u Engleskoj Henry Mill (1683. − 1773.). Iako je time postignuto određeno poboljšanje značilo je, u odnosu na prepisivane ili tiskane knjige, korak unatrag. No, problem je što su se mogli otiskivati slova i znakovi, ali ne i slike. S druge strane, da bi se moglo brzo i djelotvorno pisati bilo je potrebno prethodno iskustvo korištenja stroja. Ipak, širu primjenu doživio je tek 1864., kad ga je za praktičnu upotrebu izradio Austrijanac Peter Mitterhofer (1822. − 1893.). Masovna proizvodnja pisaćih strojeva počela je 1867. godine. Kad smo



Slika 7.: Pisaći stroj

već kod patenata, istaknimo našeg Nikolu Teslu (1856. − 1943.), koji nije htio koristiti pravo patenta. On je sve svoje pronalaske stavljao na slobodno raspolaganje čitavom čovječanstvu.

Idući značajan razvoj tehnike dogodio se 1795. godine, objavljenim nastupnim predavanjem francuskog matematičara Gasparda Mongea (1746. − 1818.) o nacrtnoj geometriji, koja se odmah pokazala korisnom u praksi pri izradi zemljopisnih karata i kao dragocjena pomoć pri izradi eksperimentalnih uređaja te u teoriji (čista i infinitezimalna geometrija). Važnost cilindarske projekcije i perspektive za rješavanje mnogih tehničkih problema potvrdila se i u XIX. stoljeću.

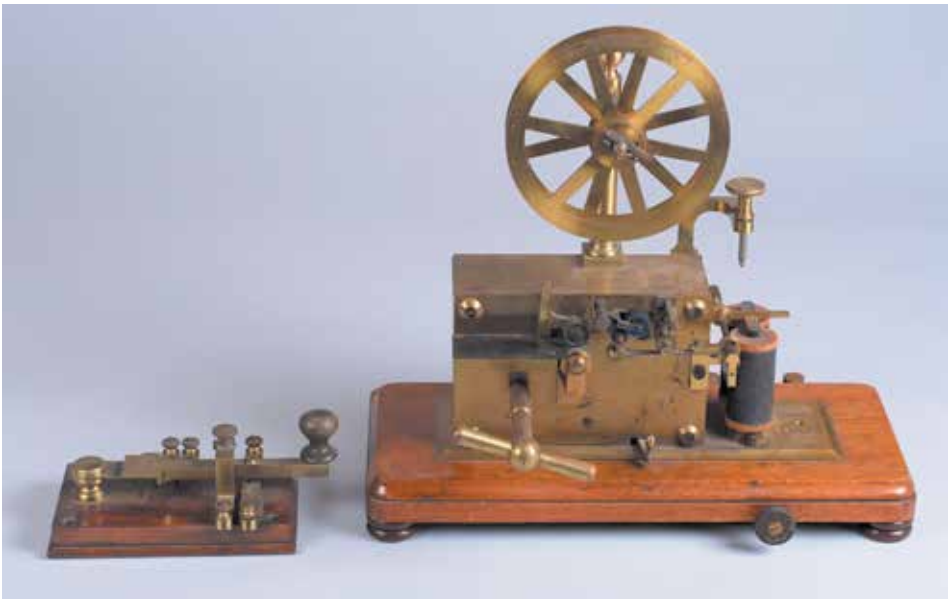
U promatranom razdoblju razvitka prirodoslovlja i tehnike tijekom približno 300 godina (tj. od 1543. do 1800.) uočimo njihovo povezivanje. Ovdje je riječ o jakoj povezanosti. Tehnika još uvijek nema svoju teoriju, a pronalasci su usko povezani s prirodoslovljem. Tadašnji pronalasci omogućili su velike povijesne promjene koje se mogu nazvati revolucionarnim.

3.1. Blisko novovjeko doba (od XIX. stoljeća do danas) u svijetu

Devetnaesto stoljeće bilo je doba niza velikih promjena, bilo političkih, bilo znanstvenih. Pojavile su se nacionalne težnje, formirale su se države, a došlo je do osnivanja nacionalnih ustanova, znanstvenih društava i akademija te moderniziranja sveučilišta [14]. Sveučilišta su transformirana, najviše u prirodnim znanostima. Akademije su uglavnom ostale inertne. Iako su istraživanja u prirodnim znanostima postala potpuno autonomna od osjetila, javila se potreba za osnivanjem znanstvenih ustanova koje bi pomagale i promicale prirodoslovna istraživanja. Godine 1807. u Engleskoj je utemeljeno Geološko društvo, a 1820. Astronomsko društvo. U Berlinu je 1845. utemeljeno Fizikalno društvo.

Prirodne znanosti postigle su u drugoj polovini XIX. stoljeća tako velik napredak da su prirodoslovci vjerovali samo u motrenje i eksperiment. U XIX. stoljeću instrumenti se, posebno električni, usavršavaju, razvijaju se teorije na temelju kojih se grade instrumenti, pa točnost mjerenja neprestano raste. Wilhelm Eduard Weber (1804. − 1891.) i Karl Friedrich Gauss (1777. − 1855.) izrazili su 1832. jakost Zemljina magnetizma u apsolutnim jedinicama. Weber je električne veličine definirao s pomoću sustava cm-g-s i tako elektrodinamiku uklopio u sklop klasične mehanike.

Jedna je od prvih električnih primjena iz 1837. godine, kad je Alfred Vail (1807. − 1859.) konstruirao žičani telegraf (brzojav) koji je koristio tipkalo. Zahvaljujući Samuelu Morseu (1791. − 1872.), uspostavljena je brzojavna veza između Washingtona i Baltimorea. Time je ostvarena ideja da se podaci mogu



Slika 8.: Telegraf (brzojav)

prenositi i na daljinu, velikom brzinom i do 300 znakova Morseove abecede na minutu. Brzojav je zamijenjen teleprinterom.

Englesko društvo za napredak znanosti osnovalo je 1860. Odbor za električne norme, s ciljem da se s najvišom točnošću odrede električne i magnetske veličine. Primjer važnog znanstvenog otkrića na osnovi intuicije je Maxwellov zakon. Primjenom teorije vjerojatnosti, Škot James Clerk Maxwell (1831. − 1879.), dao je razdiobu brzine molekula plina pri nekoj temperaturi i tlaku (*Maxwellov zakon raspodjele*). Matematički sveobuhvatnu teoriju elektromagnetizma Maxwell je otkrio postavivši jednadžbe kojima je omogućena konstrukcija mnogih električnih uređaja.

Spomenimo postojanje dugotrajne tradicije sukoba mišljenja između teoretičara i praktičara. Pristaše teorije tvrde da znanstveni napredak ovisi o napredovanju ljudske misli, a za pristaše prakse važne su jedino činjenice koje misao postupno upoznaje. Nasuprot praktičarima, teoretičari smatraju da jedino misao postupno spoznaje i sređuje činjenice. Mora se priznati da je u XIX. stoljeću teorijski način promišljanja znanosti stekao polako prevlast nad praktičnim. Ili jezikom prirodoslovaca rečeno, teorija je počela određivati ono što eksperiment tek treba potvrditi. Krajem XIX. stoljeća u Europi i SAD-u osnovani su tehnički fakulteti s težištem na prirodnim znanostima [15]. Samim tim, dobiva na značaju i teorijski način proučavanja i unapređivanja tehnike.

U XX. stoljeću teoretičari prirodoslovci (većinom teorijski fizičari) na temelju skupljenog pouzdano-eksperimentalno dokazanog znanja rade na principu

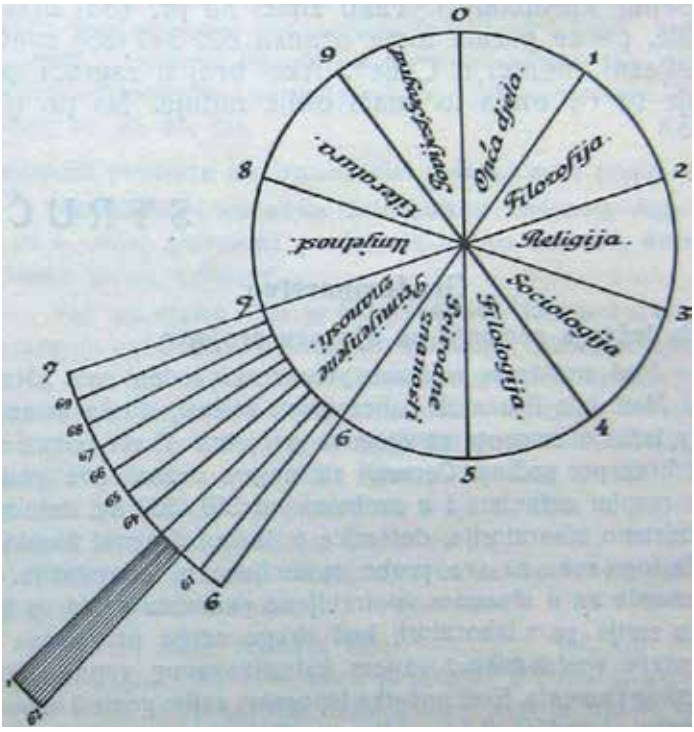
stvaranja novih energetskih izvora. Sve veća ovisnost čovječanstva o energiji nameće to stvaranje kao neizbježan fundamentalno važan problem. Jedan od najefikasnijih izvora energije bio bi izvor koji bi radio na načelu međudjelovanja materije i antimaterije. No, tehnički smo još daleko od takvog izvora, jer teorijski fizičari sve do danas nisu našli način kako da upute vrhunske eksperimentatore kako bi eksperimentalno ostvarili takav izvor energije. Nakon toga tehničari bi lako ostvarili izvor kao rutinski proizvod. Osnovna je poteškoća u tome što mi nemamo dovoljnu količinu antimaterije jer smo tek nedavno eksperimentalno stvorili antiatome koji su se brzo, u konktaktu s materijom, pretvorili u energiju i nestali. Na tom primjeru vidljivo je kako otkriće materije i antimaterije koja već postoji u prirodi djeluje poticajno na pronalazak najefikasnijeg izvora energije.

Navedimo slučaj gdje tehnika prednjači u odnosu na prirodoslovlje kao što je, na primjer, slučaj iz novovjeke relativističke kozmologije. Belgijac Georges Lemaître (1894. – 1966.), objavio je 1927. ideju da je svemir nastao eksplozijom jednog praatoma, što je preteča teorije velikog praska. Fizičar George Gamow (1904. − 1968.) iznio je 1948. ideju da bi kozmičko mikrovalno pozadinsko zračenje trebalo potvrditi teoriju velikog praska. No, tad se nije znalo kako bi se to eksperimentalno potvrdilo. Međutim, 1965. godine Arno Penzias (rođen 1933.) i Robert Woodrow Wilson (rođen 1936.) eksperimentalno su potvrdili postojanje pozadinskog zračenja te za to otkriće dobili 1978. Nobelovu nagradu za fiziku. Zanimljivo je da su Penzias i Wilson do otkrića došli slučajno, rješavajući sasvim drugi problem. Antenama su istraživali efikasnost radiokomunikacija, a dobili su rezultate koje nisu mogli nikako protumačiti. Nakon rasprave s fizičarima shvatili su da su otkrili vrlo važan dokaz pozadinskog zračenja. Očito da je pronalazak pozadinskog zračenja omogućio potvrdu teorijskog otkrića velikog praska.

Razmotrimo izum telefona. Alexanderu Grahamu Bellu (1847. − 1922.) pripisuje se pronalazak tog tehničkog izuma 1876. godine. Ostvaren je još jedan idejni i tehnički korak. U komunikaciji i prenošenju podataka i znanja javlja se prvi put slučaj da ljudi koji počinju koristiti telefon ne trebaju za to nikakvo prethodno iskustvo, za razliku od telegrafa i pisaćeg stroja za čije je korištenje ono potrebno.

Tako stečena sigurnost znanja udaljavala je prirodoslovce sve više od filozofije. Došlo je do podjele, tako da su se krajem polovine XIX. stoljeća od filozofije odijelile, uz fiziku, i kemija, biologija i mehanika. No, odijeljene znanosti odvojile su se jedna od druge kao posebne grane znanja. Svaka je znanost dobila svoj posebni predmet. Objektivnu podjelu znanosti (klasifikaciju) gotovo je nemoguće sastaviti i to zbog neprekidnog odvajanja i spajanja pojedinih područja istraživanja. Isto je tako gotovo nemoguće sagledati mjesto pojedine znanosti u sveukupnom (apsolutnom) znanju jer nema konačne ustaljene i

podrobno razrađene jedne jedine znanosti. U svakom dobu možemo samo uočiti prolazno stanje spoznaje prirode. Ostaje nam da za svoje (ljudske) potrebe i lakše snalaženje dijelimo znanosti na posebne, tj. da ostvarimo subjektivnu klasifikaciju [16]. Danas je prihvaćena UDK klasifikacija znanosti, koja svoje korijene ima u 1873. godini. Tad je Melvil Dewey (1851. − 1931.) napisao članak *Decimal classification and relative index*. Na 1. Međunarodnoj bibliografskoj konferenciji 1895. ta je klasifikacija prihvaćena. Sve znanosti dijele se na deset grupa. Osnovne prirodne znanosti označene su brojem 5. Ta grupa dijeli se u 10 podgrupa (5.0. općenito; 5.1. matematika; 5.2. astronomija, geodezija; 5.3. fizika, 5.4. kemija, kristalografija, mineralogija; 5.5. geologija, geofizika; 5.6. paleontologija; 5.7. antropologija; 5.8. botanika; 5.9. zoologija). To je podjela iz osamdesetih godina XX. stoljeća i naravno da se stalno mijenjala te je teško reći kakvo je trenutačno stanje. Stoga ta navedena podjela služi samo kao gruba orijentacija. No, ako idemo još dalje u prošlost, pogledajmo podjelu iz 30-ih godina XX. stoljeća. Grupa 6 su primijenjene znanosti, a dijeli se na 10 podgrupa (6.0. općenito; 6.1. medicina; 6.2. inženjerstvo; 6.3. agrikultura; 6.4. kućanstvo; 6.5. trgovina i promet; 6.6. kemijska industrija; 6.7. razne industrije; 6.8. obrti; 6.9. građevna industrija).



Slika 9.: Podjela tehnike prema UDK klasifikaciji sredinom XX. stoljeća

Postoje i razne druge klasifikacije, ali to bi nas odvelo predaleko što nije namjera članka. Vidljivo je da postoji misaoni odmak prirodoslovlja od tehnike jer nisu u istoj grupi znanosti.

Kako je mjerenje mjernim uređajima pri izvođenju eksperimenata, koje je nastupilo kao bitno unapređenje znanstvenog motrenja, u prirodoslovlju prevladalo, bilo je potrebno znanstveno oblikovati tehnike mjerenja. Posljedica je bila značajan razvitak privrede. Istaknimo da je 1887. godine u Njemačkoj utemeljen prvi znanstveni centar za mjerenje i mjere u svijetu Physikalisch Tehnische Reichanstalt (PTR) kraj Berlina (Charlottenburg). To je pridonijelo naglom porastu njemačke industrije u svijetu. Osnivanje PTR-a omogućilo je Njemačkoj opći uspon eksperimentalnih istraživanja prirode, izvanredno unapređenje precizne mehanike, odnosno precizne tehnologije uopće, te provođenje onih fizikalno-tehničkih istraživanja koja se nisu mogla obaviti ni u najvećem broju prosječno opremljenih laboratorija [17].

Sljedeći značajan pronalazak za prenošenje podataka je ostvarena bežična telegrafija 1895. godine. U početku se taj pronalazak pripisao Marconiju, ali je poslije utvrđeno da bi se trebao pripisati našem Nikoli Tesli. Početkom XX. stoljeća došlo je do niza pronalazaka glede prenošenja podataka − radio i televizija. Reginald Aubrey Fessenden (1866. − 1932.) emitirao je 1906. prvi radijski program. U Rusiji je 1907. Boris Rosing (1869. − 1933.) patentirao televizijski sustav s katodnom cijevi kao prijamnikom, nakon što je deset godina prije Braun izmislio katodnu cijev. Sad se uz govor na velike udaljenosti prenose i pokretne slike. Idejni pomak sastojao se u tome da su umjesto pisaljke korišteni elektroni. Javnost je morala pričekati gotovo 30 godina da emitiranje TV programa postane svakodnevno. Naime, engleski BBC je 1930. godine počeo emitirati program, ali ne svakog dana. Od 1935. počinje redovito emitiranje TV programa u Njemačkoj, a od 1936. BBC emitira TV program svakodnevno. Velika je gledanost postignuta kad su Olimpijske igre u Berlinu postale dostupne gledateljima putem TV zaslona [18].

Polako je tekao i razvoj sredstava kojima je čovjek nastojao olakšati svoje mukotrpno i dugotrajno računanje pa razmotrimo razvitak misli koji će nas dovesti do računala. Računala su od samih početaka zamišljena kao pomagala i strojevi koji će moći računati. Preskočimo prva, uglavnom mehanička, sredstva poput abakusa, paskaline, Leibnizova računskog stroja, logaritamskog računala, Babageova stroja, Hollerithova stroja. Pratimo razvitak računala koja se temelje na komponentama na osnovi elektriciteta [19]. Zuse je 1936. prvi koristio računalo koje je koristilo elektromagnetske releje kojima je upravljao program. Godine 1939. John Vincent Atanasoff (1903. − 1995.) sa svojim asistentom Cliffordom Berryjem (1918. − 1963.) napravio je ABC (*Atanasoff Berry Computer*), prvo digitalno računalo na svijetu. Godine 1944. Howard Aiken (1900. − 1973.) konstruirao je digitalno računalo Harvard Mark 1. Računalo je

imalo 750 000 dijelova, oko 1000 kilometara žica, bilo je dugo 16,5 m, visoko 2,5 m, a imalo je masu od 5000 kg [20].

Godine 1945., pred kraj Drugog svjetskog rata, došlo je do prve pa vrlo brzo i do druge nuklearne eksplozije u atmosferi. Svijet je vrlo brzo ušao u opasni vrtlog uznemiravanja nuklearnim uništenjem. No, vrlo brzo prirodoslovci su reagirali i spasonosno uočavali kako ionizirajuće zračenje djeluje na tvari. Ionizirajuće zračenje je svako zračenje koje izaziva ionizaciju (čestica zračenja predaje energiju elektronima molekula ili atoma i ako je ta energija dovoljna da se elektron otkine iz molekulskog ili atomskog omotača nastaje ionizacija). Posebno su radili dozimetriju i preciznim mjernim uređajima određivali doze ionizirajućeg zračenja koje štete živom organizmu i uspoređivali ih s dozom prirodne radioaktivnosti za razna geografska područja. Tako je zabilježeno da je prirodna godišnja ekvivalentna doza u Londonu 0,8 mSv, u Koloradu 2,5 mSv, u granitnim brdima Francuske 3 mSv, a za Zagreb to iznosi oko 1 mSv. Ekvivalentnom dozom iskazuje se šteta nanesena živom organizmu kad je izložen određenom zračenju. Ta je doza iskazana umnoškom apsorbirane doze s faktorom kvalitete koji izražava štetnost određene vrste zračenja za određene organizme, organe ili tkiva. Potpunosti radi, istaknimo da je apsorbirana doza ona energija koju upije ozračena tvar po jednom kilogramu. Jedinica apsorbirane doze J/kg posebno je imenovana i naziva se grej, oznaka Gy. Istraživano je i kako su nuklearne eksplozije utjecale na ekvivalentnu dozu. U vrijeme najintenzivnijih proba 1963. srednja ekvivalentna doza koju je tad primio svaki čovjek iznosila je 0,1 mSv. Oko 1970. godine ta se doza smanjila 10 puta [21]. Dakle, ne treba puno da bi se utvrdilo kad se zdravije živi. A sve to zahvaljujući upornoj prirodoslovnoj kontroli u kojoj su isprepleteno sudjelovali fizičari, biolozi i liječnici i u zajedništvu s tehničarima razvili precizne mjerne uređaje.

Promotrimo razvitak računala od 1946., kad ENIAC (*Electrical Numerical Integrator And Calculator*) počinje raditi u Sjedinjenim Američkim Državama, ali se elektronske cijevi počinju kvariti. Prosječno bi se svakih sedam minuta pokvarila jedna cijev. Radi promjene programa trebalo je vršiti ponovno ožičavanje čitavog računala. Ipak, ENIAC ostaje zapamćen u povijesti kao prvo računalo opće namjene.

Godine 1947. u Bellovu laboratoriju izrađen je prvi germanijev tranzistor. Tako je nastao novi idejni pomak, jer je otkriće tranzistora jedno od najvažnijih u povijesti računala. Umjesto glomaznih, skupih i nepouzdanih elektronskih cijevi, na scenu stupaju mali, jednostavni, jeftini i pouzdani tranzistori. Za otkriće tranzistora John Bardeen (1908. − 1991.), Walter Houser Brattain (1902. − 1987.) i William Schockley (1910. − 1989.) dobili su 1956. godine Nobelovu nagradu za fiziku. Godine 1949. izumljena je magnetska jezgra memorije računala. Tvrtka Sony proizvodi 1955. tranzistorske radioprijamnike. Godine 1958. počinje upotreba druge generacije računala (koriste se tranzistori i memorija s magnetskim − feritnim

jezgrama, a prednjači IBM. Godine 1959. Jack Kilby (1923. − 2005.) i Robert Noyce (1927. − 1990.) patentirali su integrirani krug − računalni *chip*. Godine 1960. tvrtka Sony proizvela je prvi tranzistorski televizor. Godine 1964. pojavljuje se treća generacija računala. Ono se bazira na tehnologiji integriranih krugova – osnova za mikroprocesore. Godina 1965. početak je razvoja interneta. Računala se povezuju kako bi razmjenjivala podatke između superračunala i običnih računala. Godine 1970. pojavljuje se disketa (engl. *floppy*) od 3,5 inča, koja je unijela revoluciju u računalnu tehnologiju. Godine 1974. tvrtka Intel proizvela je mikroprocesor koji je bio osnova za razvoj osobnih (personalnih) PC računala − računala za samo jednog korisnika. Bill Gates (rođen 1955.) i Paul Allen (rođen 1953.) osnivaju 1975. tvrtku Microsoft. Godine 1977. Apple II. bilo je prvo stolno PC računalo proizvedeno u velikoj seriji. Godine 1981. naziv PC počinje se koristiti kad je proizvedeno računalo IBM PC. Uz računalo dolazi i zaslon s katodnom cijevi. Godine 1982. prvi put je upotrijebljen termin 'internet'. Tad započinje život i četvrta generacija računala, koja se temelji na čipovima vrlo visoke integracije. Godine 1983. u SAD-u je izdana dozvola za rad mobilnih telefona u komercijalnoj mreži. Godine 1984. pojavila se Lisa 2, prvo računalo s grafičkim sučeljem, proizvod tvrtke Apple. Godine 1986. IBM je proizveo prvo prijenosno računalo (*laptop*). Godine 1990. preteča interneta ARPANET prestaje raditi, a u masovnu upotrebu dolazi internet. Godine 1991. Englez Tim Bernes-Lee (rođen 1955.) razvija WWW-internetski servis gdje uz tekst dolaze animacijski, grafički, videosadržaji i audiosadržaji. Godine 1998. počela je raditi tražilica Google. Godine 1999. dogodio se prvi veliki rat na internetu, *cyber war*, koji je počeo istodobno s ratom na Kosovu.

Dvadeseto stoljeće zanimljivo je za analizu odgovora na pitanje: Je li došlo do zanemarivanja, odnosno čak uništenja, prošlosti tehnike i prirodoslovlja? Razmotrimo nekoliko različitih slučajeva. U prvom slučaju riječ je o epohalnom spuštanju čovjeka na Mjesec pri čemu je korišteno samo znanje klasične fizike, a ne i Einsteinova teorija relativnosti postavljena početkom XX. stoljeća.

Navedimo još nekoliko slučajeva iz kojih se vidi kako stare teorije, prije XX. stoljeća, imaju veliku primjenu. Na primjer, svakodnevna upotreba naočala pri čemu se koristi geometrijska optika. Primjenom fizikalne optike izrađeni su viziri kacige astronauta, pri čemu su korišteni ukršteni polarizatori za podešavanje jakosti svjetlosti bez narušavanja vidljivog dijela spektra. Zaključimo da prirodoslovci s vremenom ne zanemaruju svoja ukupna znanja, dok se tehnički pronalasci neprekidno razvijaju, ali je često zanemarivanje 'starih' pronalazaka. Na primjer, odbacuju se cijevni radio i TV prijamnici, katodna tehnologija koju su zamijenili poluvodički sklopovi i LCD zasloni. Navedeno govori u prilog tvrdnji da postoji stvarni odmak tehnike od prirodoslovlja. Dok se u prirodoslovlju ukupno znanje stalno malo promijeni i nadograđuje a ništa ne odbacuje, u tehnici se s vremenom odbacuju zastarjeli proizvodi zahvaljujući napretku izrade novih proizvoda.

3.2. Blisko novovjeko doba (od XIX. stoljeća do danas) kod nas

U prvoj polovini XIX. stoljeća u Hrvatskoj su prirodoslovna istraživanja bila na početcima [22]. Na povezanost tehnike i nacrtne geometrije ukazivali su kod nas srednjoškolski profesori koji su predavali u realnim gimnazijama. Najprije je to bio Marko Mikšić (1847. − 1912.). On je već 1879. godine, u članku od nekoliko nastavaka Povijest deskriptivne geometrije od g. 1100. prije pa sve do poroda Isusova, u časopisu *Hrvatski učitelj* ukazao na povezanost tehnike i nacrtne geometrije. Profesor Pravomil Krbek (1852. − 1893.) u svojem članku iz 1888. u istom časopisu, pod nazivom Deskriptivna geometrija kao opće uzgojno i naobrazno sredstvo, početak znanstvenog proučavanja povezao je s godinom 1795. i matematičarem Gaspardom Mongeom. Monge je tu novu znanost nazvao "jezikom inžinira, koji je u svih naroda jedan te isti" [23].

Zahvaljujući velikim naporima zoologa Spiridiona Brusine (1845. − 1908.), uspjelo se 1885. utemeljiti Hrvatsko naravoslovno (poslije prirodoslovno) društvo (HPD). Zanimljivo je da se HPD zanimao za sve struke koje su imale svoje katedre (ondašnji izraz: stolice) na tad jedinom sveučilištu, onom u Zagrebu, osim za matematiku. Interes HPD-a bio je veći za tri struke kojih nije bilo kao katedri na zagrebačkom sveučilištu. To su bile meteorologija, antropologija i paleontologija.

U nastupnom govoru (opsega oko 17 kartica) za rektora Sveučilišta u Zagrebu, održanom 19. listopada 1893. godine, prof. Vinko (Vincenc) Dvořák (1848. − 1922.) podrobno je razradio odnos teorije i prakse [24], Prema njegovim riječima, odnos teorije i prakse bitno zasijeca u ustrojstvo Sveučilišta. Ovdje su redom navedeni najzanimljiviji dijelovi govora:

"Da ostane čovječanstvo u znanstvenom obziru zdravo, za to treba tri vrsti radnika: prvo iztraživalaca 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. Ali obično mnienje o znanosti se proteže samo na uporabu znanosti, a ne na znanost samu... Navesti ću za to rieči (tj. glede odnosa teorije i prakse, opaska autora) već spomenutoga pisca (J. Popper: *Flugtechnik*, Berlin, 1889., uvod), kojemu kano tehničaru sigurno pripada, da bude u ovom slučaju nepristran sudac. Isti veli: 'Jedan dio praktičara ne opaža poradi neke lakoumnosti potrebu teorije; čim ne vidi takav praktičar neposrednu uporabu u obliku predmeta iz drva ili kova načinjenog, smatra teoriju praznom. Ali gledajmo, kako stoji bez pomoći takav empirični praktičar, kad ima stupiti pred zadaću, za koju ne ima dovoljnog teoretičnog podloga. Onda ne zna više puta, kako bi načinio početak početku, niti ne sluti iz daleka, kako bi imao udesiti kvantitativno dotične razmjere, a dočim je tako gledao iz visoka na teoretičke radnje, koje njemu nisu išle u prilog, kano na rad zapećkara i bezuman trud, ipak je sasma sretan, – ako to i ne priznaje – te mu odlahne, ako se dočepa

SOCIETAS HISTORICO-NATURALIS CROATICA.

GLASNIK

HRVATSKOGA

NARAVOSLOVNOGA DRUŽTVA.

UREDJUJE

S. BRUSINA.

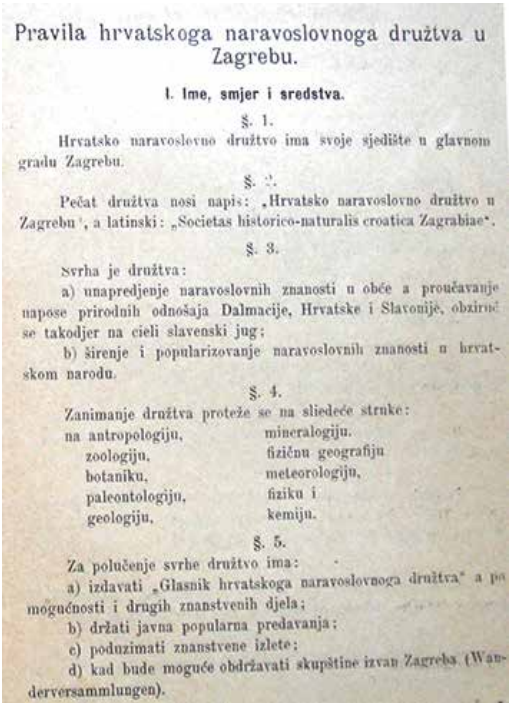
GODINA I.

NA 4 LITOGRAFIČKE TABLICE I 7 SLIKOM

ZAGREB,

VLASTNIČTVO I NAKLADA DRUŽTVA

1886.


Pravila hrvatskoga naravoslovnoga družtva u Zagrebu.

I. Ime, smjer i sredstva.

§. 1.

Hrvatsko naravoslovno družtvo ima svoje sjedište u glavnom gradu Zagrebu.

§. 2.

Pečat družtva nosi napis: „Hrvatsko naravoslovno družtvo u Zagrebu", a latinski: „Societas historico-naturalis croatica Zagrabiae".

§. 3.

Svrha je družtva:

a) unapredjenje naravoslovnih znanosti u obće a proučavanje napose prirodnih odnošaja Dalmacije, Hrvatske i Slavonije, obzirući se takodjer na cieli slavenski jug;

b) širenje i popularizovanje naravoslovnih znanosti u hrvatskom narodu.

§. 4.

Zanimanje družtva proteže se na sliedeće struke:

na antropologiju, zoologiju, botaniku, paleontologiju, geologiju, mineralogiju, fizičnu geografiju meteorologiju, fiziku i kemiju.

§. 5.

Za polučenje svrhe družtvo ima:

a) izdavati „Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga družtva" a po mogućnosti i drugih znanstvenih djela;

b) držati javna popularna predavanja;

c) poduzimati znanstvene izlete;

d) kad bude moguće obdržavati skupštine izvan Zagreba (Wanderversammlungen).

Slika 10.: *Glasnik Hrvatskog naravoslovnog društva* iz 1886. godine

iztraživanja kojega teoretičara; jedan pogled u formulu ili koju učevnu knjigu rieša va ga straha, u kojemu se nalazio uslied neizvjestnosti svojega suda, a – čim je u ovom slučaju spašen, te naide opet na neko teoretično iztraživanje, koje na njega pobliže ne spada, to počimlje opet iznovice nekadašnji prezir 'sive' teorije... Medjutim imamo jošte riešiti najvažniju stranu našeg pitanja, naime kako da se udesi obuka na visokih škola, a da se zadovolji što bolje potrebam praktičnog života? Odgovorit ću na to primjerom. Kad se je imala ustrojiti u svrhe praktičnih potreba oko godine 1883. u Austriji i Njemačkoj elektrotehnička obuka, to su se pojavila dva mnienja (*Zeitschrift des elektrotechnische Vereines in Wien*, 1883., str. 169). Nekoji profesori su mislili, da se ima elektrotehnička obuka tako voditi, da bi se slušaoci već na tehničkoj visokoj školi naobrazili za gotove fabričke elektrotehničare, tako da bi bili odmah na svršetku nauka i bez dalnje prakse osposobljeni, da rade u kojem elektrotehničkom zavodu samostalno kano upravljajući ingenieuri. Opet drugi su mislili, da bi imala elektrotehnička obuka na visokoj školi postići samo onaj stupanj naobrazbe, koji bi bio dovoljan, da budu učenici poslie kratke prakse za samostalan rad osposobljeni. Na sreću stoji ovim mnienjem nasuprot složan sud najkompetentnijih praktičnih stručnjaka, i možemo se sa podpunim uvjerenjem priključiti izreci muža, kojega moramo smatrati kano najmjerodavniji auktoritet medju

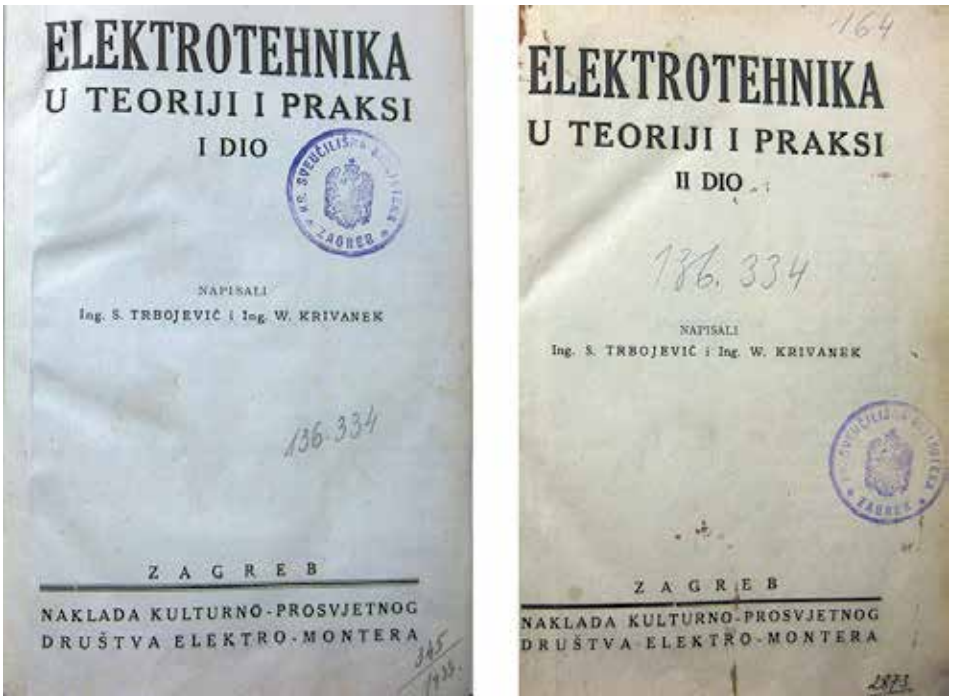
Slika 11.: Rektor Vinko Dvořák

njemačkimi elektrotehničari. Isti se je izjavio u razgovoru ovako: 'Jednom riečju, mladi ljudi imadu na visokih tehničkih škola iz elektrotehnike ono učiti, što si ne mogu više kod nas u tvornici naknadno pribaviti; treba kad k nama dolaze, da znadu mjeriti, da znadu računati i da su im načela jasna.' *Dalnje ne spada više na zadaću visokih škola, niti se može tamo tako, kako mi trebamo, postići.*"

Razmotrimo razvitak pronalaska papira i pisaljke u Hrvatskoj. Na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće, u Zagrebu je od 1900. živio Slavoljub Eduard Penkala (1871. − 1922.). Bio je ne samo suvremenik Nikole Tesle nego i poznati izumitelj. Od više od 80 pronalazaka posebno se ističu neki povezani s pisanjem. To su automatska mehanička olovka (tzv. penkala, 1906.), nalivpero s čvrstom tintom (1907.) i ebonit za proizvodnju mehaničkih olovaka i gramofonskih ploča (1908.) Pronalaske je proizvodio u tvrtki *Penkala-Moster d. d.*, koja je između 1912. i 1926. bila jedna od najvećih tvornica u svijetu (800 radnika) za proizvodnju pisaćeg pribora. Tvornica se nalazila u Zagrebu, a danas je njezina zgrada u ruševnom stanju na lokaciji Branimirova ulica 43 [25].

U Zagrebu je 1919. osnovana Tehnička visoka škola, koja je 1926. prerasla u Tehnički fakultet u sastavu Sveučilišta. Kako bi se pojačalo temeljno tehničko znanje, uspostavljeno je skladno i plodonosno međudjelovanje teorije i prakse.

Slika 12.: Slavoljub Eduard Penkala i njegova mehanička olovka



Slika 13.: Knjiga kao priručnik za teoriju i praksu elektrotehnike

Drugi naš poznati stručnjak, elektrostrojar Miroslav Plohl (1881. − 1939.), profesor na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 1939. upozorava na neopravdano bogaćenje pojedinaca (prilikom elektrifikacije kućanstava), na štetu šire javnosti, zalažući se na taj način za univerzalnost dobra koje bi se trebalo na sve odnositi [26]. Ne samo da je bio suvremenik Nikole Tesle nego je bio toliko zauzet za najsiromašnije da je poput Tesle smatrao da taj važni tehnički pronalazak pripada čitavom čovječanstvu.

U promatranom razdoblju razvitka prirodoslovlja i tehnike od gotovo 200 godina (tj. od 1801. do 2000.), uočava se njihovo povezivanje. U svijetu teorija prirodoslovlja i tehnike uzima maha u XIX., a u Hrvatskoj tek u XX. stoljeću. Misaona odsutnost povezanosti prirodoslovlja i tehnike javlja se u svijetu u XIX. stoljeću. Slično je kad se govori o njihovu odnosu prema vlastitim prošlostima. No, opći je dojam da je u promatranom razdoblju riječ o vrlo jakoj povezanosti jer tehnika ima svoju teoriju, pronalasci su jednostrano povezani s prirodoslovljem i međusobno potiču razvitak i tehnike i prirodoslovlja. Tadašnji su pronalasci izazvali velike povijesne promjene, koje bi se mogle obilježiti kao revolucionarne, a masovna proizvodnja pronalazaka jako je povećana.

Zaključak

Pri povijesnom promatranju odnosa tehnike i prirodoslovlja uglavnom je uočavana uzajamna povezanost. Iako se smatra da to postoji i danas, povijesna analiza razvitka tehnike i prirodoslovlja pokazuje da je povremeno primjetan i izostanak povezanosti. Stječe se dojam da počeci tehnike i prirodoslovlja nemaju povezanost. To se također uočava u novije doba, kad je bilo riječi o njihovu odnosu prema vlastitim prošlostima. Prirodoslovlje je manje sklono pucanju veza između prošlosti i sadašnjosti nego što je to sklona tehnika koja selektivno, nemilosrdno i dosljedno uništava svoju prošlost. Pokazano je da se teorija i praksa u tehnici i u prirodoslovlju neprestano plodonosno povezuju, posebno u XIX. i XX. stoljeću.

Literatura

[1] Tomislav Premerl: Humanizam i tehnika, str. 7-9., *Sveučilište u Zagrebu, Tehnički fakulteti 1919. − 1994*., Zagreb, 1994.

[2] Zvonko Benčić: Tehnika, zaštita okoliša i zdravlja − prikaz knjige autora Igora Čatića, *Automatika* 49 (2008), 3-4. str. 181-183.

[3] Igor Čatić: Na kukuruzni pogon? Zašto će biti sve više biogoriva, a sve manje hrane.

[4] Tonči Matulić: Primjena i razvoj tehničkih znanosti s gledišta kršćanske etike, *Zbornik radova raspravnog skupa Etika u primjeni i razvoju tehničkih znanosti održanog 3. lipnja 2005. u Zagrebu*, str. 23-28.

[5] Ivan Supek: *Posljednja revolucija*, Stvarnost, 1965.

[6] Fred Hoyle: *Astronomija*, Split, Marjan tisak, 2005.

[7] Ludwig Darmstaedters: *Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*, Berlin, Verlag von Julius Springer, 1908.

[8] *Svijet oko nas*, enciklopedija za djecu i omladinu, I. i II. svezak, Školska knjiga 1964., 1965.

[9] *Ilustrirana povijest svijeta*, Stvarnost, Zagreb, 1970.

[10] *Benediktinci i stvaranje europske kulture*, Verbum, Split, 2008.

[11] Jane Werner Watson: *Svijet nauke*, Školska knjiga, 1969.

[12] Ivan Supek: *Od antičke filozofije do moderne nauke o atomima*, Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 1946.

[13] Krešimir Čolić: Ruđer Bošković – veliki geoznanstvenik, napose sjajan geodet i dijelom geofizičar, *Hrvatski znanstveni zbornik*, Zagreb, 1993., str. 151-174.

[14] Žarko Dadić: *Egzaktne znanosti u Hrvata u doba kulturnog i znanstvenog preporoda*, Izvori, Zagreb, 2010.

[15] *Historija čovječanstva, kulturni i naučni razvoj*, *Devetnaesto stoljeće*, urednik: Charles Moraze, sv. 5/knj. 1, Naprijed, Zagreb, 1976.

[16] Dr Slavoljub Dubić: *Uvođenje u naučni rad*, Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo, 1970.

[17] Branko Hanžek, Alemko Gluhak: *Nastavna i znanstvena motrenja i mjerenja*, Deseti hrvatski simpozij o nastavi fizike, Zadar, 27.-29. travnja 2011.

[18] *Leksikon radija i televizije*, gl. ured. Božidar Novak, Masmedia, Zagreb. 2006.

[19] Dragan Roller: *Informatički priručnik za nastavu i praksu*, Informator, Zagreb, 1996.

[20] Nina Lipljin, Ljiljana Milijaš, Igor Kos, Tamara Srnec, Ljiljana Zvonarek, Toma Gvozdanović, Zoran Ikica,: *Informatika / računalstvo*, Pro-mil, Varaždin, 2003.

[21] Mladen Martinis, Vladis Vujnović, Vladimir Paar: *Fizika, valovi i čestice*, Školska knjiga 1987., str. 5-51 A do 5-56 A.

[22] Žarko Dadić: Razvitak i djelovanje Hrvatskoga prirodoslovnog društva od njegova utemeljenja godine 1885. do danas, *Spomenica HPD 1885 − 1985*, Zagreb, 1985.

[23] Branko Hanžek, Ivo Soljačić: Akademik Vilko Niče (1902 − 1987.), *Zbornik radova 23. Znanstvenog skupa Nijemci i Austrijanci u hrvatskom kulturnom krugu*, Osijek, 5.-7. 11. 2015., str. 39-52.

[24] Zvonko Benčić, Branko Hanžek: Što bi rektor Vinko Dvořák rekao o Bolonjskom procesu? *Automatika* 52(1), 68-71, 2011.

[25] Zvonko Benčić: Kultura pamćenja povijesti, *Strojarstvo*, 51(6), 676-681, 2009.

[26] Miroslav Plohl: I najsiromašniji moraju dobiti električnu struju, *Hrvatski dnevnik*, 10. ožujka 1939., str. 7.

Connecting Engineering and Science

Branko Hanžek

Abstract: A possible vision is presented of an historical analysis connecting engineering and science as well as their connections as they progress. An insight is given into the synthesis of engineering and science of well-known key moments such as, for example, the invention of the steam engine. At the same time a synthesis is presented of the technical discoveries of paper and pens. The discussion is divided into three epochs: Ancient History, the Medieval Period and the Renaissance, the Modern Era. Some of those who promoted the advance of specific technical inventions are mentioned. Regarding the lack of a connection between engineering and science, the times when this was noted are pointed out. The absence of a connection was observed in the initial stages and when one's own history is neglected. The relationship between theory and practice is also considered in terms of both engineering and science.

Keywords: connecting engineering and science, development of engineering and science, synthesis, development of paper and pen, neglecting of history of engineering and science, theory and practice of techique and science

Alfredo Višković

Europska integracija i nova paradigma konkurencije: reformirati elektroprivredna poduzeća

Sažetak: Europa, već zahvaćena promjenama prouzročenim padom potražnje električne energije, porastom udjela obnovljivih izvora energije i prekomjernih kapaciteta, nastoji reagirati mijenjajući pravila funkcioniranja elektroenergetskog tržišta. Bilo na nacionalnoj, bilo na europskoj razini, pravila se moraju mijenjati, a novi pojam virtualne elektroprivrede (engl. *virtual power plants*) mogao bi iz temelja promijeniti scenarije elektroenergetskog sektora nudeći nove prilike elektroprivrednim poduzećima, ali i olakšavajući pojavu novih aktera. Sve u svemu, scenarij je vrlo otvoren. i nije isključeno da će u Europi u idućih deset godina neke elektroenergetske kompanije nestati s tržišta.

Ključne riječi: tržište električne energije, virtualna elektrana, elektroprivreda

Uvod

Tijekom protekla dva desetljeća ESI organizacijski model (engl. *electricity supply industry*), koji se razvijao u Europi u proteklih pedeset godina, doveden je u pitanje iz tri razloga:[1]

[1] Visković A., *Elektroenergetika zemalja Europske Unije u devedesetima: Uloga države u eri privatizacije*, Kigen, Zagreb, 2005.

1. ponovnog pokretanja procesa europske integracije
2. širenja uvjerenja da i elektroprivredni sektor može biti konkurentan te da će konkurentnost dovesti do boljih rezultata i suradnje
3. širenja provedbe privatizacije.

Za prvu promjenu zaslužna je činjenica da se opskrba električnom energijom više nije smatrala domenom svake zemlje. Gotovo su čitavo stoljeće središnje ili lokalne vlasti bile odgovorne za reguliranje ESI-ja. U stvari, čak i nakon osnivanja Zajedničkog tržišta 1957. godine, elektroindustrija je bila isključena iz bilo kakvog sudjelovanja. Sedamdesetih je godina Europska ekonomska zajednica (EEZ) pokušala s odlučnijom energetskom politikom s ciljem poticanja energetske neovisnosti zemalja članica, te je izdvojila resurse (nuklearne i ugljen) koje je svaka zemlja sama trebala razviti.[2]

To je okončano Jedinstvenim europskim aktom iz prosinca 1985. godine, koji je dao novi zamah Europskoj uniji (EU). Radni dokument Odbora o unutrašnjem tržištu energije iz 1988. godine doveo je u pitanje koncept nacionalne sigurnosti energije te nacionalne raspodjele mrežne industrije. Uskoro se tvrdilo da principe slobodne trgovine i prava osnivanja, koji su primjenjivani na ostalu robu i usluge, treba primijeniti i na elektroprivredu. Sukladno Direktivi o slobodnom tranzitu (90/547/EEZ) i transparentnosti cijena (90/337/EEZ), Odbor je izdao 1992. godine prvi prijedlog direktive o električnoj energiji. U njemu je jasno naveden princip slobodne trgovine među zemljama članicama EEZ-a te pravo pristupa mreži i trećih zemalja. Iako je rasprava između zemalja članica trajala dugo i uključivala velik broj kompromisa, direktiva je stupila na snagu u prosincu 1996. godine. Konačni je tekst uglavnom slijedio početne smjernice i obvezivao je zemlje članice da napuste ideju 'nacionalne suverenosti' nad električnom energijom.

Poticaj Europske unije temeljio se na još jednom principu o kojem se nije govorilo naglas: manje uplitanja vlade i više tržišta. Već je 1991. godine Odbor kritizirao politiku ESI-ja koju su usvojile zemlje članice:

> "Zajedničko svojstvo elektroprivrednog sektora u većini zemalja zajednice jest zakonski ili stvarni utjecaj vlade na način rada sektora putem zakonskih ili drugih odredbi.
>
> Utjecaj države na sektor u prvom redu škodi kontroli investicija, zajedno s različitim drugim aspektima načina rada sektora, kao na primjer kontroli tarifa električne energije.
>
> S ciljem održanja stabilnosti i zaštite malih potrošača, uputno je ostaviti zemljama članicama mogućnost da nastave provoditi drugostepenu

[2] Carrie J., La politique énergétique de la Communaute economique européenne, *Revue de l'Énergie*, Janvier, 311:17-23, 1979.

> kontrolu tarifa. Međutim, u svim drugim aspektima utjecaj države prelazi granicu onoga što se smatra posebnim pravom državne vlasti s obzirom na poduzetništvo. Politička ograničenja aktivnosti često su prevelika i neugodna (...).
>
> Razvoj sektora nije se odvijao u transparentnom okružju. Ograničenja vezana za investicije i lokaciju ponekad su nepremostiva zbog višestrukih problema s kojima se poduzetnici suočavaju. Odabir primarnih izvora je nametnut. Prevelik utjecaj države onemogućuje pokretanje projekata koji bi zadovoljavali potrebe regija koje se nalaze s obje strane granice. Stoga je veoma važno da se elektroprivrednom sektoru da komercijalna sloboda koja mu je potrebna kako bi se prilagodio budućem tržištu. Sloboda je neophodan faktor za usklađivanje uvjeta u kojima poduzetnici djeluju." (Odbor EU, 1992., str. 14).

Promjena politike postala je sve izraženija. Iako je cilj državne intervencije tradicionalno bio jamčiti sigurnost isporuke, u aktu *White Paper*, koji je usvojen 1996. godine, rang-lista prioriteta energetske politike glasila je: poticanje efikasnosti i slobodnog tržišta, održivosti okoliša i, tek na kraju, sigurnosti opskrbe. To se odrazilo i u Direktivi 96/92 EC o unutrašnjem tržištu električne energije, koja daje apsolutnu prednost poticanju konkurencije i slobodne trgovine gdje god je obveza državne djelatnosti ostavljena kao izbor zemalja članica, sve dok one jamče da će određeni dio tržišta električne energije ostati otvoren. Drugim riječima, direktiva u potpunosti prihvaća da se elektroprivredna djelatnost promatra kao svaka druga djelatnost u kojoj se efikasnost potiče konkurencijom umjesto suradnjom.

Treća promjena nije uvjetovana inicijativom Europskog odbora, nego promjenom javnog mišljenja koje se sve više priklanjalo privatnoj inicijativi a protivilo državnim poduzećima, odnosno direktnoj vladinoj intervenciji u javnim djelatnostima. To je pitanje, nema dvojbe, kontroverzno. Prema ekonomskoj teoriji, privatne kompanije daju rukovodiocima veći poticaj za ostvarivanje efikasnosti i profita.[3] Međutim, prema empirijskim studijama, privatne elektroprivredne kompanije, kad su regulirane na jednak način, ne posluju bolje od državnih. Nasuprot tome, čini se da je suprotno bliže istini.[4] Iako nema dokaza da privatna poduzeća pružaju bolju uslugu, davanje prednosti privatizaciji, što je u početku podržavala, a poslije i sustavno primjenjivala vlada Margaret Thatcher u Velikoj Britaniji, očitovalo se i u mnogim drugim zemljama. Tako su, na primjer, Portugal, Španjolska, Italija i Njemačka djelomično ili u potpunosti privatizirali elektroprivredni sektor, a očekuje se da će ih slijediti i druge zemlje.

[3] Vickers i Yarrow, *Privatization: An Economic Analysis*, The MIT Press, Cambridge, 1988.

[4] Pollitt, M. G., *Ownership and performance in electric utilities*, Oxford University Press, Oxford, 1995.

Teoretsko objašnjenje ove 'skupne' promjene dijelom je "institucionalni izomorfizam"[5], ali još više velika povezanost privatnog vlasništva i liberalizacija tržišta. Nadalje, čini se da su političke i proračunske pretpostavke glavni razlozi zašto se zemlje odlučuju privatizirati državne djelatnosti i druge aktivnosti.[6] Na primjer, analiza razloga uvođenja privatizacije u Velikoj Britaniji pokazala je da su mikroekonomski ciljevi (i očekivano povećanje efikasnosti) bili manje važni od makroekonomskih (smanjenje javnog deficita), a posebno od političkih (uklanjanje političkih elemenata iz korporativnih odluka, slabljenje sindikata, širenje udjela).[7]

Pitanje privatizacije zasigurno utječe, ili je utjecalo, samo na one zemlje u kojima su elektroprivredne kompanije bile u vlasništvu općina ili države. S obzirom da su te zemlje često nacionalizirale elektroprivredni sektor u prijašnjem razdoblju, problem promjene vlasništva pridodan je onom postizanja konkurentnosti i stvaranja višestrukih subjekata radi osiguranja konkurentnosti. Kao što možemo vidjeti, nije upitan prijelaz s državnog u privatno vlasništvo, nego to uključuje složeniji problem koje kreatori politike moraju riješiti s obzirom da ne postoji neki čaroban broj kompanija koji će jamčiti da će tržište električne energije uvijek ispravno funkcionirati.

S druge strane, postoji opća tendencija da industrijski i uslužni sektori koncentriraju svoje aktivnosti putem spajanja i kupnje te redefiniraju granice sektora. Mnoge američke i europske elektroprivredne kompanije postaju globalne preuzimanjem ili kontrolom drugih kompanija.[8] Mnogi od njih čak i tvrde da će se europski (i svjetski) elektroprivredni sektor pretvoriti u oligopolističku industriju koju će kontrolirati šačica velikih međunarodnih kompanija. U tom procesu koncentracije bit će važna početna veličina kompanija i njihova opskrba tržišta. Kako stvari stoje, čini se da je ekonomski nacionalizam još uvijek jak u nekim europskim zemljama. Neke vlade ne žele napustiti stari koncept industrije koju štiti država te ukinuti monopol nad električnom energijom jer se plaše inozemnih preuzimanja i gubljenja kontrole nad tim vitalnim sektorom. U stvari, kad je Velika Britanija počela privatizaciju državnih poduzeća, uvela je i takozvanu 'zlatnu dionicu', koja garantira vladi posebno pravo interveniranja u korporativno upravljanje za vrijeme prijelaza iz društvenog vlasništva na djelomično ili potpuno privatizirane kompanije. Unatoč tomu, slučaj Velike Britanije dokazuje da je teško izbjeći preuzimanje državnih elektroprivrednih poduzeća. Španjolska i Italija nedavno su uvele mjere za restrikciju prava glasa u elektroprivrednim kompanijama ako je potencijalni kupac javna kompanija

[5] Midttun, *European Electricity System in Transition*, Elsevier, str. 32, London, 1997.

[6] Siniscalco i dr., *Privatizzazioni difficili*, Il Mulino, Bologna, 1999.

[7] Surrey, J., *The British Electricity Experiment*, Eardhscan, London, 1996.

[8] Finon i Serrato, La diversité des stratégies des entreprises électriques américaines face à la libéralisation du marché électrique, *Revue de l'Énergie*, 513, 2000.

izvan popisa. Ostaje nam da vidimo hoće li ta mjera biti ne samo zakonska, nego i efektivna u sprečavanju kompanija poput EdF-a da se šire u Europu. Što se tiče redefiniranja granica sektora, vidimo da su elektroprivredne kompanije ušle i u druge sektore (telekomunikacije, plin, voda...), jednako kao što su druge kompanije koje tradicionalno djeluju u drugim područjima ušle u elektroprivredni.[9]

Zadnji element koji je doveo do restrukturiranja elektroprivrednog sektora jest tehnološka inovacija. Prvi put otkad je uvedena elektroindustrija, 'ekonomija skale' u proizvodnji ne samo da je stala, nego je doživjela preokret. Postrojenja koja koriste kombinirani ciklus s energentom plinom imaju nižu minimalnu stopu efikasnosti od nuklearnih ili postrojenja koja koriste ugljen, a njihovi troškovi više ovise o varijabilnim inputima. Drugo, razvoj informatičke tehnologije na strani opskrbe (daljinsko upravljanje proizvodnim postrojenjima) i potražnje (mjerenje, regulacija opterećenja) u znatnoj je mjeri smanjio troškove transakcija koje ometaju tržišno orijentirane sustave u usporedbi s dugoročnim vlasništvom ili ugovornom integracijom. Sve su te promjene smanjile troškove otvaranja elektroprivrednog sektora prema slobodnom tržištu te učinile model vertikalno integrirane elektroindustrije manje atraktivnim. Dugoročno gledano, može se pokazati efikasnim kreiranje mreže malih proizvodnih postrojenja raštrkanih širom zemlje (tzv. 'distribuirane proizvodnje').[10]

Taj inovativni koncept još uvijek nije u potpunosti operativan te je njegov utjecaj bilo teško predvidjeti. Dvadesetljetno iskustvo ukazuje da treba reformirati elektroprivredna poduzeća.

1. Reformirati elektroprivredna poduzeća

"Naš model poslovanja se raspada: nalazimo se pred najgorom strukturnom krizom u povijesti. Počinili smo neke pogreške. Kasno smo ušli na tržište obnovljivih izvora energije, možda i prekasno." Tako je govorio Peter Terium, upravitelj RWEE-a, drugog najvažnijeg njemačkog elektroprivrednog poduzeća koje je 2013., prvi put u 60 godina, zabilježilo znatne gubitke. Nije jedini koji sam sebi upućuje kritiku, iako drugi njegovi kolege i dalje krive obnovljive izvore, smatrajući ih odgovornim za krizu prihoda i strategija. Ali, pogledajmo kako se s vremenom promijenila percepcija elektroenergetskih kompanija o ulozi čistih energija.

[9] Chevalier, *The deregulation of natural gas and power industries in Europe*, Economia delle fonti di energia e dell'ambiente, Milano, 2000.

[10] Petrie i dr., Distributed generation in developing countries, Cospp Vol. 2., 2001.

U prvoj fazi, prije dvadesetak godina, novi obnovljivi izvori, koji su se tek pojavili na energetskoj sceni, bili su posve marginalna opcija, ali su bili privlačni i uživali su neospornu potporu javnosti. Neke velike grupacije realizirale su ogledne primjerke postrojenja poput ukrasa za pokazivanje, ne dajući im pritom nikakvu stratešku vrijednost, nimalo ne ugrožavaju energetski biznis i mogu biti korisni za imidž. Enel je, tragajući za svojom energetskom strategijom između plina i ugljena nakon napuštanja nuklearne energije, 1995. u mjestu Serre izgradio fotonaponsku elektranu od 3,3 MW, koja je tad bila jedna od najvećih na svijetu.

U kasnijoj su fazi obnovljivi izvori već stasali pa su tako u nekim zemljama unosna aktivnost zahvaljujući ekonomskoj potpori vlada. Nekolicina velikih energetskih operatera odlučuje uključiti u svoj portfelj zelene tehnologije kao pobjedničku opciju po pitanju prihoda. Štoviše, u nekim je slučajevima sektor obnovljivih izvora energije jedini koji gura i povećava prihode poduzeća, dok su druga postrojenja prisiljena smanjiti proizvodnju. Konačno, dolazimo do trenutačne faze, vrlo konfliktne, u kojoj turbulentni razvoj zelenih energija ugrožava termoelektrane. Za neka, pomalo neoprezna elektroprivredna poduzeća, postoji rizik ispadanja s tržišta, dok druga pokušavaju radikalno promijeniti svoje modele poslovanja.

U svojoj knjizi Hermann Scheer vrlo jasno anticipira konfliktne odnose koji će se odviti između elektroprivrednih poduzeća i zelenih tehnologija, izražavajući skepticizam glede njihova uključivanja: "Budući da se energetska promjena mora dogoditi ubrzano, ne može ovisiti o onima kojima je u ekonomskom interesu zaustaviti ju."[11] Ali, nije rečeno da će biti tako.

2. Destabilizacija europskog elektroenergetskog tržišta zbog obnovljivih izvora energije, posebice solarne energije

Europsko elektroenergetsko tržište destabilizirano je velikim dijelom zbog obnovljivih izvora energije, posebice solarne energije. Različita izvješća istaknula su spiralu koja bi mogla nastati između porasta broja solarnih uređaja i porasta troškova za električnu energiju: s porastom samostalno proizvedene energije opća davanja raspoređuju se na manju količinu prodane električne energije. Ali, veće cijene električne energije čine atraktivnijim ulaganja u solarnu energiju, dodatno smanjujući broj korisnika koji plaćaju. *The unsubsidised solar revolution* (studija koju je proveo UBS, glavna švicarska bankarska grupa),

[11] Scheer, H., *Der energethische Imperativ: 100% jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist*, Kunstman, 2010.

dobro opisuje taj scenarij analizirajući slučaj Njemačke, Španjolske i Italije. Njemačka situacija posebno je kritična za visoke cijene električne energije: prema studiji, do 2020. godine moglo bi biti instalirano 20 TWh bez poticaja, koji će se zbrojiti s 52 TWh uz poticaje; u tom scenariju profiti elektroenergetskih kompanija će se raspoloviti.[12]

Još jedno izvješće zanimljivog naslova *Disruptive challenges*, koje je sastavila udruga američkih elektroprivrednih poduzeća koja kotiraju na burzi,[13] upozorava na rizike koje bi mogla izazvati solarna energija s druge strane Atlantika. Predviđa se progresivno smanjenje klijenata, koji privučeni solarnom energijom i akumuliranjem mogu smanjiti ovisnost o mreži.

Vraćajući se na solarnu energiju, kako reagiraju elektroenergetske kompanije u Njemačkoj, gdje udio potražnje zadovoljene solarnom energijom doseže 6 %. Anketa od prije nekoliko godina provedena među upraviteljima vodećih njemačkih elektroprivrednih poduzeća istaknula je znatno podcjenjivanje "prijetnje" fotovoltaika, koji se smatraju preskupim i, s obzirom na malu veličinu postrojenja, nepovoljnim u smislu modela poslovanja. Ustvari, 2013. samo je 14 % obnovljive energije i 3 % solarne energije bilo u vlasništvu njemačkih elektroenergetskih kompanija. Ali, ta se situacija mijenja.

3. Elektroprivredna poduzeća moraju se prilagoditi novoj situaciji. O toj promjeni ovisi hoće li preživjeti

Situacija se promijenila na više razina i ugrožava brojne elektroenergetske kompanije, posebice u Europi. Tehnologije obnovljivih izvora energije po sve manjim cijenama i novi izdržljivi konkurenti, slaba potražnja i stroge ekološke normative potpuno su doveli u pitanje stabilan model. O razornoj ulozi obnovljivih izvora energije već se govorilo. Prodoru zelene proizvodnje treba priključiti i usporavanje ili čak pad potražnje za električnom energijom. Dok je polovinom prethodnog stoljeća godišnja potražnja rasla za 8 % a u idućim desetljećima porast iznosio 2-3 %, u budućnosti se predviđaju stope manje od 1 % u Sjedinjenim Američkim Državama i 0,5 % u Europi. U nekim zemljama, kao što je Italija, ne očekuju se varijacije u potražnji, dok se u drugima, kao što su Njemačka i Velika Britanija, predviđa pad potražnje.[14] Tom scenariju pridonose, osim aktualne ekonomske krize, visoka cijena električne energije i raširenost učinkovitih rješenja, od rasvjete do kućanskih aparata.

[12]Hummel, P. et al, *The unsubsidied solar revolution, 2013.*, UBS, 2013. (www.qualenergia.it).

[13]Kind, P., *Disruptive challenges: financial implications and strategic responses to a changing retail electric business*, Edison Electric Institute, 2013.

[14]Eurelectric, *Power statistics & trends 2013*, 2013.

Dakle, što se tiče potrošnje, perspektive nisu ohrabrujuće. Između 2007. i 2013. godine europska potražnja za električnom energijom pala je za 4 %. Na primjer, u Italiji se potrošnja 2015. vratila na vrijednosti iz 2003. godine, s padom od 7 % u odnosu na podatke iz 2007. godine. Riječ je, uostalom o općenitom trendu prisutnom u elektroenergetskom sektoru: u Italiji se potrošnja plina smanjila za 22 % u odnosu na 86 milijardi kubnih metara iz 2005., a za to smanjenje od 2/3 zaslužni su obnovljivi izvori energije.[15] Na potražnju u mreži dodatno će utjecati sve veća samostalna proizvodnja. Trećina američkih poduzeća i 16 % njemačkih samostalno proizvode određenu kvotu potrošene energije, a taj će postotak biti sve veći.

U igru ulaze i druge varijable: normativi o okolišu, koji će u Sjedinjenim Američkim Državama nametnuti elektroprivrednim poduzećima ulaganja desetaka milijardi dolara, a u Europi predviđaju naplatu vezanu uz emisije ugljikova dioksida; kriteriji nuklearne sigurnosti, uz nametanje skupih intervencija nakon nesreće u Fukushimi (10 milijardi eura samo za francuske reaktore).

Treba promotriti i pouzdanost usluge mreža. U Sjedinjenim Američkim Državama usluge su skromne, s pogoršanjem prouzročenim utjecajem klimatskih promjena. Intenzitet i snaga uragana, vihori, jake snježne oborine, poplave i toplinski udari udvostručili su prekide struje, s prosjekom od stotinjak isključenja godišnje.[16] Svaki dan zahvaćaju pola milijuna Amerikanaca, dok šteta prelazi 100 milijardi dolara godišnje[17]: ti nedostaci obvezuju na velika ulaganja u mrežu, što sa sobom nosi porast računa koji može biti samo dodatni poticaj za distribuiranu proizvodnju.[18]

Zaključno: elektroenergetska društva moraju se prilagoditi posve novoj situaciji. Sve do prije nekoliko godina brojna su navedena društva držala monopol, a neka od njih još uvijek žive u tom zaštićenom balonu. Sad se moraju suočiti s tisućama konkurenata. Moraju se pripremiti kako bi branila tržišnu poziciju i po mogućnosti osvojila još mjesta na tržištu. Promjena nije stvar odabira. O promjeni ovisi hoće li preživjeti.

[15]Potrošnja je 2015. zabilježila porast, dosežući 67,5 mld/m^3

[16]Campbell, R. *Weather-related power outages and electric system resiliency*, Congressional Research Service, 2012.

[17]Isključenja u mreži mogu imati vrlo skupe posljedice. Zbog prekida od 0,4 sekunde, tvornica Toyota morala je reprogramirati sve robote gubeći tri mjeseca rada, što ju je stajalo pola milijarde dolara.

[18]O tom pitanju javlja se zanimljiva razlika između dviju obala Atlantskog oceana. Pouzdanost europske mreže je bolja i zemlje koje imaju kvalitetniju uslugu upravo su one s većom proizvodnjom iz solarne i energije vjetra poput Njemačke, Danske i Italije. Naravno, tim mrežama bit će potrebna značajna ulaganja za prelazak na pametnu mrežu, ali činjenica da su pouzdane dokazuje da se može sa sigurnošću upravljati i visokim udjelima obnovljivih izvora energije koje nije moguće planirati.

4. Zalaganje elektroprivreda za obnovljive izvore energije bilo je minimalno, dok postojeće elektrane postaju dinosauri budućeg elektroenergetskog sustava

Utjecaj obnovljivih izvora energije u nekim se zemljama vrlo jasno manifestira. Jedan primjer, koji ima tendenciju ponavljati se, proizlazi iz negativnih kotacija kilovatsata na njemačkom tržištu. Što se, ustvari, događa na burzi električne energije? Povećan udio zelene energije s prioritetom pristupa mrežama prisiljava elektroprivredna poduzeća na plaćanje, kako bi iz mreža preuzela proizvedenu električnu energiju, jer se elektrane ne mogu zaustaviti.

Podcjenjivanje porasta udjela obnovljivih izvora energije uz pad potražnje za električnom energijom i izgradnju prevelikog broja novih elektrana stvorilo je idealne uvjete za "oluju svih oluja". Ustvari, u brojnim europskim zemljama elektrane rade sve manje i njihovo održavanje često postaje neisplativo. Brojne elektrane na kombinirane plinske cikluse, programirane da rade više od 5000 sati godišnje, ne uspijevaju premašiti 1000 − 2000 sati, čime uvelike smanjuju prihode društva.

Što se tiče budućnosti, perspektive su neizvjesne. Jedno izvješće švicarske banke UBS predstavlja ultimativne scenarije. "Elektrane će biti dinosauri budućeg energetskog sustava. Prevelike, nedovoljno fleksibilne, dugoročno neće biti relevantne niti kao sustavi podrške mreži. Od 2025. godine svatko će biti u mogućnosti proizvoditi samostalno i skladištiti električnu energiju koja će biti zelena i konkurentna."[19] Ali ta procjena ne vodi računa o mogućnosti da elektroprivredna poduzeća odlučno uđu u sektor, sa solarnim elektranama koje ekonomski mogu konkurirati decentraliziranim postrojenjima, ili kroz 'kvartovska' skladištenja kao podršku distribuiranoj solarnoj energiji.

Od 2008. godine kotiranja na burzi 20 najvažnijih europskih elektroprivrednih poduzeća su se prepolovila, gubeći na vrijednosti više od 500 milijardi eura,[20] dok su američka elektroprivredna poduzeća prešla s financijskog rejtinga AA iz 70-tih godina prošlog stoljeća na aktualni BB. Kako bismo shvatili dubinu krize, dovoljno je uzeti u obzir činjenicu da je deset vodećih europskih elektroprivrednih poduzeća ugasilo ili stavilo na *stand-by* desetke elektrana, sveukupne snage 50 000 MW.

Talijanski Enel gasi 23 postrojenja snage 13 000 MW, a u Njemačkoj se događa da i najnovije elektrane ne počinju raditi. To je slučaj elektrane na ugljen Westfalen-D, koja je stajala 1,1 milijardu dolara i nije nikad pokrenuta zbog toga što su cijene električne energije pale za više od dvije trećine u odnosu na

[19]Clover, I., *World's largest private bank predicts solar − led power revolution*, 2014.

[20]The Economist, *European utilities: how to lose half a trillion Euros*, 2013.

vrijednosti iz 2008. godine.[21] Toj situaciji pridonijela je činjenica da se, upravo dok je počinjao snažan porast električne energije dobivene iz obnovljivih izvora, nakon 2003. godine u Europi izgradilo konvencionalnih elektrana snage 85 GW. To su dobrim dijelom beskorisna ulaganja, posljedica opasne zaslijepljenosti, jer je istodobno zalaganje elektroprivrednih poduzeća za obnovljive izvore energije bilo minimalno.

Samo su se manje tvrtke, poput danske Dong i portugalske EDP, odlučile za uravnoteženija ulaganja i tako spriječile veće štete s obzirom na dobre ekonomske rezultate obnovljivih izvora energije.

A zatim je tu slučaj Enela, koji je stvorivši Enel Green Power smanjio gubitke, upravo zahvaljujući ulaganjima u energiju vjetra i solarnu energiju koja su stigla uglavnom iz inozemstva. Budući da je taj razvoj postao od središnje važnosti za grupaciju, Greenpower je ponovno uključen u Enel. To je znak potpune promjene prioriteta. Kao što je izjavio upravitelj Francesco Starace obraćajući se u jednom intervjuu zaposlenicima grupacije:

> "Umjesto da ulažemo u nekolicinu velikih postrojenja, koja obično zahtijevaju mnogo kapitala i mnogo vremena za puštanje u pogon, odlučili smo izgraditi veći broj manjih postrojenja. Njihova prednost je što je njima lakše upravljati i brže se puštaju u pogon te nam tako omogućuju usmjeravanje našeg djelovanja, bilo po pitanju zemljopisnog položaja bilo tehnologije, ovisno o tome kako će se mijenjati scenariji. Nije važno predvidjeti budućnost, što je često vrlo frustrirajuće, nego izgraditi vrlo fleksibilan mehanizam koji se može brzo preusmjeriti prema potrebama razvoja. Stvaramo tvrtku koja može reagirati, koja je fleksibilnija, stabilnija i kojom je lakše upravljati."[22]

Pozicije velikih grupacija ubrzano se mijenjaju, ali korisno je prisjetiti se njihovih pozicija od prije samo nekoliko godina. U proljeće 2014. godine vodeća europska energetska društva otvoreno su kritizirala politiku EU-a glede obnovljivih izvora energije.[23] Na izjavu Johannesa Teyssena, upravitelja E.ON-a, najveće njemačke elektroenergetske kompanije, kojom tvrdi kako su "(...) potpore obnovljivim izvorima energije dosegnule posve nepodnošljive razine", nadovezao se s druge strane Arizona Public Service koji je lansirao kampanju

[21] Andresen, T., Z. Weixin, This €1 Billion Power Plant May Never Be Switched on, *Bloomberg Business*, 2015.

[22] Starace, F., E, časopis Enela, siječanj 2016.

[23] CEOs of the largest energy companies call for government and state heads to implement immediate and drastic measures to safeguard Europe's energy future.

protiv solarne energije.[24] "Borba je u punom jeku. Moramo se boriti," tvrdio je bez dlake na jeziku glasnogovornik tog društva.

5. U potrazi za novim strategijama: distribuirana proizvodnja energije, prilika za novi razvoj

Kako bismo shvatili moguće buduće razvoje, skoknimo u središte Pacifika, na Havaje. Na tim otocima računi za režije iznimno su visoki jer više od dvije trećine proizvodnje električne energije dolazi iz elektrana na loživo ulje. Ne iznenađuje da je zadnjih godina nastala pomama za instalacijom fotonaponskih uređaja i da je sve veći otpor elektroenergetskih društava. Stoga su lokalne vlasti, zbog prosvjeda građana, odlučile o kompletnom zaokretu poslovanja Hawaiian Electric Companies. U novom scenariju ugovorenom sa strankama, zelena proizvodnja trebala bi porasti s trenutačnih 22 % na 100 % do 2045. godine, a taj ambiciozni cilj povezan je s razvijanjem napredne pametne mreže i istodobnim smanjenjem računa za 20 %.[25]

Brojne tvrtke shvatile su kakva nas budućnost očekuje i iz temelja mijenjaju svoje strategije. Transformacija utemeljena na napuštanju paradigme centralizirane proizvodnje, okretanje obnovljivim izvorima energije i sve veća pozornost usmjerena na finalne korisnike izdvajajući i nova područja intervencije, od upravljanja sigurnošću kuća do zdravstvenih usluga, instalacije optičkih vlakana… Potrebno je stvoriti dodatnu 'vrijednost', pretvarajući korisnike u klijente kojima se mogu ponuditi nove atraktivne prilike.

93 % uprava vodećih elektroprivrednih poduzeća iz cijelog svijeta danas izjavljuje da su uvjereni kako će do 2030. godine njihov model poslovanja biti posve promijenjen.[26] A njih 82 % smatra distribuiranu proizvodnju prilikom za razvoj. Čini se kako su brojne elektroenergetske kompanije prihvatile izazov. Počevši od poruka koje šalju. Tako RWE predlaže: "Sad prijeđi na pametnu energiju. Neka tvoj krov stvara bogatstvo…" i nudi svojim klijentima fotonaponske sustave s akumulatorima. Prema upravitelju RWE-a Peteru Teriumu, "(...) centralizirana proizvodnja gubi svoj primat, a ona distribuirana trebat će nekoga tko će izgraditi mrežu koja može na optimalan način integrirati brojne individualne inicijative," stoga on predlaže da njegova kompanija, uz adekvatnu

[24] Konferencija za novinare deset upravitelja europskih energetskih kompanija protiv europske energetske politike.

[25] Sioshansi F., How Hawaii intends to become 100% renewable by 2045, *Renew economy*, 2015. Posebno je zanimljivo iskustvo jednog otoka arhipelaga Kaua'i na kojem je osnovano društvo za upravljanje lokalnim elektroenergetskim sustavom i koji je 2015. zadovoljavao 37 % potražnje obnovljivim izvorima energije, zahvaljujući i sustavu akumulacije od čak 13 MW/52 MWh.

[26] PWC, *Energy transformation – The impact on the power sector business model*, 2013.

prilagodbu, u tome odigra značajnu ulogu. Počinje se raditi na kvartovskoj razini, predlažući centralizirane sustave skladištenja kao temeljnog čvorišta usluga za okolne stambene zgrade opremljene fotonaponskim sustavima.[27]

6. Potrebna je promjena mentaliteta

Ali promijeniti strategiju nije jednostavno. Potreban je novi pristup klijentima, potrebne su kompetencije koje se obično ne nalaze u tvrtkama, potrebno je promijeniti mentalitet. Nije slučajnost da se zapošljavaju komunikacijski stručnjaci i da se prisvajaju mlade kompanije koje odlikuje tehnološka ili upravljačka inovacija. Kao što smo spomenuli, jedan od pokušaja reforme dolazi od Enela, koji je odlučio promijeniti svoju strategiju otvarajući se novim poslovima. "Mi smo predvodnici triju reformi relevantnih za čovječanstvo: jedna je proizvodnja iz obnovljivih izvora energije, druga je digitalna distribucijska mreža dok je treća elektronička mobilnost," ponosno zaključuje Ernesto Ciorra, upravitelj sekcije za inovaciju i održivost unutar društva.

Neke elektroenergetske kompanije postavile su energetsku tranziciju kao prioritet. To je slučaj američkog NRG-a, neovisnog društva[28] koje nije regulirano kao elektroprivredno poduzeće, ono dakle ima u vlasništvu stotinjak elektrana, ali i vjetroparkova i solarnih pogona, među kojima i termodinamičko solarno postrojenje Ivanpahh od 392 MW, najveće te vrste na svijetu, s trima tornjevima visoka 140 metara. Bivši direktor David Crane odlučio je ustrojiti svoje društvo u tri sektora: jedan za tradicionalne elektrane, jedan za obnovljive izvore široke primjene i treći, najinovativniji − *NRG Home* za stambene zgrade: "Želimo promijeniti našu tvrtku i povezati klijente s njihovim potencijalom za proizvodnju." Kako bi se to ostvarilo, oslanja se na solarnu energiju uz mogućnosti akumulacije. Crane voli provocirati. "Mislim da će se mreža uništiti. Jedino je pitanje tko će biti razaratelj, a tko među otpisanima."[29] Možda se on malo prenaglio: krajem 2015. godine, uslijed velikog pada vrijednosti dionica kompanije, dao je ostavku s mjesta direktora. Vidjet ćemo hoće li i kako nova uprava NRG-a nastaviti s promjenom.

Iz Sjedinjenih Američkih Država dolazi još jedan inovativni prijedlog; govorimo o ponudi Green Mountain Powera, elektroprivrednog poduzeća iz Vermonta, da instalira o svojem trošku Powerwall sustave akumulacije od 7 kW,

[27] Hoium T., How utilities can embrace solare nergy, *The Motley Fool*, 2014. (www.fool.com).

[28] Takozvane IPP (*Independent Power Producer*) društva su koja posjeduju proizvodna postrojenja te prodaju električnu energiju elektroprivrednim poduzećima ili finalnim korisnicima.

[29] McFarland, M., Grid parity: Why electric utilities should struggle to sleep at night, *The Washington Post*, 2014.

koje je uz veliku pompu predstavio *Tesla* 2015. godine. Klijent se obvezuje plaćati 37,5 dolara mjesečno, što je iznos za 50 dolara mjesečno manji od uobičajenog ugovora za tu uslugu, uz uvjet da elektroprivredno poduzeće upravlja akumulacijom. Na taj način Green Mountain Power izvlači iz usluga mreže zahvaljujući akumuliranju prosječno oko 50 dolara mjesečno.[30]

Ali, najveće iznenađenje dolazi iz Europe. Direktor njemačke tvrtke E.ON, Teyssen, koji je samo godinu prije kritizirao previsoke poticaje za obnovljive izvore energije, izjavljuje krajem 2014.: "Mi prvi izvlačimo zaključke iz promjene svijeta energije. Uvjereni smo da će se elektroprivredna poduzeća morati usmjeriti na jedan od dva svijeta energije ukoliko žele biti uspješna." [31] E.ON će se, dakle, razdvojiti na dva društva: jedno, Uniper, usmjerit će se na aktivnosti sektora fosilnih energija i nuklearne energije, dok će se ono društvo u koje se više ulaže i koje će se značajno i dalje nazivati E.ON, posvetiti obnovljivim izvorima energije, učinkovitosti i pametnoj mreži. Ali, postoji sumnja da se tim potezom želi izbjeći da novu tvrtku optereti gašenje nuklearnih elektrana. Sigmar Gabriel, bivši njemački ministar okoliša, daje jasnu izjavu: "Roditelji se moraju brinuti za djecu." I tako se nuklearna energija vratila u novi E.ON. Ustvari, igrom slučaja, upravo će se obnovljivi izvori energije morati u idućim desetljećima pobrinuti za ostatke nuklearne energije…[32]

7. *Teaching the duck to fly*

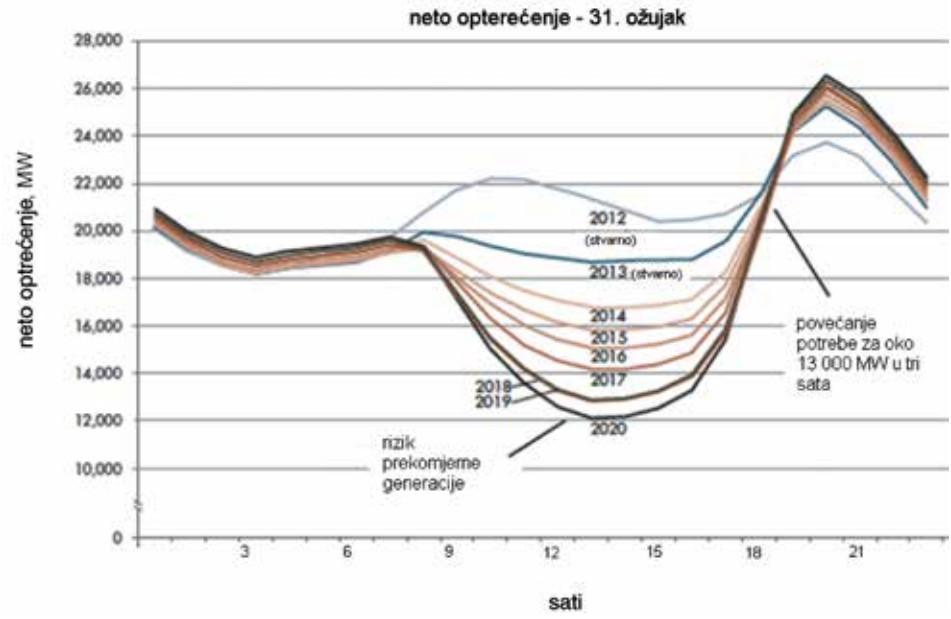
Slogan koji se odnosi na elektroprivredna poduzeća kaže da treba naučiti patku kako letjeti (vidi sliku 1. koja prikazuje znatnu varijaciju potražnje za električnom energijom u Kaliforniji za vrijeme udarnih sati u danu nakon 2010. godine). Ako predstavimo talijansko i njemačko kretanje potrošnje električne energije po satima, a zatim i krivulju dobivenu izuzimanjem energije dobivene iz Sunca i vjetra, dobivamo grafikon koji podsjeća na patku koja pluta na vodi (slika 2.). Takvo kretanje stvara znatne probleme konvencionalnoj proizvodnji u središnjem dijelu dana, ali usvajanje niza određenih mjera može promijeniti profil potražnje i proizvodnje iz obnovljivih izvora energije, pretvarajući ga u profil patke koja leti.[33]

[30] St. John, J., What's the Value of a Tesla Powerwall? $50 per Month, Bets Green Mountain Power, *Green Tech Media*, 2015.

[31] Andresen, T., EON Banks on Renewables in Split From Conventional Power, *Bloomberg Business*, 2014.

[32] Reid, G., *EON's Badly Thought Out* "New Strategy", EC, 2015.

[33] Lazar, J., Teaching the duck to fly, *RAP*, 2014.



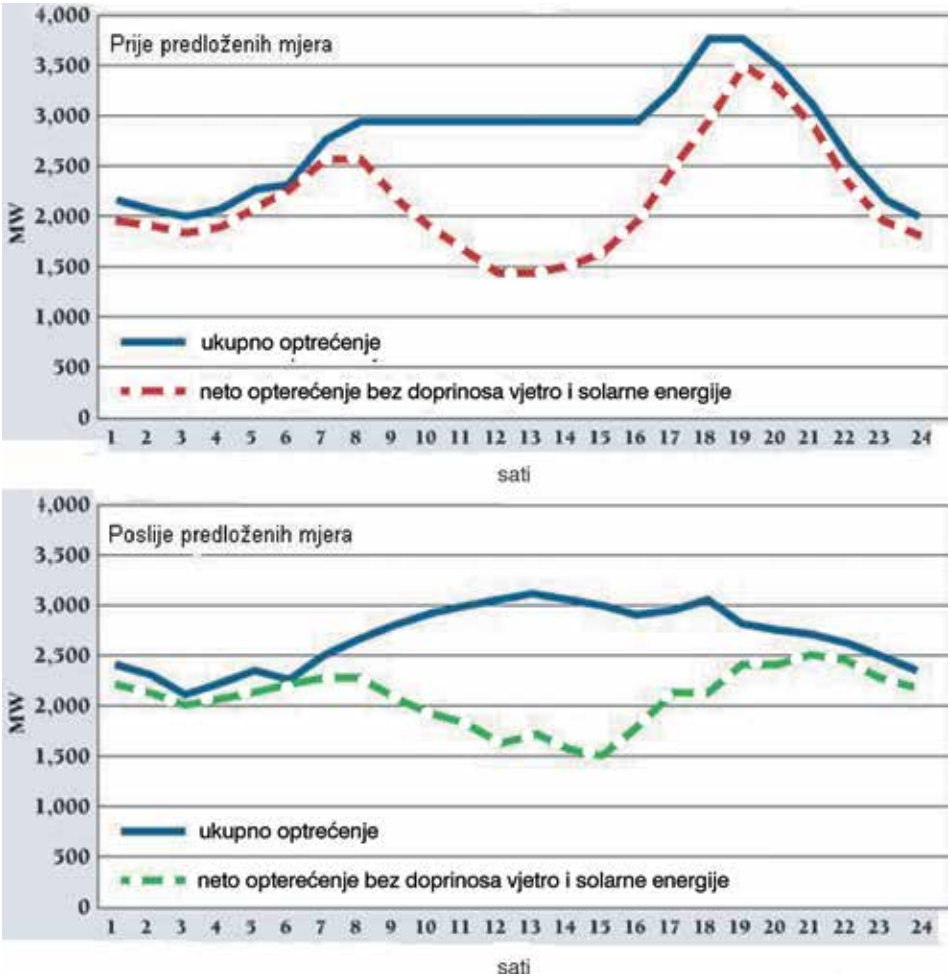
Slika 1.: Varijacija potražnje električne energije

Ali, o kojim je mjerama riječ? Aktivirati intervencije za učinkovitost kad potražnja ujutro ubrzano poraste; usmjeriti prema zapadu fotonaponske uređaje kako bi se povećala solarna proizvodnja popodne; unaprijediti električne bojlere kako bi se smanjila večernja vršna potrošnja; predvidjeti u velikim postrojenjima za klimatizaciju sustave za prikupljanje rashladne energije; uključiti akumulatore; aktivirati programe DR (engl. *demand response*, programi za smanjenje i razlamanje vršne potrošnje, intervenirajući u razdobljima u kojima je trošak proizvodnje veći); na inteligentan način upravljati mrežama koje povezuju različite regije ili zemlje.

Sjedinjene Američke Države imaju dugu tradiciju uključivanja elektroenergetskih društava u politike energetske učinkovitosti. Između 1990. i 2013. godine programi DMS (engl. *demand side management*) jamčili su smanjenje godišnje potrošnje između 50 i 80 TWh (1-2 % sveukupne potrošnje električne energije). Jedan zanimljivi aspekt zahvaća ekstremnu ekonomičnost intervencija. Trošak uštođenih kilovatsati iznosio je ustvari 2,8 centa, manje od pola troška električne energije proizvedene u novoj elektrani.[34] Uz te programe usmjerene na štednju energije, raširile su se inicijative DR.

Godine 2012., zahvaljujući tim mjerama, vršna potrošnja u Sjedinjenim Američkim Državama smanjila se za 6 % (što odgovara 18 GW), s intervencijama

[34] nedostaje



Slika 2.: Usporedba potrošnje električne energije prije i poslije predloženih mjera

često u kombinaciji s toplinskim udarima.[35] Dana 11. rujna 2013. operater PJM, koji opslužuje 13 država istoka SAD-a, uspio je izbjeći da mreža prekine rad zbog vrlo visoke temperature i vlage upravo zahvaljujući programima DR koji su omogućili smanjenje zahtjeva za električnu energiju od gotovo 6 GW.[36]

Pristup tog tipa bit će vrlo koristan i u Europi. Pametna mreža ustvari će trebati uskladiti potrošnju koja varira iz trenutka u trenutak s proizvodnjom koja se ne može planirati, nego je vezana uz postojanost sunca i vjetra. Korisno će

[35] Federal Energy Regulatory Commission, *Assessment of demand response and advanced metering staff report*, 2015.

[36] PJM, *PJM meets high eletricity demand during unusual heat wave*, 2013.

biti kontrolirati, u određenim granicama, i zahtjeve za energiju, povećavajući ih ili reducirajući, onoliko koliko će biti veća raširenost obnovljivih izvora energije. Neka su iskustva tog tipa već pokrenuta. U Kanadi, primjerice, kako bi se maksimizirala proizvodnja nekih vjetroparkova koji pružaju 10 % energije, aktiviran je program *demand response*[37], koji može modulirati snagu od 16,5 MW prema korisnicima, intervenirajući na više načina, od hlađenja tople vode do rashladnih pultova u trgovačkim centrima, koji bez problema mogu pretrpjeti kratke prekide pružanja usluge električne energije.

8. Elektroprivredna poduzeća, inicijatori integracija skladištenja u mreži

Sve ambiciozniji ciljevi vezani uz upotrebu obnovljivih izvora energije nameću razmišljanje o upravljanju mrežama i skladištenju električne energije. Ta će tema biti od strateške važnosti nakon 2030. godine, kad će u više zemalja udio neprogramiranih obnovljivih izvora energije moći zadovoljiti 40 − 60 % potražnje, ali potrebno se odmah pripremiti za taj ambiciozni prelazak. Kako bismo dobili ideju o brojevima kad se želi prijeći na velik udio obnovljivih izvora energije, korisno je navesti procjenu napravljenu za Njemačku 2050.

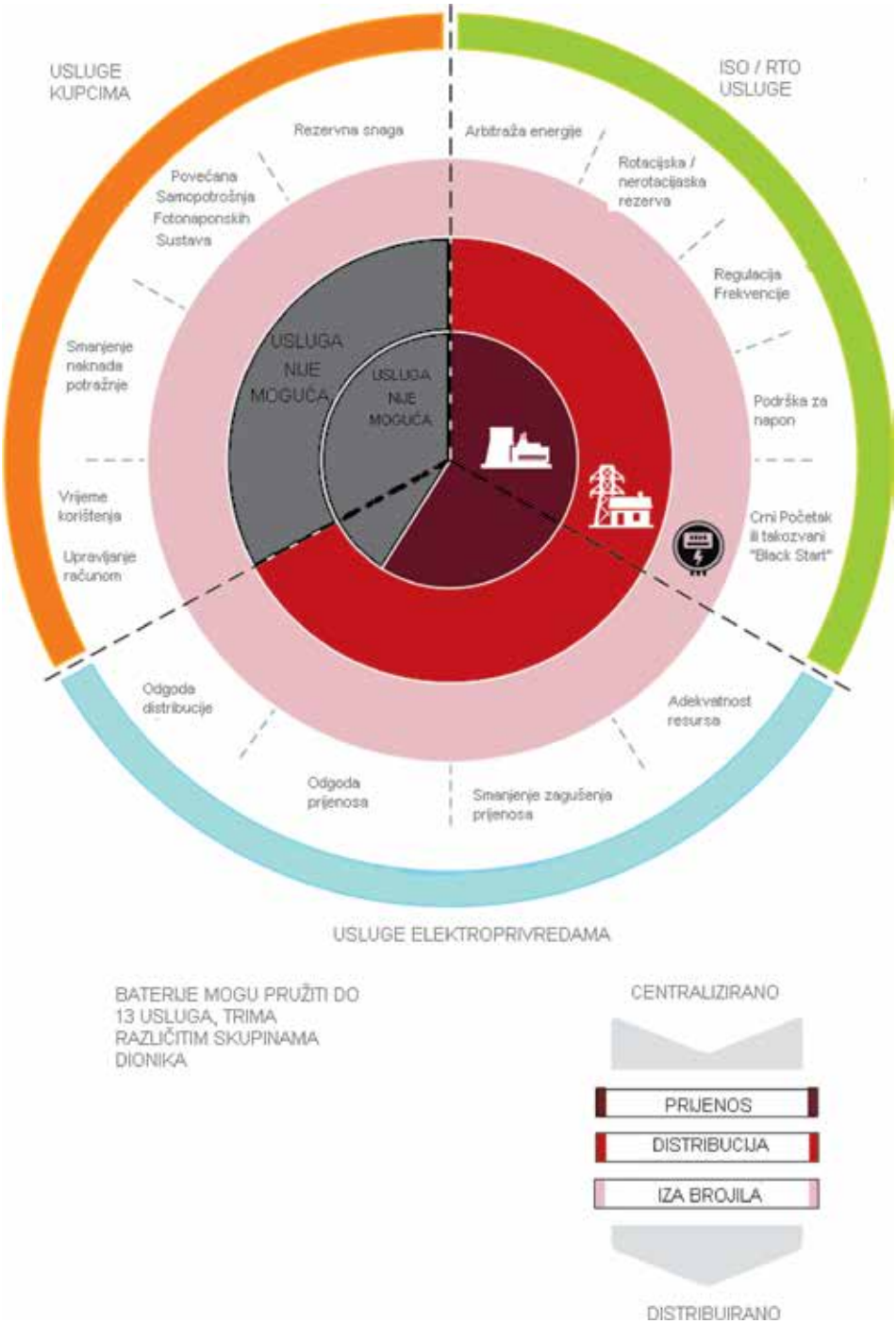
Kako bi se dostigli zeleni postoci od 80 do 90 %, sa 60 % električne energije iz Sunca i vjetra, trebalo bi dovesti proizvodnju iz obnovljivih izvora energije do razine 15 % veće od potražnje, koja bi hipotetski iznosila 586 TWh. Međutim, četvrtina zelene proizvodnje ne bi mogla biti uključena odmah u mrežu te bi je trebalo uskladištiti. Povećavajući maksimalno kapacitet sustava akumulacije na 64 GW/512 GWh, *back-up* iz fosilnih izvora energije smanjio bi se na 8 %. [38]

Kako bi se pripremili na širenje skladištenja energije, u cijelom se svijetu provode ispitivanja s pomoću raznih tehnologija.[39] Krajem 2015. bilo je instalirano 1,2 GW, a 2016. trebalo bi biti instalirano 0,9 GW. Naprednija je situacija u Kaliforniji, gdje će elektroprivredna poduzeća morati do kraja idućeg desetljeća zadovoljiti potražnju svojih klijenata s 50 % zelene električne energije. Jedan zakon nameće elektroenergetskim kompanijama da se do 2024. godine opreme sustavima skladištenja od 1,3 GW, velikim dijelom (56 % i 28 %) kao potpora mreži za transport i distribuciju sa 16 % u akumulatorima u posjedu finalnih korisnika. Prednosti koje proizlaze iz sustava skladištenja koji podržava

[37] Cliburn, J. K., *Demand response helps bring more wind to the grid.*

[38] Mc Kinsey, FCH, *Commercialisation of Energy storage in Europe*, 2015.

[39] Garrett, F., James, M. ,Hervé, T., *The Economics of Battery Energy Storage*, Rocky Mountain Institute, 2014.



Slika 3.: Dionici u inicijativama integracije skladištenja u mreži

udio obnovljivih izvora od 40 % do 2024. godine procjenjuju se na 144 milijuna dolara godišnje, slika 3.[40]

9. Aktivna uloga korisnika uz pomoć personaliziranih elektroprivrednih obavijesti

Microsoft i Google pokušali su uvesti savjesnije ponašanje u obitelji s pomoću pregleda energetske potrošnje putem interneta, ali neuspješno. U tome je uspjela, mijenjajući pristup, Opower, *start up* kompanija koja se pojavila na njujorškoj burzi u travnju 2014. godine i odmah kotirala milijardu dolara.[41] Recept? Usko surađivati s distributerima električne energije kako bi se potaknula aktivna uloga korisnika. Na primjer, uključujući u račun za struju usporedbu potrošnje klijenta, potrošnje najučinkovitijih susjeda i prosječnu potrošnju u kvartu. Ako je potražnja za električnom energijom prevelika, tad se upućuje na moguća rješenja za savjesnije ponašanje. Strategija Opowera nastaje na temelju detaljnih analiza ponašanja, koje su pokazale kako pametan prijedlog za vođenje korisnika prema boljem korištenju energije može donijeti zanimljive rezultate. Govorimo o malom smanjenju potrošnje, od 1,5 do 2,5 %, ali koje na milijun stanovnika može postati značajno. Procjenjuje se da se u Europi mogu ostvariti uštede od 12 TWh godišnje.[42]

Ali, kako izmjeriti učinkovitost tih programa? Kroz usporedbu kontrolnih grupa, koje predstavljaju korisnici koji nisu uključeni, koristeći metodologiju koja se s vremenom usavršila i sad može donijeti vrlo predvidljive rezultate.

U praksi, ako je potrošnja pretjerana, klijent može zatražiti od distributera da provjeri gdje se skrivaju gubici. Na temelju daljnje interakcije vodi ih se postupno do savjesnijeg ponašanja smanjujući, primjerice, potražnju za vrijeme vršnih trenutaka. Tom strategijom korisnici štede novac, elektroprivredna poduzeća bolje upravljaju opterećenjima i smanjuju se štetne emisije.

Elektroenergetske kompanije mogu zaraditi 40 eura godišnje po svakom klijentu, navodi Opower. Prednosti za njih su mnogobrojne: klijenti postaju vjerni jer su zadovoljniji; segmentira se tržište prepoznajući prilike za tehnološka poboljšanja, primjerice, hladnjak koji treba zamijeniti; zbrajaju se uštede ostvarene za zadovoljavanje obveza energetske uštede koje su uvele vlade brojnih zemalja. Filozofija Opowera odmah se proširila na sektor upravljanja potražnjom, posebice koristan za vrijeme vrućih dana. Rezultati dobiveni u ljeto 2015. godine posebno su zanimljivi. Zahvaljujući personaliziranim obavijestima dobivenim putem SMS-a,

[40] Eichman, J., et al., *Operational Benefits of Meeting California's Energy Storage*…

[41] Chernova, Y., How Energy Upstart Opower Bested Google and Microsoft, *The Wall Street Journal*, 2014.

[42] Opower, *Odblokirati potencijal energetske učinkovitosti iz ponašanja korisnika u Europi*, 2014.

koje elektroprivredna poduzeća šalju obavještavajući o mogućim intervencijama, obitelji su smanjile u prosjeku za 3 % potrošnju u vršnim satima, a sljedećeg su dana dobivale obavijest o uštedi ostvarenoj na računu. Trošak za elektroprivredno poduzeće bio je trećina u odnosu na prosjek programa *demand response*. Rezultati postaju vidljivi: 52 milijuna korisnika iz 95 uključenih elektroprivrednih poduzeća smanjila su potrošnju onoliko koliko iznosi proizvodnja jedne elektrane.

10. Pristup korištenju solarne energije s pomoću konceptualno novih instrumenata

Širenjem solarne energije u mnogim se zemljama pojavio prijedlog uključivanja tih tehnologija u plaćanje dodatnih troškova koji se pribrajaju onima za samu proizvodnju električne energije. Ako solarni sustav uživa prednosti povezanosti na mrežu, mora također i sudjelovati u općim troškovima. Oko tih prijedloga pokrenule su se žestoke rasprave, posebice kad se pokušalo naplatiti ta potraživanja i za električnu energiju iz vlastite potrošnje. Konceptualno je smanjenje zahtjeva za električnu energiju ostvareno zahvaljujući solarnoj energiji jednako smanjenju zajamčenom zamjenom žarulja sa žarnom niti LED svjetiljkama. Plaćamo opća potraživanja i u slučaju energetske učinkovitosti? Jasno je da je riječ o apsurdu, koji ističe osjetljivost tog pitanja i potrebu da se tome pristupi s pomoću konceptualno novih instrumenata.

Neki zanimljivi prijedlozi dolaze iz Sjedinjenih Američkih Država. Lavinu je pokrenuo Rocky Mountain Institute, koji je u jednom dokumentu usmjerio pozornost na 'vrijednost' proizvedenog solarnog kilovatsata.

> "Sad smo u situaciji koja nalaže definiranje novih metodologija za integraciju distribuiranih resursa u mrežu, jer je njihova uloga sve važnija. Dosad se govorilo o pripisivanju troškova proizvodnji solarne energije: da na transparentan način vidimo koje su prednosti."

Izračunate su, dakle, sve prednosti proizvodnje iz solarne energije. Osim što je očito zamijenila proizvodnju iz konvencionalnih elektrana koje su često onečišćavale okoliš, uzima se u obzir odgođena izgradnja novih postrojenja za vršnu potražnju, sigurnost da će proizvoditi električnu energiju 30 godina po fiksnoj cijeni, manji utjecaj na okoliš i manji gubici na prijenosnim i distributivnim linijama, izostanak emisija ugljikova dioksida i lokalnih onečišćivača. Prema procjenama različitih studija, prosječna vrijednost kilovatsata ukoliko uzmemo u obzir sve te elemente iznosi 0,17 dolara.[43]

[43] L. Hansen, V. Laoy, D. Gliok, *A review of solar PV benefit & cost studies*, Rocky Mountain Institute, 2013.

U načelu taj pristup, po kojem se iz mreže kupuje sva električna energija i sav udio solarne energije, ustupa se po cijeni koja uključuje i prednosti koje ona donosi (engl. *value of solar* − VOS), može pronaći prostor za primjenu kad dodatno padnu cijene opreme fotovoltaika. Trenutačno ga se može uzimati u obzir samo u kombinaciji s poticajima.

Prva je primjena zabilježena u Teksasu, gdje je Austin Energy – elektroprivredno poduzeće vrlo angažirano oko obnovljivih izvora energije − usvojilo taj pristup od 2012. godine, definirajući vrijednost solarne energije koja je 2014. iznosila 0,107 dolara/kWh. Budući da prepoznavanje VOS-a nije bilo dovoljno za ulaganje, poduzeće je dodalo svoj poticaj uz državnu poreznu olakšicu od 30 %.[44]

I država Minnesota krenula je tim putem[45] te 2014. odobrila normativni akt koji omogućuje elektroprivrednim poduzećima da izračunaju 'vrijednost solarne energije' kao alternativu postojećoj normi 'razmjene na mjestu'.[46] Taj način plaćanja mogao bi otvoriti prostor za suradnju među finalnim klijentima, fotonaponskim društvima i elektroprivrednim poduzećima, izdvajajući neke specifične modele poslovanja. Primjerice, u slučaju elektroenergetskih kompanija zainteresiranih za iskorištavanje nekih usluga fotonaponskih sustava na posebnim područjima njihove distribucijske mreže. Ili građana koji nisu u mogućnosti instalirati fotonaponske sustave na svojim zgradama, dakle, ne mogu koristiti 'razmjenu na mjestu', ali su zainteresirani za tehnologiju. Pažljiva analiza područja i mreže može pokazati sinergije koje mogu zadovoljiti bilo finalne korisnike, bilo društva za instalaciju i elektroenergetske tvrtke.[47] Novi pristup VOS-a funkcionalan je u Minnesoti gdje se, među ostalim, šire projekti *solar gardens*, fotonaponski sustavi na usluzi korisnicima koji ne mogu instalirati solarne sustave u svojem domu. Već ima dosta inicijativa za instalaciju solarnih uređaja na samoposluživanja, skladišta, crkvene krovove, u organizaciji društva kao što je *Solar City*, koja namjeravaju provesti te inicijative bez prethodnog sudjelovanja korisnika u financiranju. Bit će zanimljivo vidjeti hoće li se taj način kompenzacije solarne energije afirmirati u Minnesoti kako bi ga poslije druge države mogle uzeti u obzir, posebice one gdje je izraženija napetost između svijeta solarne energije i elektroprivrednih poduzeća.

[44] Taylor, M. et al., Value of Solar: Program Design and Implementation Considerations, *NREL*, 2015.

[45] Haugen, D., Minnesota becomes first state to set 'value of solar' tariff", *Midwest Energy News*, 2014.

[46] Definirano kao *netmetering* u Sjedinjenim Američkim Državama, ukazuje na priliku, prisutnu i u Italiji, da se samostalnoj solarnoj proizvodnji pripiše jednaka vrijednost kilovatsata plaćenog na računu za električnu energiju; u Italiji znači vrednovati solarni kilovatsat 0,2 eura/kWh, što je vrijednost tri do četiri puta veća u odnosu na prodaju mreži.

[47] M. Bell, V. Lacy, J. Sherwood, *Bridges to new solar busines smodels*...

11. Prema novom elektroenergetskom sustavu u Sjedinjenim Američkim Državama

Ali rasprava, koja je krenula od solarne energije, zahvaća sama pravila elektroenergetskog sustava. Ustvari, mnogi sad misle da treba promijeniti sustav kako bi se promicalo intervencije učinkovitosti i proizvodnje iz obnovljivih izvora. To vrijedi posebno u SAD-u, gdje su mnoga elektroprivredna poduzeća regulirana i na svojim geografskim područjima imaju monopol, posebice u distribuciji. Njihova ekonomska isplativost proizlazi iz tarifa koje su definirala državna povjerenstva prema investicijama u, primjerice, nove elektrane i mreže.

Između 2010. i 2014. godišnje instalacije fotovoltaika su se udeseterostručile. Prošle je godine koje na mrežu bilo priključeno 8 GW, a 2016. se predviđa dodatno udvostručenje na 15 GW.[48] Ali, upravo je zajamčena "zaštita" rada u reguliranom monopolu rizik za kočenje mogućnosti modernizacije elektroprivrednih poduzeća.

Kako bi intervenirala u tom pogledu, PSC (*Public Service Commission*) države New Yorka predložila je drastičnu promjenu pravila. Uzimajući u obzir preveliku dimenziju snage elektrana, koje moraju zadovoljiti vršnu potražnju nekoliko sati godišnje i gubitke sustava prijenosa i distribucije koji dosežu i 9 %, PSC namjerava transformirati distribucijsko društvo u 'platforme' prilagođene intervencijama učinkovitosti, korištenju obnovljivih izvora energije i sustava akumulacije. Dakle, moraju postati kupci i prikupljači distribuiranih resursa olakšavajući pritom, a ne otežavajući, širenje fotovoltaika.[49] Prijedlog *Reforming the Energy Vision*, iako uz poneku primjedbu, pozitivno su prihvatila uključena elektroprivredna poduzeća. Riječ je, kao što vidimo, o naprednom uređenju koje nastoji odblokirati pasivnost iz prošlosti i omogućiti da se do 2030. godine pokrije 50 % potražnje za električnom energijom u državi iz obnovljivih izvora, jednako kao što je odlučeno u Kaliforniji.

Ali, ima i drugih prijedloga. Jon Wellinghoff, predsjednik Federal Energy Regulatory Commission, tijela za regulaciju energetskog sektora SAD-a, polazeći od uvjerenja kako "(…) ne možemo prihvatiti da kontrolnim tornjem u zračnoj luci koji može upravljati letovima stotina kompanija upravlja jedna specifična zrakoplovna kompanija", potaknuo je još radikalniju ideju: zadržati vlasništvo nad sustavom za distribuciju u rukama elektroenergetskih kompanija, ali delegirati upravljanje u ruke neovisnog društva. Na taj bi se način ubrzao

[48] PV Magazine, US. Cumulative solar installs top 28 GW, 16 GW of renewables installed in 2015', 2016; Shumkov, I., US to add 15 GW of solar PV in 2016, up 60% y/y – IHS, *News Renevables*, 2016.

[49] Tweed, K., New York launches major regulatory reform for utilities, *Green Tech Media*, 2014. (www.greentechmedia.com).

prelazak na decentralizirani elektroenergetski sustav, s tisućama aktera[50] na području. Elektroprivredna poduzeća, uz jasna pravila, bila bi potaknuta na interveniranje vezano uz obnovljive izvore energije, učinkovitost i akumuliranje.

12. Koliko će elektroprivrednih poduzeća nestati u Europi?

I u Europi, već zahvaćenoj promjenama prouzročenim padom potražnje, porastom udjela obnovljivih izvora energije i prekomjernih kapaciteta, nastoji se reagirati mijenjajući pravila funkcioniranja elektroenergetskog tržišta.

Ukratko, način na koji se trenutačno utvrđuju vrijednosti proizvedenog kilovatsata proizlazi iz ostvarene ravnoteže, iz sata u sat, između količine zatražene električne energije i one koju operateri nude. Prema profilu elektroenergetske potražnje procijenjene za idući dan, operateri predlažu vrijednosti po satu za količinu i jedinstvenu cijenu električne energije (MWh, euro/MWh). Ponude se razvrstavaju prema rastućoj cijeni sve dok ne presijeku krivulju potražnje predviđene za taj sat. Cijena koja se formira za najskuplje postrojenje bit će ona koja će se isplatiti svim preostalim postrojenjima, posebno onima koja su ponudila manju cijenu.

Obično postrojenja koja proizvode energiju iz Sunca i vjetra predlažu vrijednost jednaku nuli, jer nemaju varijabilne troškove; drugi su ekstrem postrojenja kombiniranog ciklusa koja kupuju plin. Logika je isplatiti više tehnologije koje predviđaju visoke troškove ulaganja i niske troškove održavanja, a manje postrojenja s manjim ulaganjima, ali visokim cijenama rada.

Ali promjene su se ustalile u zadnjih nekoliko godina – manja potražnja, više obnovljivih izvora energije, prekomjerna snaga – potpuno su preokrenule taj sustav zamišljen za autoregulaciju tržišta. Najskuplji sustavi su ‘prihvaćeni’ za sve manji broj sati. Ta činjenica dovela je do zatvaranja cijelog niza elektrana, prije svega onih kombiniranog ciklusa, te istodobno do pada prosječne cijene električne energije. Zatvaranja najavljena u razdoblju 2012./2013. u Europi zahvaćaju 20 000 MW, od čega 8870 izgrađenih ili kupljenih u zadnjem desetljeću, kad se već trebalo shvatiti kako se svijet električne energije mijenja.[51]

Kao odgovor na tu neravnotežu tržišta predloženo je plaćanje ne samo proizvedene električne energije, nego i snage postrojenja, ‘kapaciteta’. Ali kako

[50] Lacey, S., The Argument for Why Utilities Should Give Up Operational Control of the Distribution Grid, *Green Tech Media*, 2014.

[51] Caldeccott B., J. McDaniels, Stranded generation assets: implications for European capacity mechanisms, energy markets and climate policy, *Working Paper*, 2014.

god se on osmislio, *capacity payment*, odnosno plaćanje kapaciteta, riskira postati potporom da određen broj termoelektrana ostane aktivan kako bi uravnotežile prisutnost velikog udjela obnovljivih izvora energije. Ustvari, kao što smo vidjeli, trenutačni sustav formiranja cijena već je strukturiran tako da isplati uloženi kapital. Teoretsko opravdanje za uvođenje naknade za kapacitet nosi sa sobom rizik da će se srednjoročno i dugoročno morati suočiti s deficitom kapaciteta, s obzirom na vjerojatni otpor elektroprivrednih poduzeća glede preuzimanja novih ulaganja. Taj prijedlog je odbijen s više strana, pa je čak i definiran kao 'skupo rješenje za problem koji ne postoji'.[52]

Primjedbe su različite. Malo je vjerojatno da će srednjoročna potražnja za električnom energijom rasti. Snažnija elektroenergetska povezanost između različitih zemalja ili regija može omogućiti svladavanje eventualnih kritičnih situacija, a elektroenergetski sustavi pokazuju da bez problema mogu prihvatiti neprogramirane udjele obnovljivih izvora energije, koji su znatno veći od teoretskih procjena napravljenih prije nekoliko godina. U brojnim slučajevima zatvaranje elektrane, posebice ako je riječ o elektranama kombiniranog ciklusa i vrlo visoke učinkovitosti, ne podrazumijeva i njezino uklanjanje. Pokretanje programa "upravljanje potražnjom električne energije", koji se već učestalo koriste u SAD-u, može dopustiti intervenciju i na tom području kako bi se stabilizirao ili optimizirao sustav, ne uzimajući u obzir kako za finalne korisnike plaćanje kapaciteta podrazumijeva porast računa za električnu energiju.

Mnogi pronalaze nedostatke tom pristupu koji promiče udruženje elektroprivrednih kompanija Eurelectric. Iznenađujuće se protive čak i neki predstavnici elektroenergetskog svijeta. "Potreba da tržište kapaciteta nudi odgovarajuće poticaje za razvoj kapaciteta *backupa* koji bi pružali ravnotežu obnovljivim izvorima energije, pokazatelj je 'zastarjelog pristupa'. Za jamstvo pristupa ulaganjima treba razviti dugoročna tržišta, odnosno mogućnost da se sklapaju ugovori o ustupanju električne energije finalnim klijentima dugoročno, opcija koju trenutačna pravila ne omogućuju zbog mogućnosti raskida ugovora."[53]

Razmišljanje o tome kako upravljati aktualnom tranzicijom za situacije u kojima se male varijacije potražnje kompenziraju trenutačno zahvaljujući termoelektranama. na kontekst koji je sve više okrenut obnovljivim izvorima energije, nameće promjenu sadašnjih pravila o funkcioniranju elektroenergetskog tržišta. U EU-u već postoji više inicijativa za promjenu. Konkretno su objavljeni različiti prijedlozi koji nude novi referentni okvir koji daje garancije za

[52] B. De Meulemeester, Capacity payments: expensive solution for a non-existing problem, *Energypost*, 2014.

[53] Coordinamento Free, *Energija: Zorzoli (Free), buduće elektroenergetsko tržište pogoduje dugoročnim ugovorima*. Coordinamento Free okuplja 28 udruga obnovljivih izvora, energetske učinkovitosti…

funkcioniranje sustava i dugoročno i uz sve veći udio obnovljivih izvora energije.[54]

Predsjednik tvrtke Coordinamento Free tvrdi kako je potrebno:

> "(...) teritorijalno okupljanje obnovljivih izvora energije kako bi se svladao problem nemogućnosti planiranja, i *spot* tržište uz dugoročne kupoprodajne ugovore za energiju. Uz ugovore trajanja, recimo, deset godina, učinila bi se isplativim ulaganja koja su danas problematična jer se kupoprodaja odvija samo na *spot* tržištu ili uz jednogodišnje bilateralne ugovore."

Bilo na nacionalnoj, bilo na europskoj razini, pravila se moraju mijenjati, a *virtual power plants* mogle bi iz temelja promijeniti scenarije elektroenergetskog sektora nudeći nove prilike elektroprivrednim poduzećima, ali i olakšavajući pojavu novih aktera.[55]

Sve u svemu, scenarij je vrlo otvoren i nije isključeno da će u Europi u idućih deset godina neke elektroenergetske kompanije nestati s tržišta.

Integration and a New Paradigm of Competition

Alfredo Višković

Abstract: Europe, already affected by the changes caused by a decrease in demand for electricity, with the growth of renewable energy sources and excessive capacity, is endeavouring to respond by changing the rules of how the power market functions. Whether national or European, the rules have to change, and the new concept of Virtual Power Plants could change the power sector scenarios by offering new opportunities for power companies, but also facilitating the entrance of new actors. All in all, the possibilities are many and it is not impossible that some electricity utility companies in Europe will disappear from the market in the next ten years.

Keywords: power market, virtual power plant, electricity utility

[54] Fanelli, T., Reforma elektroenergetskog tržišta, Enea, 2014.; Coordinamento Free, Za novi sastav elektroenergetskog tržišta u okviru europskih smjernica za 2030.

[55] E.ON Energy Research Center, RWTH Aachen University, *Smart Power Hamburg: Virtual Power Plant for the City of Hamburg*, acs.eonerc.rwth-aachen.de

Tatjana Kren

Tri razdoblja Zvjezdarnice na Popovu tornju u Zagrebu

Sažetak: Pogledom unatrag na više od stoljeća od osnutka Zvjezdarnice na Popovu tornju u Zagrebu, dakle na 1903. godinu, jasno se profiliraju tri razdoblja njezina djelovanja. Prvo traje do završetka Drugoga svjetskog rata i karakteriziraju ga popularizacija astronomije i pokušaji znanstvenog djelovanja, sukobi "populista" i "elitista", a povremeno gotovo potpuna neaktivnost. Najbolje djelovanje razvidno je u dvama razdobljima kad je njom upravljao dr. Oton Kučera, inicijator osnivanja Zvjezdarnice HPD-a. Nakon Drugog svjetskog rata nastaje drastičan prijelom i novi uzlet Zvjezdarnice kao ustanove za široku popularizaciju astronomije u svim dobnim skupinama. Vrhunac djelovanja nastupa u razdoblju upravljanja dr. Gabrijela Divjanovića, od 1954. do 1978. godine. Treće razdoblje nastupilo je postupno, odlaskom dr. Gabrijela Divjanovića i sve vidljivijim zaokretom prema znanstvenom djelovanju i biranjem novih putova popularizacije astronomije u skladu s razvojem informatike. Pečat takvom djelovanju Zvjezdarnice od 1993. daje ravnatelj dr. sc. Dragan Roša.

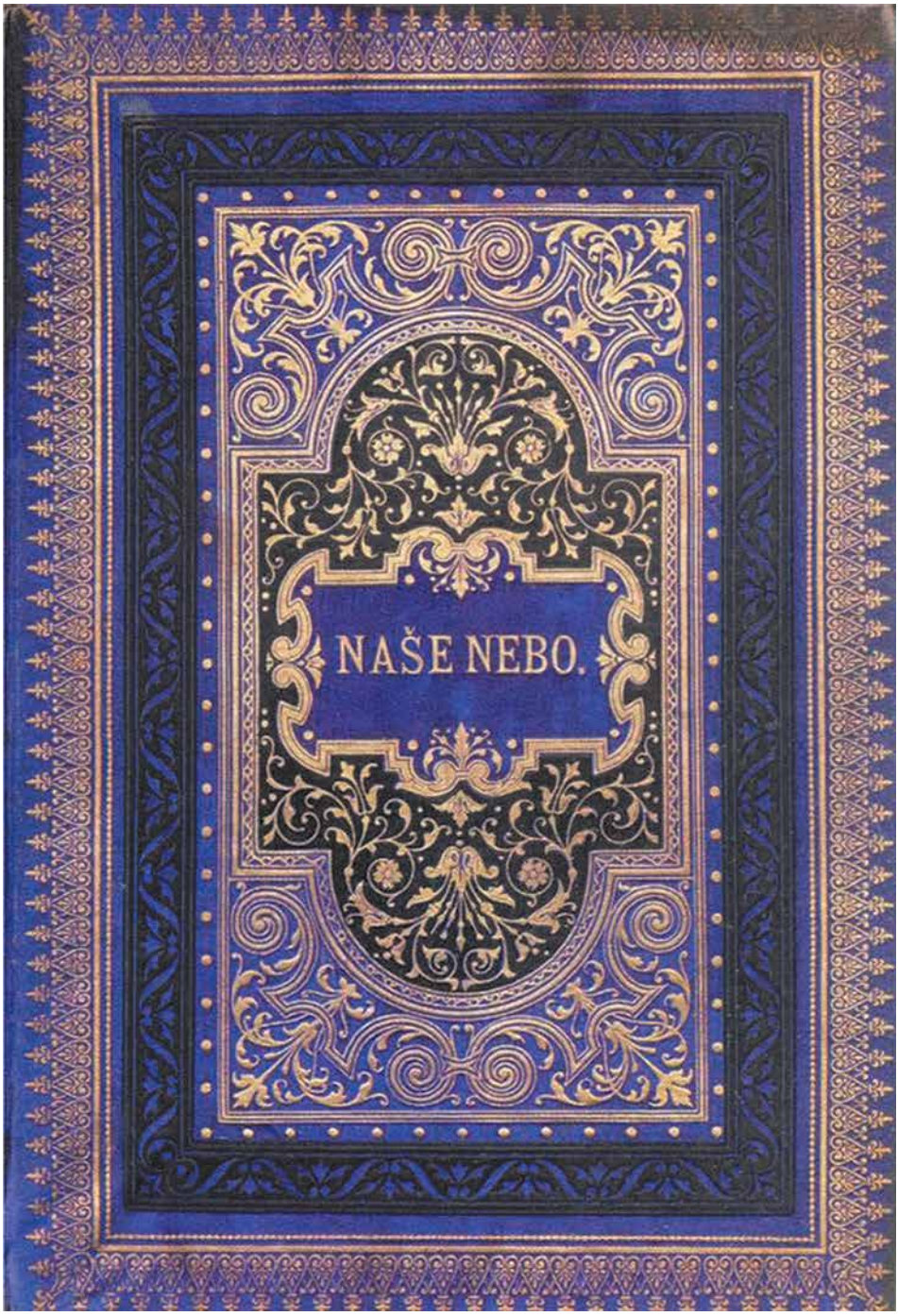
Ključne riječi: Hrvatsko prirodoslovno društvo (HPD), Zvjezdarnica, Astronomska sekcija, teleskopi, dr. Oton Kučera, popularizacija astronomije, znanstveno djelovanje, dr. Gabrijel Divjanović, Planetarij, Opservatorij *Hvar*, Savez astronomskih društava SR Hrvatske, dr. sc. Dragan Roša, Hrvatsko astronomsko društvo

Uvod

Na Skupštini koja je održana 27. prosinca 1885. godine u Narodnom muzeju u Demetrovoj ulici broj 1 na zagrebačkom Gornjem gradu, osnovano je Hrvatsko naravoslovno društvo (HND, od 1907. Hrvatsko prirodoslovno društvo – HPD). Imalo je dvije sekcije: geografsku i ornitološku, ali je astronomija od samog početka bila prisutna u djelovanjima pojedinih članova društva, posebice Otona Kučere. Sedamnaest godina poslije, na inicijativu Otona Kučere, koji je 1892. premješten u Zagreb na Visoku realku na Griču, 1902. tim sekcijama pridružila se nova, vrlo aktivna i plodna sekcija − *astronomička* (AS), čiji je glavni zadatak "bio urediti društveni opservatorij astronomički u Zagrebu".

Kučerina knjiga *Naše nebo*, koju je Matica hrvatska tiskala 1895., postala je temelj na kojem se širilo astronomsko znanje u hrvatskim zemljama i dalje na slavenskim područjima te temeljni kamen za osmišljenu zvjezdarnicu, a pokretačka snaga projekta bio je Oton Kučera. [1-3] Predsjednik HND-a bio je od 1899. do 1905. dr. Antun Heinz, sveučilišni profesor botanike i utemeljitelj Botaničkog vrta u Zagrebu, sklon Kučerinoj ideji osnivanja zvjezdarnice. Antun Heinz uključio se u Astronomsku sekciju i bio jedan od donatora za utemeljenje zvjezdarnice.

U HND-u je vladalo pozitivno ozračje za stvaranje hrvatske građanske zvjezdarnice, koje se proširilo i na stanovništvo. Oko ideje stvaranja zvjezdarnice okupio se zanimljiv kulturni krug. Vodeći ljudi vremena na prijelazu dvaju stoljeća osjetili su važnost takve kulturne ustanove. Javnosti je preko tiska utemeljenje zvjezdarnice prikazano i kao domoljubni čin. To je također pridonijelo širokom odazivu hrvatskog stanovništva pa je ona od samog početka prepoznata kao općehrvatska kulturna ustanova. Na putu osnivanja zvjezdarnice stajale su više od svega financijske teškoće. Zato se HND obratilo za pomoć narodu, Gradu i Vladi, tražeći novčanu potporu za kupnju glavnog teleskopa i uređenje zvjezdarnice. Osnovalo je Odbor Hrvatskoga naravoslovnog društva za uređenje astronomičkog opservatorija u Zagrebu, s ciljem provođenja u djelo te zamisli. Pročelnik Odbora bio je dr. Dragutin Gorjanović Kramberger, sveučilišni profesor geologije i paleontologije te ravnatelj Paleontološko-geološkog odjela Hrvatskog narodnog muzeja. Članovi su bili: dr. Oton Kučera, učitelj fizike i matematike na Šumarskoj akademiji pri Mudroslovnom fakultetu; dr. Franjo Spevec, sveučilišni profesor prava i pedagogije te potpredsjednik Hrvatskog sabora; poznati hrvatski pisac i vlastelin u Gredicama u Hrvatskom zagorju, Ljubo Babić − Ksaver Šandor Gjalski; dr. Antun Heinz, sveučilišni profesor botanike i predsjednik HND-a; te tajnik HND-a Franjo Šandor, profesor Šumarske akademije, utemeljitelj šumarske pedologije (tloznanstva). Kučera je pisao o velikom interesu za astronomiju u razdoblju osnivanja AS-a te je broj članova

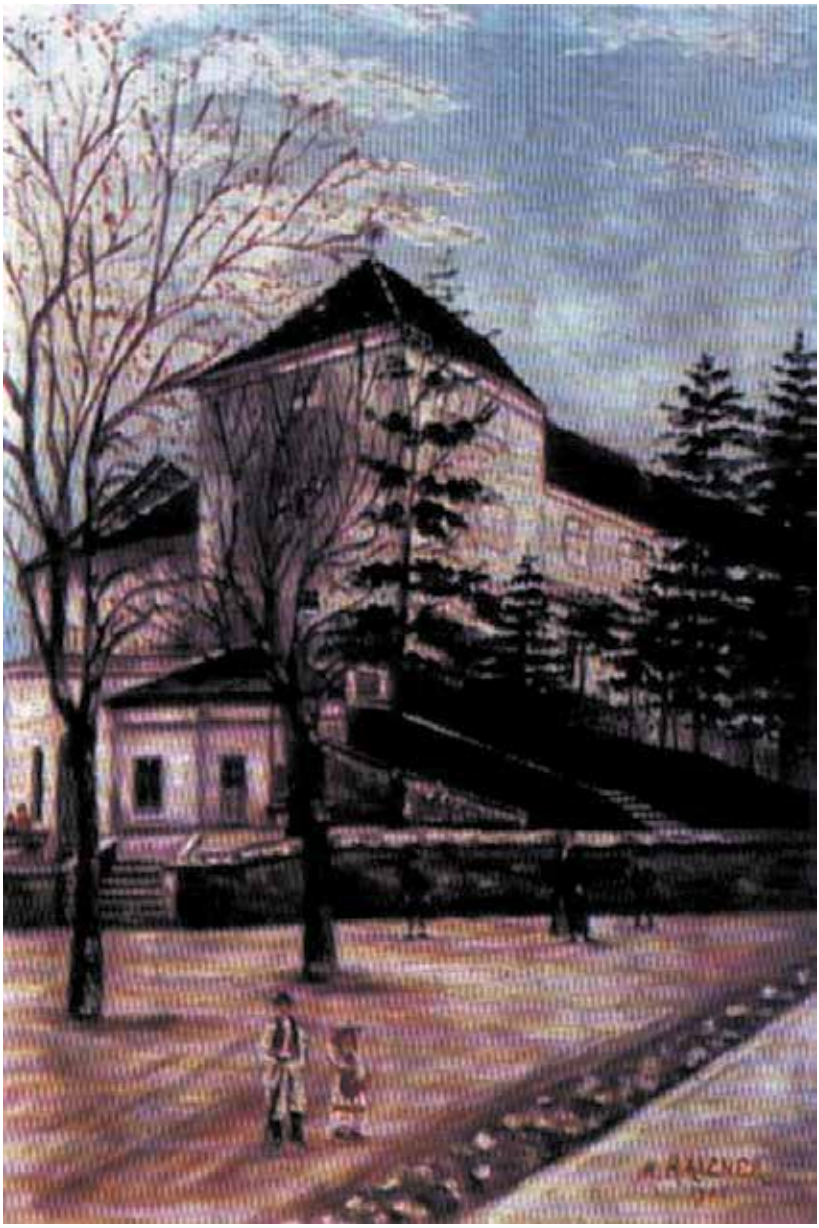


Slika 1.: Naslovnica knjige *Naše nebo*

HND-a nakon utemeljenja AS-a narastao s 95 na 200. Dragutin Gorjanović morao je već u lipnju 1902. zbog bolesti odustati od dužnosti pročelnika Odbora te ju je preuzeo Oton Kučera. Uz pomoć Grada Zagreba i njegova načelnika Grada (gradonačelnika) Adolfa pl. Mošinskog te brojnih institucija i donatora širom Hrvatske, Odbor je prilično brzo uspio u potpunosti ostvariti gotovo sve postavljene zadaće, što znači: naći sredstva za prvu investiciju, nabaviti što bolji glavni dalekozor, naći prikladno mjesto za smještaj zvjezdarnice i od glavnog grada ishoditi to mjesto, izraditi pokretnu kupolu za dalekozor i voditi računa da se gradnja zvjezdarnice izvede prema strogo znanstvenim zahtjevima. U popisu darovatelja nalaze se prirodoslovci, plemstvo, svećenici, intelektualci različitih struka te ostali građani različitih zanimanja. Neki od darovatelja postali su i članovi AS-a, a nakon osnutka Zvjezdarnice i njezini suradnici, koji su joj volonterski pomagali.

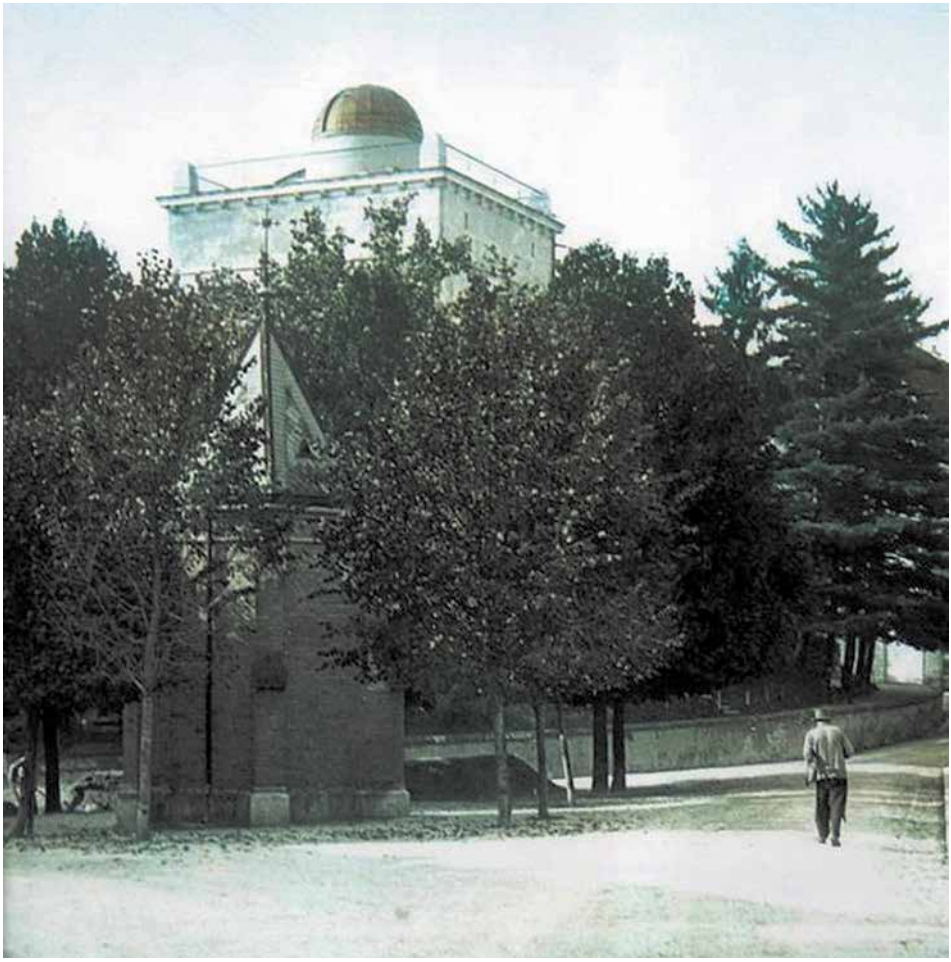
Nakon niza ispitivanja kako bi pronašao najpogodnije mjesto za Zvjezdarnicu, dr. Kučera predložio je Odboru HPD-a Popov toranj, staru povijesnu utvrdu iz XIII. stoljeća na Griču, a 2. veljače 1903. Gradsko zastupstvo donijelo je konačnu odluku da se Popov toranj na Kipnom trgu, današnjem Ilirskom trgu, ustupi HND-u, za potrebe Zvjezdarnice. Grad je odredio 3300 kruna za adaptaciju tornja, koja je provedena nakon mnogobrojnih savjetovanja. Najveći problem bila je montaža i gradnja postolja za smještaj glavnog dalekozora. Prihvaćen je Kučerin prijedlog da se izgradi luk, koji bi se podupirao na metarske debele zidove tornja. Od mnogobrojnih ponuda za izradu dalekozora prihvaćen je prijedlog tvrtke *Reinfelder i Hertel* iz Münchena. Njihov dalekozor s otvorom objektiva od 6,4 inča (6,4″ × 25,4 = 162,6 mm), paralaktično montiran s mehanizmom za pokretanje, bio je najpogodniji i najpristupačniji. I najveće svjetske zvjezdarnice tad su imale uz glavne dalekozore i šestopalčane refraktore, jer manji teleskop daje oštrije slike objekata i vrlo dobro služi za uspoređivanje rezultata, a i pokretljiviji je, što znači da se njime brže i lakše upravlja. Objektiv naručenog dalekozora bio je akromatski, a leće rastavljene malim zračnim razmakom s pomoću pločica od staniola, dok su ispred objektiva bili iris zastor i rosna kapa. Žarišna daljina objektiva iznosila je 76,8 inča (1951 mm), a svjetlosna jakost, odnosno optička moć, tzv. *f*-broj, bila je 1/12. Pribori s okularima bili su Mittenzweyeve konstrukcije. Ukupna plativa svota za naručeni dalekozor iznosila je 4580 kruna.

Sredinom ljeta 1903. počeli su radovi na adaptaciji tornja, koje je izvodio arhitekt Vjekoslav Heinzel, a većinom su završeni već početkom rujna. Zatim je Tobijas iz Beča montirao pokretnu metalno-drvenu kupolu na kružni, valjkasti zid, u čijem je središtu dalekozor. Samo postavljanje dalekozora obavili su Kučera i Špiro Gopčević (Leo Brenner), upravitelj privatne zvjezdarnice *Manora* u Malom Lošinju. [4] Odbor je sveukupno uspio prikupiti više od 13 000 kruna, što je sve utrošeno za građevinsko prilagođavanje tornja novoj ulozi te



Slika 2.: Popov toranj prije adaptacije

nabavu i montažu dalekozora. Završetkom svih radova, sazvan je 5. prosinca 1903. godine izvanredni sastanak radi svečanog otvaranja Zvjezdarnice, a prigodni govor održao je dr. Oton Kučera, koji je izabran za njezina prvog predstojnika. [5-8]



Slika 3.: Zvjezdarnica na Popovu tornju, 1904.

1. Prvo razdoblje djelovanja Zvjezdarnice

1.1. Prva dva desetljeća djelovanja Zvjezdarnice

Sve do 1918. godine Zvjezdarnica je dobivala godišnju Vladinu potporu od 500 kruna, iznimno i više. Dozvolom Vlade, Astronomskoj sekciji stavljeno je na raspolaganje nekoliko manjih dalekozora, koji su se nalazili u raznim zemaljskim zbirkama. Grof Normann dao je Zvjezdarnici sredstva za nabavu meridijanskog kruga, za koji je 1911. godine, nakon dosta poteškoća, izgrađena posebna koliba na terasi Zvjezdarnice. Prvi suradnici Zvjezdarnice, uz dr. Otona Kučeru, bili su amateri-astronomi Miro Mance, upravitelj štedionice u Dugom

Selu; Stjepan Hartmann, svećenik; V. Dolanski, pravnik; i Oton Szlavnik, novinar. Miro Mance obavljao je promatranja Mjeseca, S. Hartmann bio je zadužen za Sunce, V. Dolanski za promjenjive zvijezde, O. Szlavnik provodio je astronomska izračunavanja, dok je O. Kučera vodio poslove upravitelja, držao predavanja i primao posjetitelje te, uz pomoć suradnika, obavljao ispitivanja svojstava dalekozora, izračunavanje potrebnih tablica s obzirom na zemljopisnu širinu, redovito određivanje vremena, mikrometarska mjerenja na Suncu, Mjesecu i Jupiterovu sustavu, određivanje zemljopisne širine Popova tornja i reviziju kataloga dvostrukih zvijezda Ercolea Dembowskog. Potom su im se pridružili službenik eskomptne banke u Zagrebu Rudolf Zigmundowsky (opažanje Sunca), N. Severinski (opažanje meteora), Kosta Rukavina, vlastelin u Trnovcu (računanje staze kometa koji je 17. prosinca 1904. otkriven u Nici), a 1908. pridružio im se dr. Vladoje Drapczynski, koji je trebao obavljati mjerenja meridijanskim krugom. Njihovi objavljeni radovi bili su uglavnom prikazi vlastitih opažanja te obrade tema iz astronomije. Objavljivani su u znanstvenom časopisu HND-a *Glasnik* te onodobnom vodećem svjetskom astronomskom časopisu *Astronomische Nachrichten*, tiskanom u Kielu. [4, 9]

Uz stručni rad Zvjezdarnica je, kao što je bilo zacrtano u planovima njezina rada, aktivnost usmjerila na popularizaciju astronomije. Bila je otvorena tri puta tjedno i to ponedjeljkom i četvrtkom navečer, a nedjeljom prije podne za promatranje Sunca. Iz podataka je vidljivo da je tijekom prve godine djelovanja za 554 posjetitelja utrošeno 225 sati. Od posjetitelja, koji su dolazili iz Zagreba i drugih dijelova Hrvatske, za te je usluge prikupljeno ukupno 58 kruna. Uprava je ravnateljima zagrebačkih škola uputila poziv da preporuče učenicima posjet Zvjezdarnici, što je ostvareno već 1905. godine.

Glavni kamen spoticanja u djelovanju Zvjezdarnice cijelo je vrijeme bila želja da, uz popularizaciju astronomije, bude uspješna i u znanstvenom radu, što nije bilo moguće zbog više razloga. Zvjezdarnica je smještena na Popovu tornju, staroj kuli iz XIII. stoljeća, na položaju u samom gradu, iznad glavnog trga, što se ubrzo pokazalo nepogodnim položajem za znanstvenu postaju. Instrumentarij nikad nije bio dovoljno dobar za sustavan znanstveni rad, a nedostajali su i profesionalni astronomi.

Godina 1910. bila je astronomima zanimljiva zbog ponovnog prolaska Halleyjeva kometa, a osim njega, te se godine pojavio još jedan dobro vidljiv komet pa je to bio razlog pojačane aktivnosti Zvjezdarnice. Uz Kučeru, tad je na Zvjezdarnici radio profesionalni astronom Vladoje Drapczinsky, koji je došao iz Zvjezdarnice austrougarske mornarice u Puli. [4, 10] Kučerini protivnici u HPD-u, većinom ugledni znanstvenici prirodoslovci, zamjerali su mu "laiciziranje društva", jer su u HPD i AS primani ljudi različitih struka, a ne samo prirodoslovci, posebice hrvatski tehnički stručnjaci s kojima je Kučera iznimno dobro surađivao. [11] Zamjerali su mu i "populizam", koji su nazivali

"barnumskom reklamom". Smatrali su da je Zvjezdarnica neuspješna u znanstvenom radu te je već 1905. niknula ideja o gradnji znanstvene zvjezdarnice u Prozorju kod Dugog Sela, ali zbog niza okolnosti nije realizirana. [12] Na Zvjezdarnici je Kučera održavao tečajeve iz astronomije zainteresiranim studentima Filozofskog fakulteta te studentima Šumarske akademije. Da je uspio Kučerin pokušaj uvođenja predavanja iz astronomije na Sveučilištu 1906., Zvjezdarnica bi uz Kučeru i Drapczinskog imala još nekoliko školovanih profesionalnih astronoma pa bi možda bilo moguće pokrenuti i znanstveno djelovanje. [13] Te je godine Kučera sudjelovao na astronomskom kongresu u Jeni i imao izlaganje o Zvjezdarnici HPD-a. Tom je prilikom uspio potaknuti upravitelja Zvjezdarnice u Heidelbergu, poznatog njemačkog astronoma Maxa Wolfa da asteroidu, otkrivenom pod rednim brojem 589, koji je 3. ožujka 1906. s te Zvjezdarnice otkrio njemački astronom August Kopff, Wolfov asistent, uz suglasnost otkrivača bude dan naziv *Croatia*, u počast osnivanja hrvatske Zvjezdarnice u Zagrebu. To je 1909. službeno provedeno, a čini se da je izazvalo dodatnu zavist i netrpeljivost nekih njegovih kolega. U Izvještaju [14] podnesenom dr. Milanu Rojcu, ondašnjem predstojniku Odjela za bogoštovlje i nastavu, Kučera je napisao:

> "U Jeni se sabralo nas oko 80 astronoma sa svih strana svijeta. U većini su dakako bili Nijemci. Najdalji su učesnici bili ravnatelj zvjezdarnice u Tacubayi (Meksiko) i ravnatelj narodne zvjezdarnice argentinske republike u La Plati, gospoda Vallé i Porro, pak ravnatelji ruskih zvjezdarnica u Pulkovi, Harkovu i Odesi gospoda Nyren, Ludwig Struve i Orbinsky. Središte, oko kojega se ti astronomi kupe svake druge godine na kongres, jest internacijonalno društvo 'Astronomische Gesellschaft', kojemu je sada sjedište u Leipzigu. U toj je udruzi sada sabrano oko 400 stručnjaka astronoma iz svih krajeva svijeta, koji se faktično bave naučnim radom na polju teoretične ili praktične astronomije. Društvu je poglavita svrha, da potiče i izvodi velike radnje astronomijske, koje ištu zajedničku suradnju od više zvjezdarnica razdijeljenu na čitav niz godina. Baš se sada svršava takva velika radnja 'Zonenkatalog der astronomischen Gessellschaft', u kojoj su izmjerena mjesta od preko četvrt milijuna nekretnica, a sada se izvode još dvije takve velike radnje o kolebanju zemaljskoga pola i o promjenljivim zvijezdama. U potonjoj bi imala sudjelovati i zvjezdarnica hrv. nar. društva preko mene." [15]

Do realizacije te ideje nije došlo zbog niza razloga, a zbog nesporazuma oko uređenja i namjene Zvjezdarnice i drugih razloga, O. Kučera je 1911. godine odustao od daljnjeg obnašanja dužnosti predstojnika. Nadzor nad Zvjezdarnicom obavljao je do sredine siječnja 1913., kad ju je, u desetoj godini njezina

postojanja, predao Odboru HPD-a, nakon čega predstojnik postaje dr. Vladoje Drapczynsky. HPD je odlučio Zvjezdarnicu urediti ponajprije za popularizaciju astronomije i obustavio je sve izdatke za njezino proširenje. Uz V. Drapczynskog, na Zvjezdarnici je radio samo Miro Mance. Nastavljena su opažanja planeta i određivanje vremena te primanja posjetitelja. Treba znati da su svi suradnici, uključujući Kučeru, svoje poslove obavljali volonterski.

S početkom Prvog svjetskog rata 1914. godine, obustavljen je rad svih društava pa je zatvorena i Zvjezdarnica. Društvo je Adamu pl. Kugleru, asistentu Zavoda za meteorologiju i geodinamiku Mudroslovnog fakulteta, povjerilo vođenje brige oko njezina inventara, a od 1915. bio je i pročelnik Astronomske sekcije. Uredio je meridijanski krug i redovito određivao točno vrijeme, a usprkos ratnom vremenu, tiskao je 1918. pomičnu kartu zvjezdanog neba u izdanju Zvjezdarnice, prvu te vrste u Hrvatskoj i na slavenskom jugu. Zvjezdarnica je u proljeće 1917. otvorena na nekoliko mjeseci, a Kugler je, u suradnji s Kučerom, uspio izdati astronomski *Kalendar Bošković* za 1918. godinu, također prvi takve vrste na slavenskom jugu. Redovito je izlazio do 1926., kad je ukinut zbog financijskih teškoća. Nakon A. Kuglera uređivao ga je matematičar dr. Željko Marković, te Kučera za 1924., 1925., i 1926. godinu. Rad na Zvjezdarnici uključivao je primanje posjetitelja, predavanja i pokazivanje nebeskih objekata. [4, 8]

1.2. Oton Kučera drugi put predstojnik Zvjezdarnice

Godine 1920. je HPD, kojim je upravljao sveučilišni profesor medicine Fran Bubanović, pozvao dr. Kučeru da ponovno prihvati upravljanje Zvjezdarnicom. Godine 1923., u dvadesetoj godini života Zvjezdarnice, zabilježeno je da ju je posjetilo 2100 ljudi, a učenici su primani u grupama. Bila je otvorena tri puta tjedno, a nedjeljom su održavana redovita promatranja Sunca. Kučeri su u početku pomagali studenti tehnike Franjo Bošnjaković, Kučerin nećak, te sin Vlaho Kučera, a potom se vratio i dr. Vladoje Drapczynski. Potporom vlade i dobrovoljnim prinosima izvršeni su popravci instrumenata. Precizno je vođen Dnevnik suradnika u dežurstvima i motrenjima. Redoviti suradnici bili su Vlaho Kučera, Franjo Bošnjaković i drugi, pretežito studenti. Među njima ističe se Bogdan Dugački, koji je nakon studija fizike bio asistent sveučilišnog profesora Stjepana Škreba. Bogdan Dugački brinuo se s profesorom Škrebom o Zvjezdarnici nakon njegova službenog preuzimanja svega inventara 1928. godine. Kučera 1926. definitivno napušta svaki javni rad, a 1931. je umro. [4, 15, 16]

Slika 4.: Oton Kučera u kupoli Zvjezdarnice

1.3. Zvjezdarnica pod upravom Geofizičkog zavoda

Nakon Kučere predstojnik Zvjezdarnice bio je direktor Geofizičkog zavoda Stjepan Škreb. Poput nekih prethodnika, zaključio da Zvjezdarnica nije pogodna za znanstveni rad i da treba poslužiti u nastavne svrhe Sveučilišta. Kratko nakon toga zaključeno je da Zvjezdarnica nije pogodna niti za tu svrhu. Godine 1934. svečilišni profesor na Geodetsko-kulturno-tehničkom odjelu Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Nikolaj Pavlovič Abakumov određivao je meridijanskim krugom geografsku širinu Zvjezdarnice. U novoosnovani astronomski opservatorij za praktičnu nastavu i znanstveni rad u Maksimiru preneseni su 1937. (kao posudba) meridijanski krug i ura njihalica. Zvjezdarnica je zapuštena i uglavnom zatvorena za posjetitelje dočekala početak Drugog svjetskog rata. Kako je smatrao hrvatski astronom Slavko Rozgaj, razlog tomu trebalo je tražiti u nerazumijevanju Zvjezdarnice kao kulturnog čimbenika i to u onim redovima koji su bili prvi pozvani da jačaju njezinu ulogu. [17] Kroz cijelo to neplodno razdoblje za Zvjezdarnicu, u prostorijama na Popovu tornju sastajalo se i djelovalo Hrvatsko prirodoslovno društvo i Astronomska sekcija. O takvoj situaciji svoje je mišljenje iznio i sveučilišni profesor mineralogije Fran Tućan, predsjednik HPD-a, prigodom ponovnog otvorenja Zvjezdarnice 1945. godine. Kritički se osvrnuo na cijelo to neplodno razdoblje, žaleći desetljeća prije rata "(...) kada je Društvo stjecajem tadašnjih prilika i nesposobnosti uprave pošlo posve krivim putem i mjesto sve šireg popularitеta, ono se svojim radom ograničavalo na uski krug učenjaka i par amatera." [16]

1.4. Djelovanje za vrijeme Drugog svjetskog rata

U Nezavisnoj Državi Hrvatskoj jedan se od prvih suradnika Zvjezdarnice Miro Mance svrstao uz one koji su smatrali da je vrijeme Zvjezdarnice na Popovu tornju isteklo. On je pisao: "Posebnički observatorij, bilo pojedinaca, bilo družtava, bit će uviek podvrgnuti raznim nepovoljnih utjecajima. To izkustvo utvrđeno je i u stranom svietu, pa cienim, da ih nije vriedno podupirati s obzirom na trajnost i trajnosti doličan razvoj." [8] Smatrao je da treba osnovati sveučilišnu zvjezdarnicu, a da bi se instrumentarij mogao uzeti iz Popova tornja. Glavni dio trebao bi se dobiti podjelom instrumentarija što ga je Kraljevina Jugoslavija dala beogradskom sveučilištu, a koji je tad bio neupotrijebljen. Nisu zabilježene neke astronomske aktivnosti tijekom rata na Zvjezdarnici, a pred kraj rata Vlaho Kučera brinuo se o prostorijama i inventaru te 1945. godine predao ključ novoj vlasti. [16]

2. Drugo razdoblje djelovanja Zvjezdarnice

2.1. Razdoblje na Zvjezdarnici do Gabrijela Divjanovića

Nakon rata i formiranja federativne Jugoslavije pod komunističkom upravom, već 1945. ponovno je organizirano Hrvatsko prirodoslovno društvo. Tako je 28. lipnja te godine utemeljena i Astronomska sekcija, koja je 9. srpnja s Marulićeva trga u Zagrebu organizirala javno promatranje pomrčine Sunca, u prisutnosti velikog broja građana Zagreba. Od 11. srpnja postala je Astronomsko-geofizička sekcija, sa zadaćom popularizacije tih znanosti putem predavanja i promatranja neba. Za pročelnika je izabran hrvatski astronom dr. Leo Randić, a za tajnika Ivan Jurković. Član Odbora Sekcije bio je pravnik dr. Gabrijel Divjanović, koji je još tijekom rata, u partizanskim redovima, napisao malu popularnu astronomsku knjižicu *Zemlja i svemir*. Knjižica je doživjela tri izdanja i nevjerojatnu nakladu od 100 000 primjeraka, što, bez obzira na okolnosti u kojima se nova komunistička vlast takvim načinom pokušavala dokazati kao narodna, svakako svjedoči i o velikom interesu za astronomiju tih poratnih godina, kad je završetak velikog svjetskog rata ulijevao ljudima novu nadu. Zvjezdarnicu je svečano otvorio tadašnji predsjednik HPD-a dr. Fran Tućan već 13. kolovoza 1945., a pročelnik Astronomsko-geofizičke sekcije dr. Leo Randić prikazao je razvitak astronomskog rada u Jugoslaviji. Dana 27. kolovoza počelo je i održavanje astronomskog tečaja te promatranja neba srijedom i subotom. Među polaznicima tečaja birani su dobrovoljni suradnici (volonteri), što je ostala praksa u idućim desetljećima, a njima je te godine održan i poseban tečaj praktične astronomije. Pod vodstvom direktora Geofizičkog zavoda dr. Josipa Goldberga održan je tečaj za nastavnike astronomije u srednjim školama, a 19. prosinca 1945. promatrana je pomrčina Mjeseca. Nabavljen je projekcijski aparat za potrebe predavanja, a predavanja za građanstvo počeli su održavati i mlađi suradnici, studenti i srednjoškolci. [8, 16]

Zvjezdarnicom je prvo vrijeme upravljao Odbor Astronomsko-geofizičke sekcije, a godine 1947., kad je došlo do podjele sekcije na Astronomsku i Geofizičku, upravitelj Zvjezdarnice postao je profesor Juraj Golubić (1947. − 1949.), koji je poduzeo inicijativu za popravak glavnog dalekozora i kupole koja je prokišnjavala. Najveći problem bio je pokvareni mehanizam za automatsko pokretanje dalekozora, koji se nije mogao osposobiti pa se moralo obavljati ručno praćenje objekata, što je otežavalo promatranja. Interes za astronomiju bio je i dalje velik te je broj evidentiranih posjetitelja prelazio tri tisuće godišnje.

Mnogo bi toga što se astronomije u Hrvatskoj tiče sigurno sasvim drukčije izgledalo da odlukom Ministarstva prosvjete školske godine 1948./1949. nije ukinuta kao predmet u srednjim školama. To je dovelo do nezaustavljivog pada djelovanja, a astronomiju dovelo u poziciju beznačajne i nepotrebne znanosti.

A sve to, kako je zamijetio dr. Slavko Rozgaj, u godini kad su na Mount Palomaru, SAD, montirali najveći dalekozor na svijetu. [17] Nepovoljan za Zvjezdarnicu bio je i premještaj profesora Golubića iz Zagreba jer je neko vrijeme ostala na brizi nekolicine mladih suradnika. Takvo stanje uvjetovalo je i polako zamiranje Astronomske sekcije, no ipak se uvijek našlo entuzijasta koji su djelatnost Zvjezdarnice održavali i bili dovoljno uporni i tvrdoglavi da ne dopuste njezino zatvaranje.

Novo razdoblje u životu Zvjezdarnice označila je uprava dr. Slavka Rozgaja (1949. − 1953.), koji je sa zamjenikom upravitelja Zlatkom Britvićem, tad studentom Prirodoslovno-matematičkog, a poslije Geodetskog fakulteta, organizirao aktiv suradnika Zvjezdarnice te se život na Zvjezdarnici ponovno počeo normalno odvijati. Zvjezdarnica je potom s Katedrom za dinamičku astronomiju i astrofiziku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu preuzela obvezu redovitog promatranja Sunca i dostave opažanja međunarodnoj ustanovi za fiziku Sunca u Zürichu. Opažanja je vodio Zlatko Britvić. Dana 2. travnja 1950. organizirano je vrlo dobro posjećeno (oko 4000 ljudi) promatranje potpune pomrčine Mjeseca s Vrazova šetališta, a te je godine Zvjezdarnicu posjetilo oko 11 000 ljudi. Zvjezdarnica je počela uspješno razdoblje popularizacije unatoč nepovoljnim uvjetima i marginalizaciji astronomije. Prihodi Zvjezdarnice ostvarivani su dotacijom Gradskog narodnog odbora Zagreba (G. N. O. Zagreba) HPD-u i dobrovoljnim prilozima posjetitelja jer se nisu naplaćivale ulaznice.

Godine 1951. ponovno se aktivirala i Astronomska sekcija s pročelnikom Milanom Butorcem, koji je obnašao i dužnost načelnika u Savjetu za prosvjetu, nauku i kulturu. Narodni odbor Grada Zagreba dao je četiri petine svote, a jednu petinu HPD, za popravke na zgradi Popova tornja, koji su stajali 250 000 dinara. 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 izradu fotografija, dobiven je nebeski globus, materijal za izradu dvaju dalekozora-reflektora, radiouređaj te veći broj knjiga i karata neba. G. N. O. Zagreba dodijelio je Zvjezdarnici izvanrednu pomoć od 1 280 000 dinara (uz redovitu dotaciju) za uređenje prostorija i instrumentarija te pripremu astronomske izložbe, stoga je četiri mjeseca bila zatvorena radi preuređivanja. Te je godine Zvjezdarnica dobila i sredstva za nabavu Zeissova dalekozora od 4″ te je time solidno obilježeno pola stoljeća od njezina otvaranja.

Prema odluci HPD-a, dr. Slavko Rozgaj je 1953. razriješen upravljanja Zvjezdarnicom, koju je privremeno preuzeo student Zlatko Britvić. Astronomska izložba, čiji je autor bio Milan Butorac, 1954. je dobila svoje mjesto u Tehničkom muzeju u Zagrebu. [4, 8, 18-20]

2.2. Zvjezdarnica pod upravom Gabrijela Divjanovića

Godine 1954. upravljanje Zvjezdarnicom povjereno je dr. Gabrijelu Divjanoviću, koji je obilježio gotovo četvrt stoljeća njezina djelovanja. Zvjezdarnica se kao glavnoj zadaći posvetila radu na popularizaciji astronomije među stanovništvom, što je iznimno uspješno obavljala. Šezdesete i sedamdesete godine bile su svojevrstan preporod u djelovanju Zvjezdarnice, a uz popularizatorski, počeo se jače razvijati i stručni rad, tj. promatranja i mjerenja koja su obavljali sudionici astronomskih tečajeva za učenike srednjih škola. Uz Gabrijela Divjanovića, na Zvjezdarnici je radio Zlatko Britvić, dipl. ing. geodezije. Djelovalo je više grupa, odnosno sekcija, kao primjerice grupa za Sunce, za promjenjive zvijezde, za vidljivost, astronautička i druge. Grupa za radioastronomiju izradila je jednostavan radioteleskop SEA (*Sudden Enhancement of Atmosferics* − iznenadno pobuđivanje atmosfere). Bio je to prijamnik s radnom frekvencijom od 27 kHz, kod kojeg promatrač na osnovi varijacije razine izlaznog signala zaključuje o promjenama u ionosferi, što znači indirektno i o promjenama na Suncu.

Slika 5.: Gabrijel Divjanović

Godine 1961. s Hvara je promatrana potpuna pomrčina Sunca, snimljene su uspjele fotografije i objavljene u izdanju HPD-a, *ABC Pomrčina Sunca 15. veljače 1961.* (autor: Milan Butorac), a 1966. je organizirana prva astronomska ekspedicija izvan SFR Jugoslavije, u Tursku, na promatranje prstenasto-totalne pomrčine Sunca (20. svibnja 1966.) u Ayvalik. Turski astronomi iskolčili su središnju liniju jer je bila široka svega 300 metara. Cijela je ekipa bila raspoređena po središnjoj liniji. Prvi dio ekipe određivao je kontakte uz pomoć kronografa, pet jednostavnih dalekozora i triju zapornih ura, drugi dio činila je fotografska ekipa, uz pomoć dvaju Zeissovih refraktora svjetlosne jačine 1 : 10, astrografa i dviju običnih fotografskih kamera za snimanje svih faza na istoj ploči, a treći dio ekipe mjerio je temperaturu zraka svakih pet minuta. [8, 20-22]

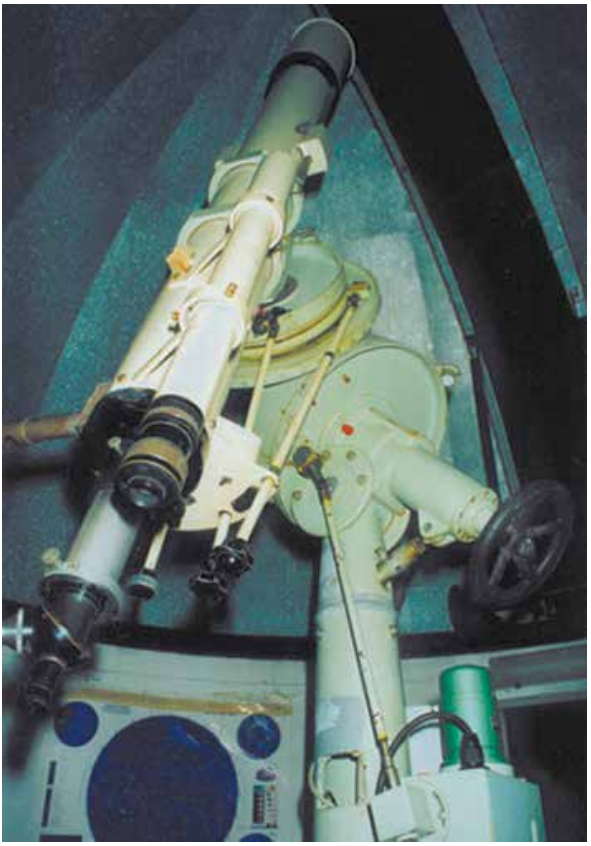
Grupa mladih iz tog razdoblja zanosila se pacifističkim idejama, tad vrlo izraženim u svijetu, u intelektualnim krugovima okrenutim prema prisutnoj ratnoj opasnosti u izraženoj blokovskoj podjeli i prisutnosti tzv. hladnog rata. Taj je pacifizam najbolje izražen u njihovu znanstveno-fantastičnom djelu o atomskom uništenju Zemlje, koje je inicirao G. Divjanović, knjizi *Drama u svemiru*, tiskanoj 1960. godine (drugo izdanje 1966. godine, a treće u znanstveno-popularnom časopisu Hrvatskog prirodoslovnog društva *Priroda* 1995. godine). Tih se godina na Zvjezdarnici učio univerzalni svjetski jezik esperanto, koji je trebao poslužiti kao miroljubivi put za kontakte sa svim državama u kojima postoje istomišljenici. *Drama u svemiru* već je 1961. tiskana u prijevodu na esperanto kao *Tragedio en la Universo* (preveo esperantist Ivo Rotkvić) te je putem esperantista obišla cijeli svijet, a na Zvjezdarnici je tih godina djelovala i astronomska esperantska radiostanica − član Radio-kluba Zagreb, jedina takve vrste u svijetu. Pacifizam i esperanto rezultirali su i stvaranjem međunarodnog esperantsko-astronomskog Kampa prijatelja mira u Primoštenu, gdje su se ljeti susretali astronomi i esperantisti iz svih krajeva svijeta, a na terasi restorana djelovala je turistička zvjezdarnica. [8, 23, 24] G. Divjanović je Zvjezdarnicu 1967. uključio i u hrvatski Pagvaški pokret, na čijem je čelu bio akademik Ivan Supek. Svjetski Pagvaški pokret oformljen je 1962. 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."

Slika 6.: Planetarij u Tehničkom muzeju *Nikola Tesla*

Povodom 80-te obljetnice HPD-a, njegova Astronomska sekcija kupila je 1965. za Zvjezdarnicu školski Zeissov planetarij koji je smješten 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*. Planetarij je prvo vodila Branka Römer, mlada suradnica Zvjezdarnice, a potom od 1972. do 2016. dugo i iznimno uspješno još jedan iz "zvjezdarničke škole", Ante Radonić. [4, 8, 25]

Povodom 60-te obljetnice Zvjezdarnice, kao izraz priznanja za rad s mladeži, Sabor SR Hrvatske odobrio je kupnju Zeissova refraktora promjera objektiva 13 cm i s elektronskim praćenjem. Uređaj je montiran 1966. i zamijenio je stari Kučerin teleskop koji je pohranjen u Tehnički muzej u Zagrebu, kraj Planetarija. Zeiss je 1964. na jesenskom velesajmu u Zagrebu izložio refraktor od 5″, koji je po dimenzijama potpuno odgovarao kupoli. Dimenzije su mu 130 : 1950, dugofokalni, odnos 1 : 15. Objektiv je izrađen za vizualna promatranja. Imao je šest okulara s povećanjima 31, 49, 78, 122, 195 i 327 puta, filtre, okularni spektroskop i kružni mikrometar te niz drugih pomoćnih uredaja. Prije montaže obnovljena je kupola i izrađeno novo betonsko postolje za novi refraktor. Zbog nedostatka sredstava, zvjezdarnička mladež dobrovoljno je sama napravila betonski temelj i brojne druge potrebne radove. [8, 20, 21]



Slika 7.: Zeissov teleskop montiran 1966.

Zvjezdarnica je u tom razdoblju izdavala časopis *Zemlja i svemir*, pokrenut 1956. godine. Od 1956. do 1958. glavni urednik bio je mladi suradnik Oliver Wittasek, a odgovorni urednik dr. Leo Randić, a potom su se smjenjivali drugi urednici dok ga s brojem 3-4 školske godine 1968./1969. nije preuzeo Gabrijel Divjanović i od časopisa koji je dotad imao malu nakladu ubrzo stvorio iznimno popularan astronomski časopis. Godine 1970. promijenio mu je ime u *Čovjek i svemir*, sukladno svojim razmišljanjima o humanistički angažiranom časopisu. Pod tim je imenom časopis počeo, uz svrhovitu propagandu, iznimno uspješan pohod diljem SFR Jugoslavije, da bi 1971. dostigao nakladu od 70 000 primjeraka, što je za astronomski časopis bilo puno i u svjetskim razmjerima, a svakako je pokazalo interes najširih slojeva za astronomiju. Uspjeh časopisa otvorio je vrata novim djelatnicima Zvjezdarnice, profesorici Mariji Divjanović, supruzi Gabrijela Divjanovića, koja je prešla iz HPD-a na mjesto lektora i pomoćnicu glavnog urednika, i Ernestu Brajderu, koji je bio zadužen za administraciju u svezi s časopisom (uprava časopisa). Časopis je prevođen na

esperanto i pod nazivom *Homo kaj Kosmo* (1963. − 1986.), godinama je čitan u esperantskim krugovima diljem globusa. Velikoj popularnosti časopisa, Zvjezdarnice i Planetarija pogodovala je i svemirska era čovječanstva koja je počela uspješnim lansiranjem sovjetskog satelita *Sputnjik 1* dana 4. listopada 1957. te se nastavila u međusobnom nadmetanju SSSR-a i SAD-a, osvajanju Mjeseca i lansiranju brojnih svemirskih letjelica. Stoga je astronautika uključena i danas u nazivu Astronomsko-astronautičkog društva *Zagreb* te u dugogodišnjoj suradnji Zvjezdarnice s Tehničkim muzejom *Nikola Tesla* i Planetarijem. [4, 8, 26]

Krajem šezdesetih godina u prizemlju zgrade u Opatičkoj 22 djelovala je i radionica u kojoj su astronomi-amateri, puni dobre volje i entuzijazma, brusili zrcala i izrađivali dijelove za vlastite teleskope. Brojni mladi suradnici Zvjezdarnice desetljećima su snimali nebeske pojave na crno-bijele filmove i sami ih razvijali te izrađivali fotografije u tamnoj komori. Snimanja sa Zvjezdarnice provođena su uz pomoć teleskopa ili astrografa. [8, 27]

2.3. G. Divjanović i Zvjezdarnica kao samostalna ustanova

Divjanović je od 1954. upravljao Zvjezdarnicom, ali je zbog političkih razloga, kao politički kažnjenik s Golog otoka, bio prvo vrijeme u formalnom statusu ekonoma kako bi se izbjegli problemi s vlastima. Poslije je i formalno postao direktor Zvjezdarnice. U dogovoru s HPD-om oformio je 1971. Zvjezdarnicu kao samostalnu ustanovu. Neovisnost Zvjezdarnice bila je prilika za još slobodnije i bolje djelovanje u popularizaciji astronomije te stručnom i znanstvenom radu, kao i zapošljavanju novih djelatnika. Iste godine osnovano je na Zvjezdarnici Astronomsko-astronautičko društvo SR Hrvatske (AAD SRH), kao nastavljač Astronomske sekcije, u novim okolnostima Zvjezdarnice kao samostalne ustanove. Društvo je počelo razvijati suradnju s astronomima-amaterima na području Hrvatske i okupljati ih te stimulirati osnivanje novih astronomskih društava. Veliku važnost u ostvarivanju komunikacije imao je časopis *Čovjek i svemir*. U suradnji sa Zvjezdarnicom, AAD SRH je za učenike organizirao astronomske tečajeve za koje je uvijek vladao velik interes te je 1971. zabilježen rekord od više od 700 sudionika sa zagrebačkog područja. Zbog neadekvatnog prostora za tako velik broj učenika, održavala su se dva ili tri usporedna tečaja. [8, 28, 29]

Suradnici Zvjezdarnice pod vodstvom Zlatka Britvića pripremali su mlade astronome amatere za sudjelovanje na Republičkom i Saveznom natjecanju iz astronomije Pokreta "Nauku mladima", na kojima su godinama po rezultatima bili u samom vrhu. Mladi suradnici Zvjezdarnice također su bili aktivni u praćenju stalnih i povremenih nebeskih fenomena: pomrčina Mjeseca i Sunca, pojavi supernovih zvijezda, repatica, prolazu Merkura ispred Sunčeve ploče i drugo, a 1971. je počelo i organiziranje meteorskih ekspedicija. Puno je pozornosti

Slika 8.: Druženje zvjezdarničke mladeži

posvećeno suradnji s astronomima-amaterima iz stranih zemalja te su suradnici Zvjezdarnice sudjelovali na više njihovih međunarodnih kongresa. Posebno dobra suradnja u tom razdoblju ostvarena je s mađarskim astronomima-amaterima.

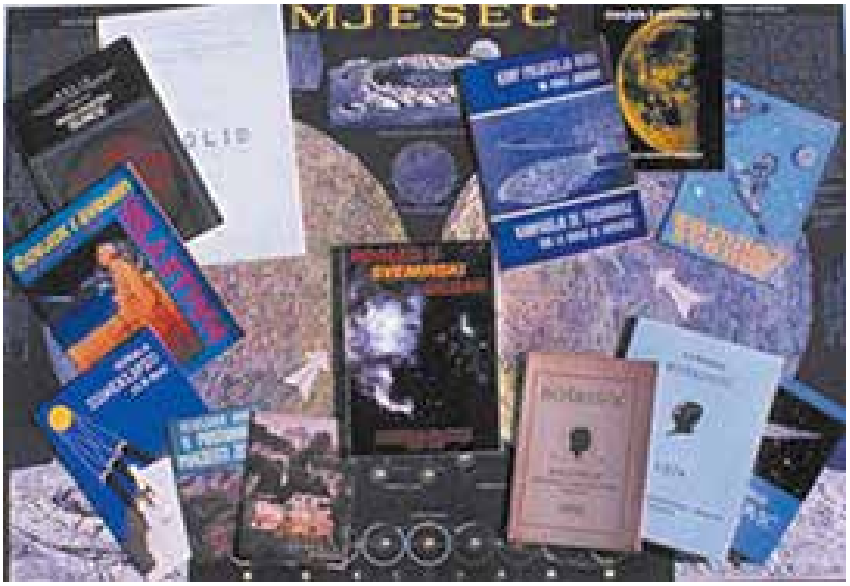
U sedamdesetoj godini djelovanja, 1973., Zvjezdarnica se uključila u svjetsku proslavu 500-te obljetnice rođenja Nikole Kopernika. U suradnji s Tehničkim muzejom i voditeljem Planetarija Antom Radonićem otvorena je izložba, a suradnica Zvjezdarnice Tatjana Kren održala je u Tehničkom muzeju predavanje o životu i radu slavnog poljskog astronoma. Tekst predavanja objavljen je u posebnoj, tehnički skromno opremljenoj publikaciji *Nikola Kopernik i njegovo djelo*. Poljsko astronomsko društvo "Nikola Kopernik" odlikovalo je medaljom Kopernika, za posebne zasluge u proslavi Kopernikova jubileja, predsjednika JAZU akademika Grgu Novaka i trojicu suradnika zagrebačke Zvjezdarnice: dr. Žarka Dadića, Zlatka Britvića i dr. Gabrijela Divjanovića. Mladi suradnik Zvjezdarnice Gustav Kren, strojarski tehničar, modelirao je Kopernikovu plaketu koja je poslana u Poljsku, u Kopernikov muzej. Iste je godine postao stručni djelatnik Zvjezdarnice, gdje je uspješno djelovao u dugom razdoblju od 43 godine, pri čemu je uz ostalo bio predsjednik Saveza astronomskih društava Hrvatske (1985. − 1989.), kao i dugogodišnji predavač te glavni voditelj Astronomskih ljetnih škola u Prvić Luci i Brodarici kod Šibenika od 2004. do 2006. godine. [4, 30] Godine 1974. pokrenuo je glasilo AAD-a SR Hrvatske *Bolid*, stručni časopis za objavljivanje opažačkih i drugih radova iz astronomije. Uz

ostalo, *Bolid* je ispunio prazninu koja je nastala zbog prestanka izlaženja *Almanaha Bošković*. Uskoro je počeo izlaziti *Mali astronomski godišnjak* za iduću godinu te su time astronomi-amateri imali dostupne osnovne podatke potrebne prilikom astronomskih promatranja. [8, 26]

Zlatko Britvić objavio je 1969. preglednu kartu Mjeseca te 1970. kartu Mjeseca, a 1975., u izdanju Zvjezdarnice, Gustav Kren i Tatjana Vranić-Kren izdali su prvu kartu zvjezdanog neba u SR Hrvatskoj, koja je tiskana u pet izdanja Zvjezdarnice (tri izdanja 1975., 1977. i 1980.), a za još tri izdanja Zvjezdarnica nije bila izdavač. Za njom je slijedila karta Sunčeva sustava 1977. (autori: Gustav Kren, Tatjana Vranić-Kren i Čedomir Igaly) i vrteća karta neba (Gustav Kren i Tatjana Kren 1985. i 1990.) te Gustav Kren 1996. [4, 8, 31]

Sedamdesetih godina na Zvjezdarnici su se povremeno održavale prigodne izložbe kao, npr., ona posvećena hrvatskom astronomu dr. Slavku Rozgaju te ruskom astronomu Voroncov-Veljaminovu, koje je osmislio suradnik Goran Ivanišević. Zvjezdarnicu su tih godina, zahvaljujući njezinu suradniku sveučilišnom profesoru Leu Randiću, posjetili i poznati svjetski astronomi: E. R. Mustel, M. S. Zvjerev, G. P. Kuiper i W. Zonn, što je u stručnom pogledu puno značilo njezinu afirmaciju.

U razdoblju nakon Drugog svjetskog rata bilo je pokušaja nastavljanja i dugogodišnje tradicije *Kalendara Bošković* te je od 1950., uz prekide do 1976., izlazio *Almanah Bošković*. Prvi urednik bio je sveučilišni profesor Radovan Vernić, osnivač Katedre za dinamičku astronomiju i astrofiziku na PMF-u, a



Slika 9.: Neka izdanja Zvjezdarnice

zatim su urednici bili Radovan Vernić i Zlatko Britvić, niz godina prof. dr. Leo Randić, a zadnja dva izdanja, 1974. i 1976. godine, uredio je matematičar i povjesničar egzaktnih znanosti Žarko Dadić.

Ljetni astronomski kampovi počeli su spomenutim primoštenskim Kampom prijatelja mira. Astronomsko-astronautičko društvo SR Hrvatske nastavilo je organizirati kampove u suradnji s Pokretom "Nauku mladima" na Cresu, Hvaru, u Malom Lošinju, Fažani, a od 1980. do 2004. u Prvić Luci kod Šibenika, potom u Brodarici kod Šibenika i Josipdolu kod Ogulina. [4, 8, 20, 21]

Godine 1972. osnovan je Opservatorij *Hvar*, izgrađen u suradnji Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Astronomskog instituta Čehoslovačke akademije znanosti. Od velike važnosti bilo je osposobiti potreban broj hrvatskih opažača za Opservatorij te je logična bila suradnja sa Zvjezdarnicom, koja se pokazala kao rasadnik studenata fizike i geodezije. Već 1973. suradnici Zvjezdarnice i članovi AAD-a SR Hrvatske sudjelovali su u stručnom radu i promatranju Sunca i ostalih nebeskih objekata na Opservatoriju *Hvar* i u okviru razmjene stručnjaka na osobnom usavršavanju s opservatorijem *Ondřejev* blizu Praga. Stručni suradnik Zvjezdarnice Gustav Kren određuje redukcijski faktor za opažanje pjega na Zvjezdarnici (Kren et al., 1984.) i sudjeluje u opažanjima tijekom međunarodne akcije Godina Sunčevog maksimuma, te zajedničkim opažanjima s Opservatorijem *Metsaehovi* (Urpo et al., 1985.). Od 1973. do 1982. na Opservatoriju *Hvar* stjecali su iskustva u astronomskim opažanjima G. Kren i još 14 amatera astronoma sa Zvjezdarnice. Petorica od njih postala su vrsni znanstvenici vezani uz Opservatorij *Hvar*: Bojan Vršnak, Hrvoje Božić, Krešimir Pavlovski, Roman Brajša (astrofizičari) i Drago Špoljarić (geodetska astronomija). Suradnici Zvjezdarnice su već kao studenti sudjelovali u istraživačkom radu Opservatorija *Hvar*, što je rezultiralo početkom niza stručnih i znanstvenih radova. Zvjezdarnica nije nikad prekinula veze sa svojim bivšim suradnicima pa je tako astrofizičar Vladimir Ruždjak s Opservatorija *Hvar* Geodetskog fakulteta od 1980. do 1982. bio predsjednik AAD-a SRH, a takva praksa nastavlja se i danas. Također je nastavljana suradnja sa Zvjezdarnicom prilozima u časopisima *Čovjek i svemir* i *Bolid*. Oni koji nisu za životno zvanje odabrali astrofiziku, a prošli su "zvjezdarničku školu", mogu se naći u najrazličitijim strukama, od matematike, fizike, kemije i ostalih prirodnih znanosti do društvenih i humanističkih znanosti, u javnim medijima, redovima vojske i u politici. Neki su uspješne znanstvene karijere ostvarili u inozemstvu, a počeli su se astronomijom baviti na Zvjezdarnici i Opservatoriju *Hvar*. [4, 8, 9, 16, 31-34]

Desetljeće nakon prve ekspedicije u Tursku, godine 1976., pružila se ponovno prilika, zaslugom Stjepana Šuntića, dugogodišnjeg iznimno aktivnog astronoma amatera, tadašnjeg predsjednika AAD-a SRH, organizirati ekspediciju u Tursku, na promatranje prstenaste pomrčine Sunca. Mjesto promatranja 29.

travnja 1976. u Turskoj bio je Turgutreis (Karatoprak) kod Bodruma na obali Egejskog mora, a trajanje prstenaste faze za mjesto promatranja bilo je približno 6,5 minuta dok je "širina" prstena u maksimalnoj fazi iznosila nešto manje od jedne kutne minute. Članovi ekspedicije bili su podijeljeni u radne grupe: služba vremena, geofizička mjerenja, aktivnost ionosfere za vrijeme pomrčine s pomoću specijalnog SEA prijamnika za registraciju dugih valova, vizualno određivanje kontakata uz pomoć dalekozora AT-1, fotografiranje faza pomrčine radi određivanja kontakata i tijeka pomrčine, praćenje pomrčine na jednom negativu te mjerenje "promjene" Sunčeve rasvjete s pomoću nebaždarenog LUX-metra. U ekspediciji su sudjelovali nagrađeni povjerenici časopisa *Čovjek i svemir*, profesori i nastavnici, te je za njih i mjesno stanovništvo organizirano promatranje tijeka pomrčine na projekcijski ekran, dalekozorima Vega fi 46/700 mm i Turist-2, 20 x 50.

Slika 10.: Ekspedicija na prstenastu pomrčinu Sunca u Turskoj na mjestu promatranja

Sljedeće, 1977. godine, Stjepan Šuntić organizirao je ekspediciju Stazama Galileja u Italiju. Sudionici su posjetili velike talijanske opservatorije, što je u stručnom pogledu bilo iznimno korisno, posebice za mlade, koji su dobili priliku vidjeti opremljenost velikih profesionalnih zvjezdarnica. Uz astronome amatere sudjelovali su nagrađeni povjerenici časopisa *Čovjek i svemir*.

Godine 1975. djelatnik Zvjezdarnice postao je novinar Ante Martinović koji je dotad radio u HPD-u. Postao je zamjenik glavnog urednika časopisa *Čovjek i svemir.*

Dana 1. ožujka 1978. Gabrijel Divjanović otišao je u mirovinu, a za novog djelatnika Zvjezdarnice primljen je profesor geografije Zdenko Marković. Novi direktor Zvjezdarnice postao je Zlatko Britvić. Zvjezdarnica je te godine prigodnim predavanjem proslavila sedamdeset petu obljetnicu djelovanja. [4, 8, 20-22]

3. Treće razdoblje djelovanja Zvjezdarnice

3.1. Zvjezdarnica pod upravom Zlatka Britvića

Zvjezdarnica i AAD SRH organizirali su ekspediciju na pomrčinu Sunca 16. veljače 1980. godine u Keniju. Zona totaliteta pružala se od Atlantskog oceana preko središnje i istočne Afrike, Indijskog oceana, preko Indije i Burme do južne Kine. Pojas potpune pomrčine bio je širok 150 kilometara, a izvan njega vidjela se djelomična pomrčina Sunca. Hrvatski astronomi izabrali su mjesto promatranja u jugostičnoj Keniji, uz obalu Indijskog oceana, gdje je središnji dio pomrčine trajao najdulje, četiri minute i šest sekundi. Promatračka stanica bila je četrdesetak kilometara sjeverno od Malindija. Fotografiranje pomrčine obavile su grupe opremljene sljedećim teleskopima: Celestron 8, (Schmidt-Cassagrein 200/2000 mm) i Zeiss refraktor 79/1200 mm te teleobjektivima: Maksutov 100/1085 mm i Zenit 65/300 mm. Totalitet je uglavnom sniman preobratnim filmovima u boji, dijapozitivima, a za djelomične faze korištene su crno-bijele emulzije. Televizijskom kamerom sniman je cijeli tijek pomrčine pa su te snimke iskorištene u putopisnoj reportaži o Keniji na zagrebačkoj televiziji. Aktinometrom je mjerena promjena intenziteta Sunčeva zračenja za vrijeme pomrčine (direktno zračenje), a globalno zračenje mjereno je piranometrom. Također su bilježeni i meteorološki podaci, odnosno temperatura, vlaga, tlak zraka te smjer i brzina vjetra. [8, 20-22]

Godine 1980. priređena je na Zvjezdarnici zanimljiva izložba dječjih radova na svemirske teme, posvećena Godini djeteta, pod naslovom *Djeca i svemir* (autor: Maja Šuveljak). U radu s učenicima Zvjezdarnica se pokazala kao centar izvrstnosti. [4, 35]

Zlatko Britvić pokrenuo je u razdoblju upravljanja Zvjezdarnicom izdavanje niza Seminarski radovi. Broj 1 u nizu bilo je izdanje: Zlatko Britvić: *Optički astronomski teleskopi*, 1981., a potom su iste godine slijedili: Zlatko Britvić: *Elongacije i faze planeta i Mjeseca*, Davorin Kresonja: *Astronomska vidljivost,* te 1982. godine: Čedomir Igaly: *Kompjutorski atlas neba* i Zlatko Britvić: *Sunčani satovi*. [31]

Britvićeva namjera za promjenom utvrđene koncepcije Zvjezdarnice poremetila je do 1981. međuljudske odnose djelatnika te odnose s brojnim vanjskim suradnicima do te mjere da se krizna situacija proširila izvan njezinih zidova. U odsutnosti Z. Britvića, koji je od jeseni 1982. bio na bolovanju, v. d. direktori su (po nekoliko mjeseci) bili Marija Divjanović (1982./1983.) te Gustav Kren (1983.). Nakon toga uvedena je prinudna uprava te je prinudni upravitelj Zvjezdarnice, odlukom Skupštine Grada Zagreba, 1983. godine postao dr. Nikola Ljubešić, biolog s Instituta *Ruđer Bošković*, vrlo sklon astronomiji i Zvjezdarnici, koji je uložio puno truda da se nastala situacija najbezbolnije prevlada. Kriza je riješena raspuštanjem Zvjezdarnice s danom 30. lipnja 1984. godine. Od 1. srpnja upravu nad Zvjezdarnicom preuzeo je ponovno HPD, a na temelju javnog natječaja u radni odnos su primljeni Zdenko Marković i Gustav Kren.

Osamdeseta obljetnica Zvjezdarnice 1983., unatoč nezavidnim okolnostima svečano je proslavljena. Postavljena je izložba o radu Zvjezdarnice od 1903. do 1983. godine, koju je pripremila sama Zvjezdarnica (autor: Goran Ivanišević), uz pomoć članova Astronomsko-astronautičkog društva Zagreb, a upotpunili su je svojim radovima članovi astronomskih društava iz Čakovca (Strahoninca), Rijeke, Pitomače, Pule, Šibenika, Virovitice i Višnjana. Svečanosti su prisustvovali brojni uzvanici, članovi astronomskih društava i građani. Pozdravni govor održao je dr. Nikola Ljubešić, a Tatjana Kren predavanje o proteklih osamdeset godina Zvjezdarnice. Prigodnim riječima o radu Zvjezdarnice govorili su dr. Pavle Gregorić, dr. Gabrijel Divjanović te prof. dr. Leo Randić. [8, 20]

3.2. Zvjezdarnica HPD-a bez imenovanog upravitelja

Ukidanje Zvjezdarnice kao samostalne ustanove, u kojoj je svojedobno bilo zaposleno čak šest djelatnika (Zlatko Britvić, Gabrijel Divjanović, Marija Divjanović, Gustav Kren, Ante Martinović, Zdenko Marković, honorarni računovođa i čistačica), te uvođenje prinudne uprave nepovoljno se odrazilo na njezinu djelatnost. Kadrovski sastav znatno je smanjen, na samo dvojicu zaposlenih, a pojavili su se brojni dodatni problemi zbog renoviranja kompleksa zgrade u Opatičkoj 22, koju, uz Muzej grada Zagreba, dijelom koristi Zvjezdarnica. Briga o Zvjezdarnici ponovno je povjerena HPD-u, no vrlo brzo joj je dan autonomni status unutar HPD-a, što je znatno pridonijelo rješavanju problema preuređenja njezinih prostorija i djelatnosti.

Osamdesetih godina Zvjezdarnica počinje skromnim koracima obnavljati svoju izdavačku djelatnost. Isprva kao posebna izdanja časopisa *Bolid* izlaze iz tiska knjižice: Željko Andreić, *Amaterska izrada dalekozora*, 1984.; Goran Ivanišević, *The Dictionary of Extragalactic Astronomy Terms*, 1985.; Gustav Kren

(ur.), *XIX omladinski astronomski kamp*, Prvić Luka 16-26.07.1987. Zbornik predavanja, 1987.; Željko Andreić, *Astronomija za najmlađe*; Tatjana Kren, *Zapažanja astronomskih (nebeskih) pojava u poslovicama našeg naroda. Studija o poslovicama s astronomskom tematikom*, 1989.; Roman Brajša, Gustav Kren, Dragan Roša, Vladimir Ruždak, Bojan Vršnak, *Naša zvijezda Sunce*, 1990.; Goran Ivanišević, *Leksikon izvangalaktičke astronomije,* 1991.; te Valter Martinolić, *Biranje teleskopskog povećanja,* 1992., a godine 1993. u izdanju Zvjezdarnice izlazi knjiga: Drago Roša, *Opća astronomija, I dio* te potom *Pogled u svemirski ocean* (ur. Zdenko Marković), u spomen 90. obljetnice Zvjezdarnice u Zagrebu 1903. − 1993. i Drago Roša: *Opća astronomija, II dio*, 1995. Kao izvanredni dvobroj časopisa *Čovjek i svemir* tiskana je 1986. godine knjižica: Bojan Vršnak i drugi, *Halley '86*. [4, 31]

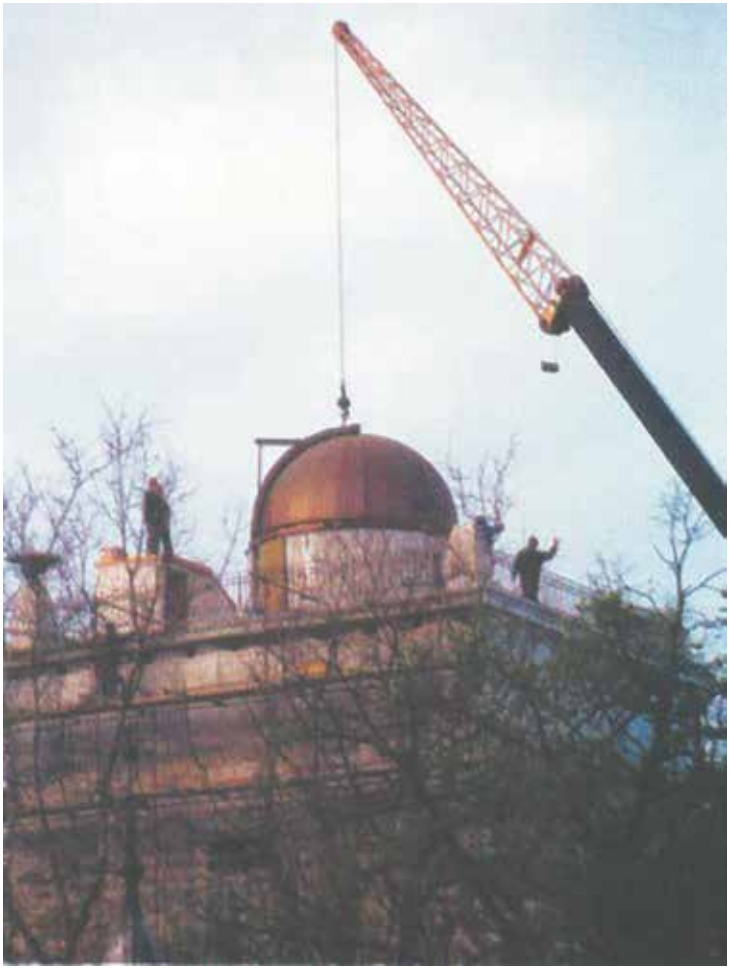
U rujnu 1984. počeli su radovi na uređenju Muzeja grada Zagreba, u sklopu kojih je počelo i uređenje Popova tornja. Građevinski radovi otežavali su promatranja te održavanje predavanja i promatranja za građanstvo. U vrlo teškim uvjetima, sa skelama i otežanim pristupom do terase, na Zvjezdarnici su ipak brojni Zagrepčani, još krajem 1985. pa do travnja 1986., promatrali Halleyjev komet, da bi od travnja 1986. bio u potpunosti nemoguć pristup do terase. U cijelom tom razdoblju Muzej grada Zagreba i neki drugi krugovi vodili su nerazumljivu i nelogičnu borbu za uklanjanje Zvjezdarnice s Popova tornja, ne poštujući njezinu kulturno-povijesnu vrijednost za hrvatsku kulturu i znanost. Na sreću, Skupština Grada Zagreba te SIZ znanosti Republike Hrvatske dotacijom su omogućili uređenje terase te novih prostorija u potkrovlju zdanja u Opatičkoj ulici 22. Tako je, zahvaljujući početku preuređenja Gornjeg grada, Zvjezdarnica napokon dobila suvremeno uređen prostor, novu kupolu i nužnu opremu.

Zvjezdarnica je 1986. organizirala astronomsku ekspediciju za praćenje Halleyjeva kometa u Asuan (Egipat), kamo je avionom odletjela malobrojna hrvatska ekipa (Zdenko Marković, Gustav Kren i Darko Dragojević), zajedno s još dvjema ekipama iz bivše Jugoslavije, sarajevskom (Muhamed Muminović i Milorad Stupar) i novosadskom, koju je vodio Jaroslav Francisti. [8]

Krajem 1986. Z. Markoviću i G. Krenu pridružio se novi djelatnik Zvjezdarnice, profesor fizike Dragan Roša. Godinu 1990. i višestranačke izbore te ulazak u novo doba hrvatske povijesti Zvjezdarnica je dočekala zatvorena za građanstvo, u građevinskim radovima, s demontiranim teleskopom. Ali, u podrumu zgrade uporno je nastavila rad na popularizaciji astronomije preko svojih časopisa *Čovjek i svemir* i *Bolid* i stalnim kontaktima sa zainteresiranim građanima i predavanjima školskim grupama. Članovi Astronomsko-astronautičkog društva (AAD) Zagreb u više su navrata u Zagrebu organizirali promatranja neba za građanstvo prenosivim teleskopima. [20]

3.3. Osnivanje Hrvatskog astronomskog društva

Nova kupola Zvjezdarnice dovršena je u travnju 1991. u pogonu *Strojoservisa* u Podsusedu. Iste godine, 2. srpnja, umro je Gabrijel Divjanović. Postavljanje kupole omeo je početak Domovinskog rata. U Podsusedu je dočekala 1992., a postavljena je na terasu Zvjezdarnice u samostalnoj hrvatskoj državi, 9. travnja te godine. Za novi teleskop, međutim, zbog Domovinskog rata i ostalih okolnosti, nije u tom razdoblju bilo moguće dobiti sredstva te je u novu kupolu vraćen stari Zeissov refraktor, koji je za 90-tu obljetnicu Zvjezdarnice, 1993. godine, ponovno počeo služiti stanovnicima Republike Hrvatske. Zvjezdarnica je time ušla u aktivno deseto desetljeće djelovanja.



Slika 11.: Postavljanje nove kupole

Nakon osamostaljenja Hrvatske, u okviru osnivanja nacionalnih strukovnih udruga, s obzirom na to da su postojali kadrovi profesionalno uključeni u astronomska istraživanja kao i sveučilišnu nastavu, pretežito djelatnici Opservatorija *Hvar*, a također nastavnici koji su godinama aktivno sudjelovali u edukaciji i popularizaciji astronomije te entuzijasti okupljeni u astronomskim udrugama, odlučeno je osnovati strukovnu astronomsku udrugu − Hrvatsko astronomsko društvo (HAD). Osnovano je 1. travnja 1992. na Geodetskom fakultetu, a za prvog predsjednika izabran je akademik Žarko Dadić. Aktualni predsjednik je dr. sc. Dragan Roša. Ciljevi HAD-a su razvijanje znanstvene, obrazovne i kulturne djelatnosti u području astronomije, astrofizike i srodnih područja znanosti. Pritom je naglasak stavljen na poticanje osnovnih znanstvenih istraživanja, razvijanje međunarodne suradnje, populariziranje rezultata i primjene znanosti te rada na unapređenju nastave u osnovnim, srednjim, višim i visokim školama u Hrvatskoj. Iste godine osnovane su dvije sekcije: nastavna i znanstvena. Godine 1993. HAD postaje član Europskog astronomskog društva (*European Astronomical Society* − EAS) te 1994. član Međunarodnog astronomskog saveza (*International Astronomical Union* − IAU). [36]

Od 1995. održavaju se pod okriljem HAD-a državni susreti i natjecanja iz astronomije za učenike osnovnih i srednjih škola (bivši Pokret "Nauka mladima" u okviru "Narodne tehnike"), seminari za nastavnike, a od 2005. Ljetne astronomske škole u Prvić Luci, u Brodarici kraj Šibenika te u Josipdolu kraj Ogulina. U organizaciji ili pod pokroviteljstvom HAD-a održavaju se i znanstveni skupovi kao što je Prvi hrvatski astronomski kongres 6. prosinca 1993. u Zagrebu te niz Hvarskih astrofizičkih kolokvija (Hvar Astrophysical Colloquia 1997., 2000., 2002. i 2004. godine). Također, HAD sudjeluje u obilježavanju Dana Zagrebačke zvjezdarnice, koji se tradicionalno održava 5. prosinca. [37-39]

3.4. Zvjezdarnica pod upravom dr. sc. Dragana Roše

Devedeseta obljetnica Zvjezdarnice očekivana je kao prekretnica u radu jer su konačno stvoreni uvjeti za ponovno uspostavljanje njezine cjelokupne djelatnosti. Obljetnica je proslavljena u novom i preuređenom prostoru, premda skučenom u odnosu na prijašnje stanje, Danima hrvatske astronomije 1993., s dotad najbogatijim događanjima. Bio je to cijeli tjedan zapaženih događanja. Pokroviteljstvo proslave prihvatio je predsjednik Hrvatske dr. Franjo Tuđman, a njegov izaslanik profesor Nevio Šetić zaželio je Zvjezdarnici daljnje uspjehe. Priznanje Zvjezdarnici odala je Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti preko akademika Sibe Mardešića, a u ime Hrvatskog prirodoslovnog društva dobrim željama pridružio se akademik Vlatko Silobrčić. Jedino nisu bili nazočni predstavnici Skupštine Grada Zagreba, koji su se ispričali. Na Zvjezdarnici je, nakon predstavljanja u Virovitici, otvorena izložba fotografija svemira *Sjaj nebesa*

(autori: Wolfgang Peach, dipl. ing., Hannover, Zlatko Kovačević, prof., Virovitica i Tatjana Kren, prof., Zagreb), koja je zatim bila postavljena u Tehničkom muzeju u Zagrebu 1995., Domu kulture u Šibeniku 1995., te u Galeriji *Kuna* u Osijeku u svibnju 1996. godine. Pozvano predavanje održao je dr. sc. Pavel Zlobec s opservatorija u Trstu, s temom iz radioastronomije. Damir Mikuličić, dipl. ing., govorio je u Kulturno informativnom centru o mogućnostima života u svemiru. U Gimnaziji Lucijana Vranjanina dr. sc. Krešimir Pavlovski poveo je slušateljstvo u daleki svemir, dok je Ante Radonić u Planetariju Tehničkog muzeja pokazivao uvijek vedro nebo. Održan je seminar za nastavnike koji je vodio dr. sc. Vladis Vujnović te Prvi sabor astronoma amatera Hrvatske, koji je organizirao dr. sc. Bojan Vršnak. Građanima Zagreba je pokraj kule Lotršćak, Celestronom 8, nuđen pogled u nebeski svod. Prigodni susreti generacija koje su prošle Zvjezdarnicom, na datum njezina osnutka, uvijek su bili događaji bogati susretima, sjećanjima i planovima te je tako bilo i tad, s brojnim sudionicima.

Trećeg dana predstavljene su nove knjige u izdanju Zvjezdarnice. Tiskana je spomenica pod naslovom *Pogled u svemirski ocean.* Urednički posao obavio je profesor Zdenko Marković, višegodišnji urednik časopisa *Čovjek i svemir*, a sabrani su članci koji daju pregled dostignuća astronomskih istraživanja u XX. stoljeću, kao i prikaz astronomije u Hrvata, s posebnim osvrtom na djelovanje Zvjezdarnice. Potom je Tatjana Kren održala predavanje o povijesti Zvjezdarnice, a akademik Žarko Dadić o povijesti hrvatske astronomije. O znamenitim zvjezdoznancima koji su bili povezani sa Zvjezdarnicom govorio je mr. sc. Goran Ivanišević, a o aktivnosti mladih na Zvjezdarnici Sanjin Kovačić. Sjećanje na obiteljske priče o svojem djedu Otonu Kučeri evocirala je Jelena Kučera. O Kučeri je govorio i zrakoplovni stručnjak i povjesničar hrvatskog zrakoplovstva i tehnike Boris Puhlovski.

Četvrti je dan (6. prosinca) donio još jednu važnu novost za hrvatsku astronomiju: održan je Prvi hrvatski astronomski kongres, koji je organizirao dr. sc. Krešimir Pavlovski. Bile su priopćene teme iz astrofizike, kozmologije, fizike plazme, astronomije, povijesti astronomije i terminologije.

Petog je dana dr. sc. Vladis Vujnović održao predavanje o planetima u Centru za kulturu *Trešnjevka*, uz citate iz Kučerina *Našeg neba* te plesnoj koreografiji *Plejade*, u izvedbi Revijalnog ansambla *Ady Endre*. Dr. sc. Željko Andreić održao je predavanje *Od Palomara do svemirskog teleskopa*, a potom su na Skupštini AAD-a Zagreb za nove počasne članove promovirani dr. sc. Vladis Vujnović, Branko Margetić, prof. i Krešimir Munk, prof. Šestog je dana u Tehničkom muzeju prof. dr. sc. Leo Randić održao predavanje o mjerenju vremena. Završnog, sedmog dana, HPD je organizirao na Zvjezdarnici tribinu o popularizaciji znanosti, koju je vodio akademik Vladimir Paar. U Planetariju je Ante Radonić govorio o *misiji Voyager*, a zatim je održana maštovita

Slika 12.: Kompleks Popova tornja i Muzeja grada Zagreba

glazbena slušaonica *Pod zvijezdama*. Zadnje predavanje na Danima astronomije, ono o aktivnom Suncu, održao je dr. sc. Bojan Vršnak u Matematičkoj gimnaziji. [4, 8, 37]

Dragan Roša, koji je 1992. magistrirao radnjom *Ustrojstvo magnetskog polja triju Sunčevih prominencija*, iduće je godine postao upravitelj Zvjezdarnice HPD-a. [37]

Dani hrvatske astronomije 1995. bili su zanimljivi zbog promocija dviju knjiga kojima je obilježena stota obljetnica izlaska iz tiska Kučerine knjige *Naše nebo*. Astronomsko društvo *Faust Vrančić* iz Šibenika i Gradski muzej *Juraj Šižgorić* odlučili su obilježiti stotu obljetnicu *Našeg neba* i tridesetu obljetnicu djelovanja Astronomskog društva *Faust Vrančić* zbornikom radova iz različitih područja astronomije, nazvanim *Kučerin zbornik*, a nakladničko poduzeće Consilium izdalo je pretisak *Našeg neba*, zapravo četvrto izdanje, s nadopunama dr. Darka Bidjina.

Velike promjene događaju se na Zvjezdarnici u edukacijskim programima i projektima iz astronomije. Ministarstvo prosvjete i športa za područje astronomije povjerilo je stručnu brigu Hrvatskom astronomskom društvu. Ono je Zvjezdarnicu ovlastilo za organizacijsku i tehničku provedbu učeničkih susreta i natjecanja iz astronomije te ljetnih škola i seminara. Godine 1996. pokrenut je okviru HPD-a projekt e-škole iz prirodoslovlja, a Zvjezdarnica je prihvatila realizaciju projekta iz astronomije. Osnova projekta je komunikacija učenik-nastavnik-znanstvenik, a ostvaruje se u učeničkim miniprojektima. Projekt

e-škole doživio je punu afirmaciju kod učenika i profesora i pokazao se jednim od najuspješnijih edukacijskih internetskih projekata u Hrvatskoj. Na prvoj međunarodnoj konferenciji CARNET-a 1999. u Zagrebu, projekt e-škole fizike dobio je prvu nagradu žirija, a internetskoj stranici astronomije dodijeljena je posebna nagrada. [37, 40]

Zvjezdarnica je 1997. Dane hrvatske astronomije i svoju obljetnicu obilježila programom posvećenim bivšem direktoru dr. Gabrijelu Divjanoviću koji je umro 1991. godine. Održana je promocija knjige Gabrijela Divjanovića *Čovjek i svemir*, tiskane šest godina nakon autorove smrti. Knjigu je dovršio i priredio Lazo Starčević, uredila Branimira Valić, a nakladnik je Školska knjiga iz Zagreba. Na promociji su govorili urednica Branimira Valić, priređivač Lazo Starčević i jedan od recenzenata, dr. sc. Mladen Martinis. Potom je Tatjana Kren održala predavanje Zvjezdarnica u vrijeme upravljanja Gabrijela Divjanovića. Daljnji program posvećen je časopisu *Čovjek i svemir*, koji je time obilježio četrdeset godina predanog rada na popularizaciji astronomije, a čiji je urednik Divjanović bio niz godina. O časopisu je govorio dugogodišnji suradnik Zvjezdarnice novinar i publicist Damir Mikuličić. Urednik Zdenko Marković uručio je prigodne zahvalnice bivšim urednicima i suradnicima koji su posebno obilježili četiri desetljeća časopisa. Na službeni dio obilježavanja nastavio se tradicionalni Susret generacija. [4, 37]

3.4.1. Zvjezdarnica se odvaja od HPD-a

Krajem devedesetih godina financijska i ostala potpora Zvjezdarnici i HPD-u bila je sve manja pa je bilo potrebno naći novo rješenje za Zvjezdarnicu i njezinu uspješnu djelatnost. Kao pravni okvir za djelovanje Zvjezdarnice osnovan je u travnju 1999. Zagrebački astronomski savez (ZAS), čiji su osnivači bili Astronomsko-astronautičko društvo Zagreb i Udruga *Dr. Oton Kučera*, uz potporu Gradskog ureda za obrazovenje i šport, sektora za tehničku kulturu te je ZAS spona koja povezuje zagrebačke astronome amatere i gradski sustav tehničke kulture. U idućim je godinama ZAS-u pristupilo još nekoliko udruga. Pokazalo se da je 1999., nakon osnivanja ZAS-a, došlo vrijeme da Zvjezdarnica drugi put iziđe iz HPD-a i slobodno nastavi razvijati svoju djelatnost kao tradicionalno stjecište društvenog života mladeži koju zanima astronomija, astronautika i srodne prirodne i tehničke znanosti te nastavi zadovoljavati kulturne i prirodoslovne potrebe Zagrepčana i cijele Hrvatske. Upravitelj Zvjezdarnice Dragan Roša doktorirao je 1996. disertacijom *Određivanje Sunčeve rotacije iz opažanja ustrojstava u atmosferi Sunca* i surađuje u znanstvenom radu u okviru projekta Opservatorija *Hvar* Geodetskog fakulteta. Sudjelovao je u izradi višejezičnih astronomskih karata (Mars, 2001. te Venera i Mjesec, 2003.) Zahvaljujući boljim materijalnim uvjetima stekli su se uvjeti i za kadrovsko

proširenje. Damir Hržina, dipl. ing. strojarstva, pridružio se 1996. zaposlenicima Zvjezdarnice. On je 2001. izradio novu kartu zvjezdanog neba (2001.) te vrteće karte neba (2003. i 2011.). Od 2006. preuzeo je uredništvo *Bolida* nakon što ga je 32 godine, od osnutka 1974. do 2006., uređivao Gustav Kren. Uključen je i u znanstveni rad. Bio je voditelj Hrvatskog olimpijskog tima na Međunarodnoj astronomskoj olimpijadi (2007. − 2010.) i Međunarodnoj olimpijadi iz astronomije i astrofizike (2011. −). Nakon D. Hržine, 2001. je na administrativnim poslovima zaposlena Sanja Kranjčec, dipl. ing. [37, 41]

Dana 11. kolovoza 1999. iz Hrvatske je bila vidljiva djelomična pomrčina Sunca velike faze (u sjevernoj Hrvatskoj 99 %), koja je izazvala velik interes javnosti. Tijek pomrčine opažan sa Zvjezdarnice uživo je prenosila Hrvatska televizija. Linija totaliteta prolazila je susjednom Slovenijom, Austrijom, Mađarskom i Srbijom, a bila je širine stotinjak kilometara. Motritelji iz Hrvatske stizali su iz svih krajeva autobusima i automobilima na odabrano mjesto motrenja pomrčine. Najbrojniju ekipu u organizaciji Zvjezdarnice (organizator: Gustav Kren) činilo je 11 autobusa s petstotinjak ljubitelja astronomije. Izabrano mjesto bila je livada i parkiralište restorana *Kukorica Csárda* u mjestu Balatonföldvár u Mađarskoj, desetak kilometara južno od Siófoka, na istočnoj obali Balatona. Totalitet je trajao dvije minute i 22 sekunde, a snimano je s pomoću desetaka astronomskih teleskopa i drugih instrumenata, videokamerama i velikim brojem teleobjektiva. Posebnim instrumentom mjerena je ukupna promjena Sunčeva zračenja, a termografom je bilježen hod temperature te je zabilježena temperatura niža za oko 4 °C u vrijeme totaliteta. Neki su snimke objavljene i u časopisu *Čovjek i svemir*. [22]

Putem Zagrebačkog astronomskog saveza, koji danas nosi naziv Zvjezdarnica Zagreb – Zagrebački astronomski savez, integrirani su u djelovanje Zvjezdarnice amaterska, popularna i školska astronomija. U ljeto 2001. potporom Zavoda za izgradnju Grada Zagreba, prostor Zvjezdarnice dodatno je preuređen, a za stotu obljetnicu Zvjezdarnici je 2003. dodijeljena Plaketa Grada Zagreba. Zvjezdarnica je 1998. dobila Državnu nagradu tehničke kulture *Faust Vrančić*. [37]

Godine 2003. novi djelatnik Zvjezdarnice postao je Darije Maričić, koji je uključen u znanstveni rad, a 2007. doktorirao je na temu *Koronini izbačaji materije.* Član je Državnog povjerenstva za susrete i natjecanja iz astronomije (2003. − 2008.), suradnik e-škole astronomije i predavač na ljetnim školama te voditelj Ljetne astronomske škole (2007. −). [4, 41]

Prigodom 150-te obljetnice meteoroloških mjerenja u Zagrebu, 100-te obljetnice Zvjezdarnice i 50-te obljetnice planinske postaje *Zavižan*, Hrvatska pošta izdala je niz maraka nazvan *Pogled u nebo.* U Muzeju grada Zagreba promovirane su marke i postavljena je izložba povijesne meteorološke i

Slika 13.: Zvjezdarnica na Popovu tornju 2003.

astronomske građe te prigodnih filatelističkih izložaka Kluba sabirača maraka *August* Šenoa. [37]

Potporom Gradskog ureda za kulturu, obrazovanje i šport Grada Zagreba, u studenom 2007. na Zvjezdarnici je postavljen novi teleskop. Riječ je o suvremenom apokromatskom refraktoru s montažom koja ima računalno upravljanje i optimalne optičke mogućnosti za lokaciju kao što je Zvjezdarnica, kao i za njezinu popularizatorsku ulogu. Na tu montažu postavljen je i dotadašnji Zeissov teleskop, opremljen uređajima za patrolno opažanje Sunca u H-alfa liniji. Godine 2008. postavljen je na Zvjezdarnici detektor kozmičkog zračenja, prvi takav instrument u Hrvatskoj, koji je dio međunarodne mreže odnosno projekta pod okriljem UN-a. Taj je detektor konstruiran u suradnji s Odjelom za kozmičko zračenje Alihanjanova instituta za fiziku u Armeniji (Svemirski okolišni centar Aragat), koji je donirao svu znanstvenu opremu. [37, 42]

Ivan Romštajn, dipl. ing. elektrotehnike, postao je djelatnik Zvjezdarnice 2008. godine. Magistrirao je 2010. s radom *Određivanje diferencijalne rotacije Sunca praćenjem struktura opažanih u milimetarskom području, određivanje njihove visine i interpretacija njihovog zračenja*. Od 2008. glavni je i

Slika 14.: Novi teleskop

Slika 15.: Prostor Zvjezdarnice s detektorom kozmičkog zračenja

odgovorni urednik časopisa *Čovjek i svemir*, a od 2009. član Državnog povjerenstva za susrete i natjecanja iz astronomije. Predavač je na ljetnim školama astronomije. Hrvatska se 2006. uključila u Međunarodnu astronomsku olimpijadu, što čini značajan pomak u obrazovnim projektima. Ivan Romštajn bio je voditelj hrvatskog olimpijskog tima na Međunarodnoj astronomskoj olimpijadi (2008./2009.) i Međunarodnoj olimpijadi iz astronomije i astrofizike (2011. − 2013. i 2015. −). [41]

Zvjezdarnica je od 2016. uključena u program za stručno osposobljavanje polaznika bez zasnivanja radnog odnosa (stručno osposobljavanje za rad). Naziv programa je uvođenje u pedagoško-stručni rad (radno mjesto stručni suradnik). Na toj je zadaći sad Filip Šterc, mag. geog. [41]

Zaključak

Razvidno je da je u prvom razdoblju Zvjezdarnice pečat djelovanju dao inicijator njezina osnivanja u HPD-u dr. Oton Kučera. U razdobljima dok je bio predstojnik Zvjezdarnice, zabilježena je velika aktivnost u popularizaciji astronomije, opažačkom i stručnom radu te pokušajima sudjelovanja u znanstvenom radu i na međunarodnom planu. Zahvaljujući Otonu Kučeri, Zvjezdarnica HPD-a postala je poznata u svjetskim znanstvenim krugovima. Rezultiralo je to i imenovanjem planetoida 589 imenom Croatia u počast osnivanja Zvjezdarnice. No, prirodoslovni znanstveni krugovi uskoro su postali izrazito negativno usmjereni prema Kučeri i onemogućili su njegove namjere. S današnjeg odmaka ne možemo biti sigurni da bi, i da nije bilo tako, Kučera uspio u svojim namjerama. No, neosporna je činjenica da je time bilo spriječeno osnivanje katedre za astronomiju te, da nije bilo Zvjezdarnice, astronomija bi u Hrvatskoj bila potpuno marginalizirana. Razdoblja bez Otona Kučere bila su pretežno razdoblja slabe ili gotovo nikakve aktivnosti.

Može se zaključiti da je pod Divjanovićevim upravljanjem Zvjezdarnica dostigla najveće uspjehe kao centar izvrsnosti te imala prosvjetiteljsku ulogu za učenike različitih uzrasta i škola iz cijele Hrvatske. Bila je okupljalište brojnih astronoma amatera i svjetionik znanja o nebeskim prostranstvima. [43] Učenici izvan Zagreba bili su posebno aktivni na Zvjezdarnici za vrijeme studija u Zagrebu. Zvjezdarnica je inicirala osnivanje amaterskih astronomskih društava, koja su surađivala s njom kao središtem hrvatske astronomije. Jednako tako bilo je s astronomskim školskim grupama kao vidom izvannastavnih aktivnosti, a iz tog je kruga potekla inicijativa za uvođenje astronomije u nastavu osnovnih i srednjih škola. Nastavnici se okupljaju u Nastavnu sekciju, koja je sad u sklopu Hrvatskog astronomskog društva. Zvjezdarnica je, zahvaljujući esperantu i astronomskim esperantskim publikacijama bila poznata diljem globusa, a

pridonijela je i hrvatskom turizmu osnivanjem Međunarodnog kampa Prijatelja mira u Primoštenu. Pridonijela je svjetskom pacifizmu prijevodom na esperanto znanstveno-fantastične knjige *Drama u svemiru* (*Tragedio en la Universo*). Preko akademika Ivana Supeka Zvjezdarnica se učlanila u svjetski mirotvorni Pagvaški pokret. U Divjanovićevo vrijeme zavidnog sklada "populizma" i "elitizma" Zvjezdarnica je pripadala u prvom redu mladima, ali i suradnicima svih generacija. Svi su oni bili volonterski suradnici Zvjezdarnice. Zajedništvo je potvrđivano Susretima generacija uz obilježavanje obljetnice 5. prosinca. Dobrovoljni sukreatori aktivnosti Zvjezdarnice bili su brojni nastavnici, sveučilišni profesori i akademici, ali i zvjezdarnička mladež. Stoga je Zvjezdarnica mogla tako uspješno djelovati.

U novonastalim uvjetima osnivanja snažnih astronomskih centara u Višnjanu, Rijeci i Splitu, danas je uloga Zvjezdarnice Zagreb Zagrebačkog astronomskog saveza ponešto drukčija nego prije. U popularizaciji astronomije znatno je slabija što se tiče masovnosti mladih suradnika, karakterističnu u vrijeme G. Divjanovića, ali se odvija na druge načine, u suglasju s informatičkom erom. No, kao što je bilo zamišljeno prilikom osnivanja, kao nikad dosad raste njezin udio u znanstvenom radu u astronomiji, u suradnji s Opservatorijem *Hvar* Geodetskog fakulteta te u međunarnoj suradnji. Djelatnici astronomije dva su doktora znanosti, jedan magistar i jedan inženjer, a svi su uspješno uključeni u znanstveno istraživanje iz astrofizike. Kao strukovna udruga osnovano je Hrvatsko astronomsko društvo (HAD), koje je član Svjetskog astronomskog saveza (IAU). Kao sljednik Saveza astronomskih društava SR Hrvatske, sad zasebno djeluje Hrvatski astronomski savez (HAS) koji okuplja astronomska amaterska društva u Hrvatskoj, a član je Hrvatske zajednice tehničke kulture. Kao i u prvim dvama razdobljima, pozornost je posvećena osuvremenjivanju instrumentarija, posebice nabavi novog teleskopa te detektora kozmičkog zračenja.

U svim trima razdobljima nije zapostavljen publicistički i kartografski rad, opažački rad, rad s mladima, popularizacija astronomije putem predavanja, primanja školskih grupa i građana, izložbe, tečajevi te prosvjetiteljska uloga Zvjezdarnice. Razvidno je da svako razdoblje treba promatrati i analizirati u skladu sa svim ostalim okolnostima koje su ga uvjetovale. Današnjim uspjehom u znanstvenom pogledu osobito bi bio zadovoljan inicijator osnivanja Zvjezdarnice dr. Oton Kučera. Ono što nedostaje Zvjezdarnici u novonastaloj situaciji ime je koje bi je izdvojilo kao najstariju i povijesnu Zvjezdarnicu i hrvatsko astronomsko središte koje je od 1903., a posebice od 1954., poticalo razvoj astronomije na svim hrvatskim područjima. Najlogičnije bi bilo da ponese u nazivu ime svojeg utemeljitelja Otona Kučere, ili možda dobije ime Zvjezdarnica Popov toranj, kako je desetljećima popularno nazivana te je Popov toranj bio i sinonim za nju.

Literatura

[1] Kren, T., Uloga i značaj Kučerine knjige Naše nebo, u: *Kučerin zbornik* (ur. Miroslav Berić i Vilijam Lakić), Gradska knjižnica *Juraj Šižgorić* i Astronomsko društvo *Faust Vrančić*, Šibenik 1995., str. 7-26.

[2] Kren, T., Temeljni kamen za Zvjezdarnicu – *Naše nebo* Otona Kučere, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb 2003., str. 44-61.

[3] Kren, T., Kučerina uloga u osnutku Zvjezdarnice HPD, u: *Zbornik radova sa znanstveno-stručnog skupa Život i djelo Otona Kučere (1857. – 1931.)*, održanog na Zvjezdarnici Zagreb 7. prosinca 2007. godine, u povodu obilježavanja 150. godišnjice rođenja hrvatskoga velikana Otona Kučere (ur. Tatjana Kren), Zvjezdarnica Zagreb, Zagrebački astronomski savez, Zagreb, 2008., str. 123-132.

[4] Ivanišević, G., Životopisi suradnika Zvjezdarnice, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb 2003., str. 157-169.

[5] Kren, T., Osnivanje "društvenoga opservatorija astronomičkog", u: isto, str. 44-61.

[6] Kren, T., Popov toranj. O procesu stvaranja hrvatske zvjezdarnice, *Bolid* XX, 4 – tematski broj, (ur. Gustav Kren), Zvjezdarnica, Zagreb, 1993.

[7] Kren, T., Kako je nastala i kako se razvijala Zvjezdarnica Hrvatskog prirodoslovnog društva (Predavanje na svečanoj proslavi 70-te obljetnice), *Priroda*, LXIII (1974) 5, str. 129-130.

[8] Kren, T., Astronomijski vremeplov. Crtice iz prošlosti hrvatskoga zvjezdoznanstva, HKD sv. Jeronima, Zagreb, 2002., str. 127-157.

[9] Ruždjak, V., Znanstveni rad na Zvjezdarnici, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, str. 62-68.

[10] Kren T., Godina 1910. – promatranje Halleyevog kometa sa zagrebačke Zvjezdarnice, *Bolid* 12 (1985) 4, str. 9-15.

[11] Kren, T., Vrijedan doprinos Otona Kučere hrvatskoj tehnici, u: *Povijest i filozofija tehnike – radovi EDZ sekcije 2017. godine* (ur. Zvonko Benčić i Josip Mozer), Biblioteka Elektrotehničkog društva Zagreb, Knjiga 10, Zagreb, 2017., str. 133-157.

[12] *Miroslav Mance – Dugoselski astronom* (priredio Predrag Topić), Gradska knjižnica Dugo Selo, Zagreb 2014., str. 14-17.

[13] Kren, T. i Špoljarić, D., Kučerino djelovanje na zagrebačkom sveučilištu, u: *Zbornik radova sa znanstveno-stručnog skupa "Život i djelo Otona Kučere (1857. – 1931.)"*, održanog na Zvjezdarnici Zagreb 7. prosinca 2007. godine, u povodu obilježavanja 150. godišnjice rođenja hrvatskoga velikana Otona Kučere (ur. Tatjana Kren), Zvjezdarnica Zagreb, Zagrebački astronomski savez, Zagreb, 2008., str. 37-52.

[14] Oton Kučera: obiteljski i osobni dokumenti, NSK/a – R6270/III.

[15] Kren, T. i Hanžek, B., *Oton Kučera, Per aspera ad astra (Kroz trnje do zvijezda)*, Gimnazija Matije Antuna Reljkovića, Vinkovci, 2013., str. 81-85.

[16] Kren, T., Članovi Astronomske sekcije i Astronomskog društva te ostali suradnici Zvjezdarnice od 1903. do 2003. godine, *Bolid* – tematski broj. (ur. Gustav Kren), Zvjezdarnica, Zagreb 2003.

[17] Rozgaj, S., *Zagrebačka zvjezdarnica: 1903.-1953.*, Rukopis, 38 kartica.

[18] Kren, T., Oton Kučera, *Čovjek i svemir*, 29 (1986/87), 3-4, 3-5.

[19] Kren, T. Per aspera ad astra – Po trnju do zvijezda, *Čovjek i svemir*, 31 (1988/89), 9-12.

[20] Kren, T., 90. godina rada Zvjezdarnice HPD-a, u: *Pogled u svemirski ocean. U spomen 90. obljetnice Zvjezdarnice u Zagrebu* (ur. Zdenko Marković), Zvjezdarnica HPD-a, 1993., str. 139-154.

[21] Kren, T., Zvjezdarnica na Popovu tornju – Stoljeće u službi astronomije, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, 2003., str. 138-149.

[22] Kren, G., Motrenja Sunca sa zagrebačke Zvjezdarnice, u: isto, str. 121-128.

[23] Kren, T., Nebesa se osuše zvijezdam. Hrvatska književnost i astronomija, HKD sv. Jeronima, Zagreb, 2004., str. 65-76.

[24] Kren, T. i Poljak, K., 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.

[25] Radonić, A., Zagrebački Planetarij i Zvjezdarnica, u: isto, str. 78-81.

[26] Marković, Z., Uloga tiskovnih izdanja Zvjezdarnice u popularizaciji astronomije, u: isto, str. 150-151.

[27] Kren, G., Hrvatska astrofotografija i Zvjezdarnica, u: isto, str. 115-120.

[28] Andreić, Ž., Amaterska astronomija u Hrvatskoj i Zvjezdarnica, u: isto, str. 99-111.

[29] Hržina, D., Udruge sa sjedištem na Zvjezdarnici, u: isto, str. 112-114.

[30] Ivanišević, G., Gustav Kren, Dobra duša zagrebačke Zvjezdarnice, http://www.zvjezdarnica.com/znanost/velikani/gustav-kren-dobra-dusa-zagrebacke-zvjezdarnice/2104.

[31] Ivanišević, G., Popis astronomskih izdanja Zvjezdarnice, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, 2003., str. 152-157.

[32] Špoljarić, D. i Solarić, N., Zvjezdarnica HPD-a i Geodetski fakultet – Razvoj položajne astronomije u Hrvatskoj u 20. st., u: isto, str. 69-77.

[33] Ruždjak, V., Zvjezdarnica HPD-a i Opservatorij Hvar, u: isto, str. 173-176.

[34] Vujnović, V., Zvjezdarnica kao inkubator kadrova u astronomiji, u: isto, str. 85-87.

[35] Šuveljak, M., Zvjezdarnica u službi odgoja i obrazovanja, u: isto, str. 88-91.

[36] Hrvatsko astronomsko društvo – http://astronomija.hr

[37] Roša, D. i Kren, T., Deseto desetljeće rada Zvjezdarnice, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, 2003., str. 129-137.

[38] https://zvjezdarnica.hr/o-nama/povijest-zvjezdarnice/

[39] https://zvjezdarnica.hr/o-nama/o-zvjezdarnici

[40] http://eskola.zvjezdarnica.hr/

[41] https://zvjezdarnica.hr/o-nama/djelatnici-zvjezdarnice/

[42] https://zvjezdarnica.hr/o-nama/instrumenti-i-prostor/

[43] Pichler, G., Svjetionik znanja o nebeskim prostranstvima, u: *Spomenica Zvjezdarnice Zagreb 1903. – 2003.* (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zvjezdarnica, Zagreb, 2003., str. 82-84.

Three periods of Observatory on Pop's Tower in Zagreb

Tatjana Kren

Abstract: Looking back over more than a hundred years after the foundation and work of the Observatory at Pop's Tower in Zagreb in 1903, three periods of its activity are clearly profiled. The first period lasts until the end of World War II and is characterized by the popularization of astronomy and attempts of scientific activity, the conflicts of the "populists" and "elitists", and occasionally almost complete inactivity. The best effect is evident in two periods when the director of the Observatory was Dr Oton Kučera, who was the initiator of its founding. After the World War II, emerged drastic fracture and a new take-off of the Observatory as an institution for the widespread popularization of astronomy in all age groups. The culmination of such actions was in the period from 1954 to 1978, when the director of Observatory was Dr Gabrijel Divjanović. The third period came gradually, with the departure of Dr Gabrijel Divjanović and the increasingly visible shift towards scientific activity, and choosing new ways of popularizing astronomy in harmony with the development of information technology. Since 1993, such vision of the Observatory's activity has been carried out by its director, Ph. D. Dragan Roša.

Keywords: Croatian Natural History Society, Astronomy Section, telescopes, Dr Oton Kučera, popularization of astronomy, scientific work, Dr Gabrijel Divjanović, planetarium, Hvar Observatory, Association of Astronomical Societies of SR Croatia, Ph. D. Dragan Roša, Croatian Astronomical Society

Ernst Mihalek

Zvjezdarnica na Popovu tornju u Zagrebu – kolijevka znanosti i mirotvorstva

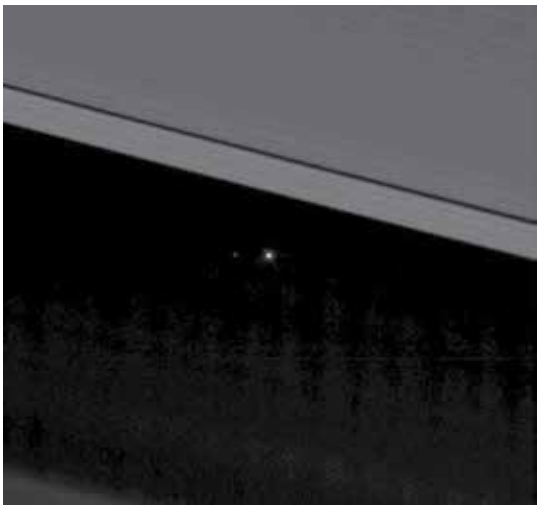
Svojim prijateljima sa zagrebačke Zvjezdarnice
iz razdoblja pisanja knjige *Drama u svemiru* i poslije
te našem učitelju i prijatelju dr. Gabrijelu Divjanoviću†,
posvećujem.

Sažetak: Zvjezdarnica na Popovu tornju u Zagrebu važan je rasadnik znanja o astronomiji i prirodnim znanostima, osobito za mlađe ljude. Kao suradnik Zvjezdarnice, autor je mnoga prva znanja o prirodnim znanostima stekao upravo u toj ustanovi. Važnu ulogu u popularizaciji astronomije i prirodnih znanosti te pacifističkom pokretu ta je ustanova odigrala osobito nakon početka tzv. svemirske ere, a ujedno i razdoblju hladnog rata u svijetu.

Ključne riječi: Zvjezdarnica, popularizacija astronomije, knjiga *Drama u svemiru*

Dolazak na Zvjezdarnicu

Kad se prije koju godinu svemirska sonda *Cassini-Huygens* pri kruženju oko "planeta sa šeširom" Saturna u jednom trenutku okrenula prema našem dijelu svemira i snimila dio njegova prstena te pritom i našu Zemlju s Mjesecom, slika 1., s udaljenosti od približno milijardu i petsto milijuna kilometara, podsjetila me na slavnu izreku Carla Sagana o *plavoj točki u Svemiru*. U mraku svemirskog beskraja na snimci stoji tako plavkasta točkica – naša postojbina − Zemlja. Točka u beskraju. Ta vizija stalno mi dolazi u misli te podsjeća na astronomske vizije i upoznavanje znanosti iz mladih dana.



Slika 1.: Snimka Zemlje s Mjesecom iz letjelice *Cassini- Huygens*, od 12. travnja. 2017. kroz procijep između Saturnovih prstenova

Ujesen 1957. godine u jednu zagrebačku "četu" izviđača netko je donio vijest da je prethodnog dana lansiran u orbitu oko Zemlje prvi umjetni satelit (Sputnjik) i odlučilo se da moramo odmah zajedno poći na zagrebačku Zvjezdarnicu i čuti u čemu je riječ. Znatiželja je bila neopisiva, na Zvjezdarnicu je nagrnulo i mlado i staro. U predavaonici u kojoj bi se inače smjestilo jedva pedesetak ljudi, bilo je možda i triput više znatiželjnika, prava gužva, gotovo da nije bilo zraka. Uzbuđeno se čekalo što će se čuti.

Na podij je ubrzo stigao ravnatelj Zvjezdarnice dr. Divjanović. U svojoj maniri da prenese i svoje emocije, kad ima pred sobom toliko znatiželjne publike, iskoristio je priliku kako bi objasnio ne samo kako se to satelit može kretati oko Zemlje, nego i mnogo više o svemiru, o svemirskim udaljenostima, o planetnom sustavu, galaktikama, sve to potkrepljujući slikovitim usporedbama koje su zadivile slušatelje, osobito našu tinejdžersku maštu. Zna se, reče za primjer, da naša galaktika ima promjer od približno sto tisuća svjetlosnih godina – koliko treba svjetlu, kao najbržem glasniku u svemiru, da preleti od jednog do drugog njezina kraja. Tu se, dalje, poslužio primjerom težine paučine: Neka jedan kilometar paučine teži samo jednu desetinu grama, i ako je u mislima rastegnemo od jednog do drugog kraja naše galaktike, paučina bi težila oko deset milijardi tona!

Impresivna brojka, da se zamisliš! Kad smo nakon nekoliko godina počeli i sami držati predavanja i učili kako se služiti slikovitim usporedbama, tu smo usporedbu često ponavljali pred nekoliko desetaka vjernih starijih posjetitelja Zvjezdarnice, očekujući da će i oni biti impresionirani svemirskim udaljenostima uz takve predodžbe.

Kao anegdotu mogu navesti još jednu usporedbu koju smo, među ostalim, čuli. Shvatio sam to vrlo ozbiljno (imao sam 16 godina). Naime, postavilo se pitanje kako objasniti nekome tko to prvi put čuje što je to precesija Zemljine osi, čiji jedan period traje oko dvadeset šest tisuća godina? Slikovito rečeno, usporedilo se takvo kretanje Zemlje sa zvrkom. Eto, Zemlja se ponaša kao zvrk – i kad ga zavrtimo na ravnom stolu, njegova os se njiše i opisuje plašt obrnutog stošca. I sad, ako se, za usporedbu, kaže kako je to davno napisao poznati pisac i astronom Camille Flammarion, da jedan njihaj zvrka traje jednu sekundu, onda bi tih dvadeset šest tisuća godina bila jedna 'svemirska sekunda', što se u astronomiji naziva Platonovom godinom.

Slika 2.: Popov toranj s kupolom Zvjezdarnice, pogled s Ilirskog trga

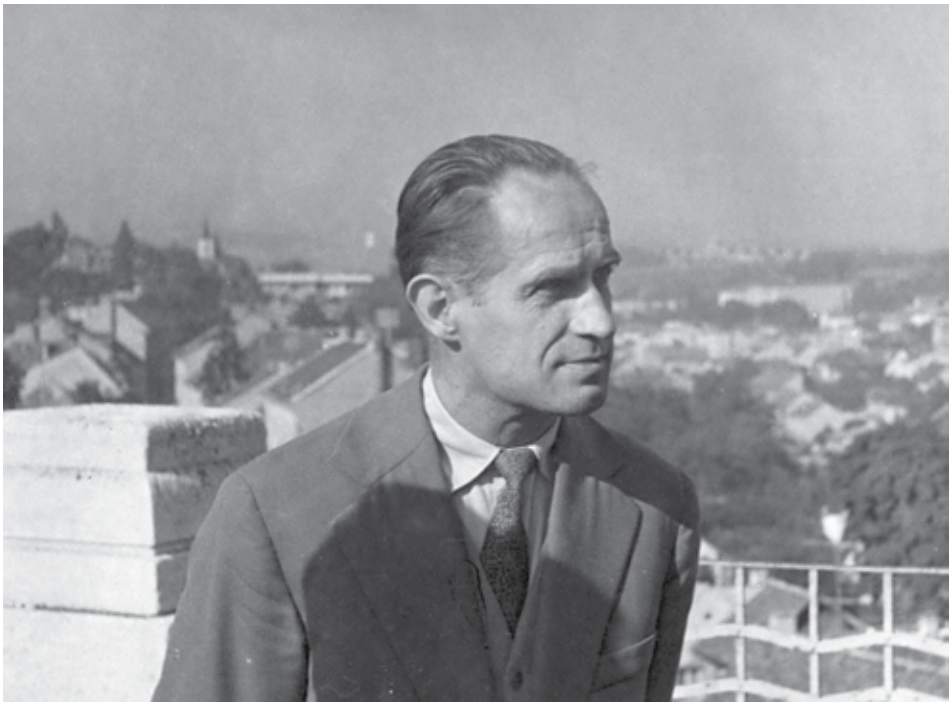
U gimnaziji mi je istodobno profesor iz fizike bio Mužinić, čovjek koji je dobro poznavao astronomiju (imao je doktorat iz astronomije!) i kad sam mu jednom prilikom, razgovarajući u razredu o astronomiji, kao svoje 'dostignuće' u znanju astronomije, prateći popularna predavanja dr. Divjanovića, spomenuo mjernu jedinicu 'svemirska sekunda', začuđeno me pogledao pa sam bez daljnjeg shvatio da takva mjera u znanosti ne postoji.

U knjizi *Drama u svemiru* ta je usporedba iskorištena radi orijentacije u velikim vremenskim razmacima: "Mjereći tim mjerilom, prije četrdeset 'sekundi' od danas tek se antropoidni majmuni spuštaju na zemlju i uče hodati uspravno. Pred dvadeset 'svemirskih sekundi' pojavio se pitekantrop i tako sve bliže sadašnjem trenutku kad je mudri *homo sapiens* izradio atomsko oružje na užas svojih izumitelja fizičara… . Ali kad se sat pokrene dalje u budućnost za jednu 'svemirsku sekundu' (tj. negdje u 280. stoljeće) i kad se očekuje da će ljudi u toj budućnosti misliti racionalno, pri pogledu unatrag iz te perspektive, naše će im stoljeće izgledati tako da je ponašanje ljudoždera, što se tiče plemenskih ratova u prošlosti bila 'dječja igra' prema ponašanju ljudi u našem stoljeću – ratovi, otimanje teritorija, plašenje ratnim igrama i slično."

Međutim, saznavši da se zbog precesije pomiče i tzv. proljetna točka u kojoj se Sunce nađe na početku proljeća, shvatili smo zašto astrolozi, slažući horoskope i proričući budućnost, ne mare za činjenicu njihanja Zemljine osi i da se proljetna točka odavno ne nalazi više u zviježđu Ovna kao prije dvije tisuće godina, kad se davalo imena zviježđima, nego u zviježđu Riba. Naravno, proljetna točka putuje i dalje na zapad, pa će prijeći i u druga zviježđa na tzv. 'životinjskom pojasu' i obići cijeli krug u novih dvjesto šezdeset stoljeća. Tako ni za koje vrijeme ni zvijezda Sjevernjača više neće pokazivati na sjever. Eto zašto astronomija i astrologija nemaju ništa zajedničko, astrologija nije znanost, a ne bi joj pomoglo ni prihvaćanje činjenice pomicanja proljetne točke. Rođenje u nekom znaku horoskopa nema nikakve veze s karakterom pojedinaca. Unatoč svemu, mnogi vole takvu iracionalnost, podilaženje i svijet ide dalje nekim svojim tajnovitim putima, vjerovanjima…

Dr. Gabrijel Divjanović – prijatelj i učitelj

Osoba koja je svojom mudrošću, znanjem i prijateljstvom okupljala mlade naraštaje bez imalo pretjerivanja naš je i moj veliki prijatelj i učitelj dr. Gabrijel Divjanović-Gabro, kako smo ga od milja zvali. Slobodno se može reći da je popularizacija astronomije u Hrvatskoj i Jugoslaviji dobrim dijelom njegovo djelo. Iako po zvanju pravnik, astronomijom se počeo baviti još prije Drugog svjetskog rata pa je poslije rata upisao i studij fizike na PMF-u, kao i studij



Slika 3.: Dr. Gabrijel Divjanović (Našice 1913. – Zagreb 1991.)

psihologije, ali zbog raznih nepovoljnih životnih okolnosti nije ih dovršio. Kao mladić bavio se i sportom – skokovima s motkom.

Tijekom rata od 1942. bio je u partizanima i svoje suborce noću poučavao nebeskim pojavama. U tim je uvjetima napisao i knjižicu pod naslovom *Zemlja i svemir*, u okviru Male naučne knjižnice Prirodoslovnog društva. Jednak je naslov poslije dao časopisu Zvjezdarnice.

Nakon rata dr. Divjanović, iako na visokom položaju u novoj vlasti, postao je zbog neke izjave nepoželjan pa je uhapšen i poslan na Goli otok od 1949. do 1952. Njegove priče o tom užasnom razdoblju života usjekle su nam se u pamćenje, što će poslije također djelovati na naša društvena i politička opredjeljenja. Upravljanje Zvjezdarnicom preuzeo je 1954. godine i to je bio sve do umirovljenja 1978., a nastavio je potom i dalje raditi na popularizaciji astronomije, pisati i izdavati časopise. Časopis *Zemlja i svemir*, čiji je bio glavni urednik, prodavan je u cijeloj Jugoslaviji, najviše u školama, dostigao je nakladu od 70 000 primjeraka! Njemu se najviše može zahvaliti ideja popularizacije astronomije i okupljanja mladeži te prenošenje znanja i humanističkih ideja mnogim generacijama na Zvjezdarnici i u Hrvatskoj. Kao esperantist te je svoje ideje širio, osim među nama, također i na svjetskoj razini (časopis *Čovjek i svemir*, na esperantu *Homo kaj kosmo*).

Druženje i život na Zvjezdarnici

U ugodnoj društvenoj atmosferi na Zvjezdarnici se brzo učilo, čitalo se *Naše nebo* Otona Kučere, osnivača Zvjezdarnice na Popovu tornju, zatim *Svemir, zvijezde, atomi* Jamesa Jeansa, Goldbergova *Astronomija*, Pereljmanova *Zanimljiva astronomija*, slušalo se predavanja starijih koji su ujedno i svesrdno pomagali i bili prijatelji. U to doba nebo nad Zagrebom još nije bilo onečišćeno javnom rasvjetom i dimom od prometa i ložišta pa se teleskopima moglo mnogo toga vidjeti. Građanima koji su dolazili na Zvjezdarnicu pokazivalo se razne zanimljive nebeske objekte, Mjesec, dvojne zvijezde, kuglaste skupove, galaktike, a ponekad i koju repaticu. Mnogi od posjetitelja dovodili bi i svoju djecu koja su s jednakim oduševljenjem slušala (i naša) tumačenja uz teleskope – pa su tako mnoga od njih, zahvaljujući i tome, nastavila dolaziti na Zvjezdarnicu kao redoviti članovi.

Život na Zvjezdarnici stvorio je mnoga prijateljstva, ali i ljubavi. Uz učenje, predavanja, promatranja neba, stolnog tenisa i pjesme uz gitaru, organiziralo se nedjeljom i plesne zabave. U tu svrhu kupljen je gramofon s čeličnom iglom (!) (danas bi bio raritet u nekom tehničkom muzeju), skupivši novac od slabih džeparaca, našlo se nešto starijih gramofonskih ploča i jedan stari radio kao pojačalo, pa je bilo i glazbe za ples. Gotovo redovito se i nove godine slavilo na Zvjezdarnici, a nakon proslave ujutro se išlo pješice na Sljeme!

Skupljajući sve više znanja iz astronomije i astrofizike, moglo se već pisati razne članke iz astronomije i fizike u časopisima *Priroda* i *Zemlja i svemir*. Već pomalo 'inficirani' širim znanjima iz srednje škole, predloženo je da bi časopisu *Zemlja i svemir* bolje odgovarao naziv *Čovjek i svemir*, što je najprije preuzeo isti časopis objavljivan na esperantu. Pod tim nazivom časopis na hrvatskom jeziku izlazi i danas i za pohvalu je koliko za populariziranje astronomije, astronautike i znanosti općenito znače članci mnogih mlađih suradnika Zvjezdarnice i drugih, od kojih su brojni iz područja astronomije i drugih znanosti stekli doktorate.

Ali, trebalo bi se malo vratiti na društvene okolnosti rada i učenja na Zvjezdarnici. U to vrijeme – a riječ je o kraju pedesetih godina prošlog stoljeća, razbuktao se hladni rat i velesile koje su izgradile svoje atomske potencijale i raketne sustave obavljale su mnoge pokuse atomskim i hidrogenskim bombama. Iako su se pokusi obavljali na udaljenim dijelovima našeg planeta, na pacifičkim atolima ili na velikim dubinama u zemlji, jasna je bila namjera da se 'neprijateljima' i svijetu pokaže svoju moć. Strah od nuklearnog rata i pogibije čovječanstva bio je stalno u mislima. I baš u nezgodno vrijeme (negdje 1958. ili 1959.) saznalo se da je samo nekoliko sekundi nedostajalo da jedna od velesila ne pokrene svoj atomski potencijal protiv druge velesile! Na radaru koji prati letove zrakoplova i raketa te osigurava državni zračni prostor, "otkrilo" se

da prema njima leti neprijateljska formacija raketa s bojnim atomskim glavama. U zadnji trenutak prepoznalo se da nije riječ o raketama, nego o jatu gusaka na svojoj redovitoj godišnjoj selidbi!

I tako za kraj naše civilizacije, zbog krive procjene i čistog slučaja, krivo bi bilo jato gusaka, metaforički, razina inteligencije ratnih vođa – ne želeći pritom omalovažiti inteligenciju gusaka. Malo inteligencije vođe su ipak pokazale tijekom tzv. kubanske krize, kad su uspjeli shvatiti da unatoč velikom neprijateljstvu u pitanje može doći svjetska kataklizma, pa i propast njih samih. Nakon toga uspostavljena je izravna 'crvena' telefonska veza među velesilama, pa ako se opet pojave "guske", otad se moglo drugu stranu pitati: "Kolega, imaš li pojma o čemu je riječ?" Još i danas se atomski potencijali broje u tisućama atomskih bojnih glava na zemaljskim ili mornaričkim objektima. Može se lako naći podatak da i danas zbog 'sigurnosti' atomsko naoružanje ima devet zemalja u svijetu (Rusija, SAD, Francuska, Velika Britanija, Kina, Pakistan, Indija, Izrael i Sjeverna Koreja), sveukupno oko 14 500 atomskih i hidrogenskih bombi, od čega ih je oko 3700 strateški razmješteno na vrhovima spremnih interkontinentalnih raketa!

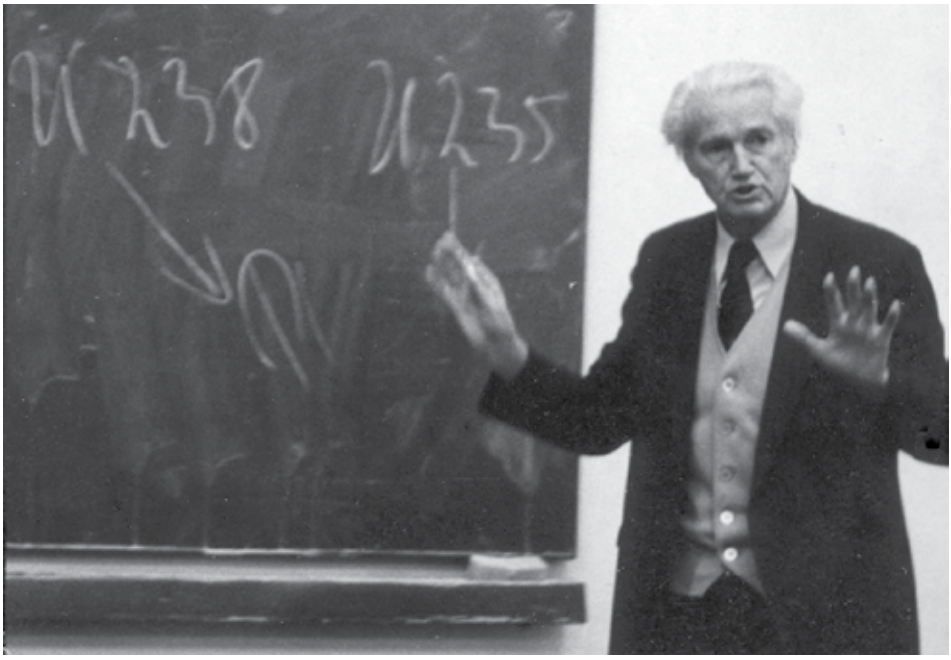
Na veliku podršku u humanističkom smislu naišli smo kod profesora Ivana Supeka, poznatog fizičara i filozofa i ratnog prijatelja dr. Divjanovića. Iz njegovih predavanja i susreta s njim saznalo se pobliže kako se među vodstvima koja su htjela imati vlastitu 'bombicu', našlo i jugoslavensko vodstvo u pokušaju da znanstvena istraživanja preusmjeri na izradu atomske bombe. Pokušaj izrade atomskog oružja odnosi se na razdoblje krajem 1950-ih godina (Rankovićeva komisija). O tome je profesor objavio više romana i ostalih knjiga, npr. *Na atomskim vulkanima* ili *Proces stoljeća*, opisujući sukob znanosti i politike u

Slika 4.: Naslovne stranice *Drame u svemiru* slijeva nadesno: na hrvatskom, 2. izdanje (1966.) (likovno rješenje Zlatko Berić, jedan od 'mladih astronoma'), na slovenskom (1962.), na esperantu (1961.)

primjeni znanstvenih otkrića. Najviše zaslugom profesora Supeka, takav je projekt razotkriven i 'pao u vodu', pa je profesor ubrzo došao na listu nepoželjnih s mnogim nepovoljnim posljedicama za njega osobno.

Velika spoznaja do koje je zvjezdarnička generacija *Drame...* došla, slušajući i čitajući profesora Supeka i drugu literaturu, pogled je na svijet i društvo, što se svakako nije čulo u školi. Slušajući o teoriji relativnosti i kvantnoj mehanici, sve to bio je uvod u drugačija tumačenja o svemiru i svijetu u odnosu na dotadašnja tumačenja. Slijedeći razvitak na polju prirodnih znanosti mijenjala se, hoćeš-nećeš i filozofija (Heisenberg, Russell, Supek), napuštena je ideja o apsolutnom, potekla još od Isaaca Newtona i prije njega, princip kauzalnosti definiran je u skladu s novim otkrićima u fizici (Planck, Einstein, Bohr i drugi). Dakle, nema više apsolutnog ni na nebu ni na Zemlji!

Tako se iz prve ruke čulo o pitanju savjesti znanstvenika i stručnjaka s obzirom na posljedice njihovih otkrića i doprinosa. Werner Heisenberg na jednom mjestu u svojoj knjizi [7] o krivnji znanstvenika u vezi atomske bombe kaže da znanstvenik ne može unaprijed znati što će otkriti i čemu bi njegovo otkriće moglo poslužiti, bilo da se radi o korisnom ili opasnom po ljudsku zajednicu na Zemlji. Međutim kad se shvatilo, kao u slučaju otkrića fisije, da se otkrića mogu zloupotrijebiti, mnogi od najvećih znanstvenika su reagirali pokušavajući zaustaviti primjenu.



Slika 5.: Akademik Ivan Supek na predavanju

Govoreći usput, imamo li kao inženjeri danas dovoljno hrabrosti i ne pristajati na ucjene s bilo koje strane, te znati odgovoriti što bi rješenja, s kojima se kao stručnjaci ne slažemo, imala za posljedicu? Iako takav stav za inženjere ima sigurno manju ulogu nego ulogu koju su imali izumitelji cijepanja atoma (Hahn, Fermi, Heisenberg…), broj slučajeva u svijetu i kod nas, gdje postoje ucjene i u tehničkoj struci, sigurno nije malen.

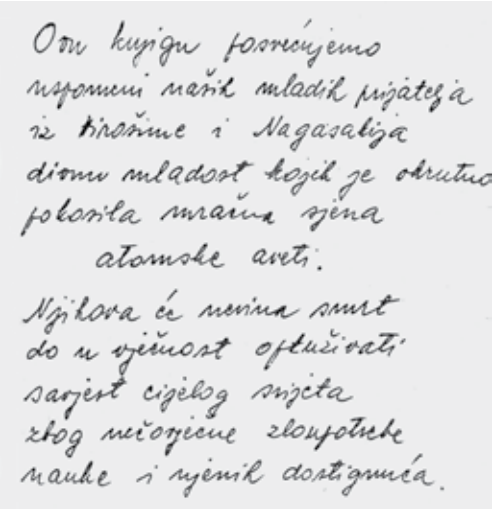
Sjetimo se ovdje izgradnje tvornice glinice kod Obrovca za koji je 'struka' (pod pritiskom politike) jamčila dovoljne količine glinice – a ceh propasti te investicije platila je banka koja je gotovo propala, a u konačnici je ceh platila Hrvatska u iznosu od više stotina milijuna dolara iz svojeg proračuna, što bi preračunano na današnju vrijednost bilo sigurno više milijardi dolara?

Međutim, vratimo se još malo na Zvjezdarnicu. Kad se skupilo dosta znanja iz astronomije, fizike i matematike (Newtonov zakon gravitacije, Keplerovi zakoni gibanja planeta, klasifikacija zvijezda O, B, A, F …, koja se uči kao pjesmica: **O**h, **B**e **A** **F**ine **G**irland **K**iss **M**e **R**ight **N**ow **S**weatheart…!), Hertzsprung-Russelov dijagram, mjerenje udaljenosti u svemiru, mogućnosti spektralne analize svjetlosti sa zvijezda i galaktika te mnogo toga više, počelo se razmišljati i o pisanju popularno-znanstvene knjige, uzevši u obzir i ondašnja dostignuća astrofizike i astronautike. Divili smo se istraživanjima svemirskih dubina, u to vrijeme najvećim teleskopom na Mount Palomaru kraj Pasadene, SAD, sve većem broju umjetnih satelita koji su snimali Zemlju s velike visine i raketama koje su već dosegnule Mjesec.

Jednim slučajem povezali smo se s japanskom mladeži koja je ustala protiv nuklearnog naoružanja. Sve je počelo kad je japanska gimnazijalka Kuniko Kambara nekim našim novinama napisala pismo u kojem je opisala svoje oduševljenje jugoslavenskim (slovenskim) filmom *Dolina mira* i da se želi dopisivati s našom mladeži. U tom filmu, u vrtlogu rata dvoje djece traži 'dolinu mira' gdje ne padaju nikakve bombe i nema straha od rata. Zbližavaju se s američkim pilotom čiji je zrakoplov srušen i koji ih uzima u zaštitu, iako progonjen i mora se sam skrivati. U knjizi je, umjesto predgovora tim povodom, dan naš odgovor mladoj Kuniko s pozivom na zajednički pacifistički nastup protiv rata.

U tom raspoloženju došlo se na ideju da se knjizi dodaju i znanstveno-fantastična poglavlja kojima bi se pokazalo što uopće znači naša civilizacija, koja su njezina dostignuća i u krajnjoj liniji, što gubimo, nakon što nas je evolucija iznijela kroz milijune godina kao 'najinteligentnija' bića na Zemlji. Tako su napisana poglavlja *Pogled u vječnost* i *Drama u svemiru*, a prema drugom je i knjiga dobila naslov. Svakako, bez voditelja i učitelja dr. Gabrijela Divjanovića te profesora Ivana Supeka mnoge ideje koje su nam zasijali ne bi našle svoje mjesto u knjizi.

Slika 6.: Dio inicijalne skupine mladih astronoma amatera sa zagrebačke Zvjezdarnice), slika objavljena u knjizi *Drama u svemiru* (snimio Tošo Dabac, 1959.).
Slijeva nadesno (uspravnim slovima označeno je dvadeset petero potpisnika prvog izdanja knjige *Drama u svemiru*): gornji red: Neven Megušar, *Marko Horvat*, Mihajlo Mustić, Stanko Vidmar, Ivica Vranić, Ernest Mihalek, Ante Golubić, Toni Brajder; drugi red: Marijan Brezak, Jerko Kirigin, Zoran Klobučar, Petar Römer, Jadranka Gomerčić, Ivan Sugja; treći red: Ratko Roušal, Branka Damjanić, ?, Damir Mikuličić; čuče Vlatko Bjažić, *Djurdja Richter*
Ostali dio (nisu na snimci) inicijalne skupine činili su još Zdenka Schmidt, Milan Červinka, Zoran Horvath, Vladimir Pletikapić, Ante Sabioncello, Jurica Sertić i Nenad Šepić

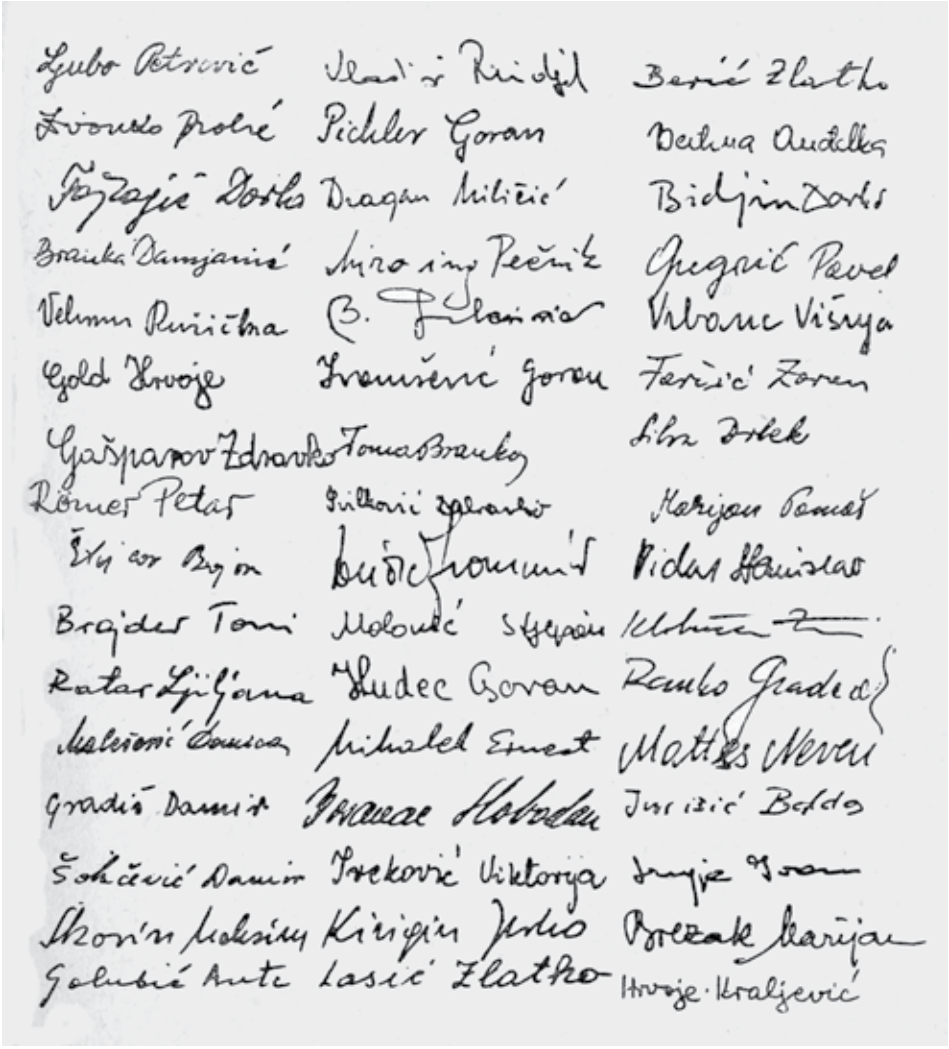


Slika 7.: Posveta knjige u drugom izdanju *Drama u svemiru*

Knjiga Drama u svemiru

Poglavlje knjige pod naslovom *Pogled u vječnost* vodi čitatelja u fiktivnu budućnost za jednu *Platonovu godinu*, pod pretpostavkom da će ljudska civilizacija preživjeti. Priča govori da u nekom prirodoslovnom muzeju tog 280-og stoljeća stari znanstvenik pokazuje svojim učenicima vitrinu s ljudskim kosturima dok na opisu sadržaja na staklu piše *Homo sapiens*. Učenici se čude jer su kosturi vrlo slični kosturima kao u njihovo vrijeme, a znanstvenik tumači:

> "To pred vama je neka stara još dosta primitivna rasa koja je živjela na ovom planetu prije dvadeset šest tisuća Zemljinih okreta oko Sunca. Njihov je mozak, vidite po obliku i veličini lubanje, bio otprilike za polovicu manji od našeg… Mi smo u razvitku mozga od tih ljudi odmakli koliko su oni odmakli od Krapinskog pračovjeka… Da se razvije život na ovom planetu od početne prastanice protoplazme do razumnog bića, čovjeka, trebalo je oko milijardu i pol godina. I nakon milijuna godina razvitka, kad se napokon u svemiru pojavilo jedinstveno biće prirode, biće koje misli, zamalo da naši pradjedovi nisu počinili najglupavije svemirsko samoubojstvo – na sveopće zgražanje svih drugih svemirskih svjetova napučenih razumnim bićima… i još su svoju vrstu nazivali *homo sapiens – mudri čovjek*!"



Slika 8.: Potpisi skupine mladih astronoma u drugom izdanju knjige *Drama u svemiru*

U poglavlju *Drama u svemiru* opisano je što bi vidjeli izvanzemaljci s planeta *Razum* koji kruži oko bliže nam zvijezde Alfa Centauri i koji bi nakon čudnih bljesaka na toj *plavoj točki u svemiru* odlučili posjetiti Zemlju. Došavši, ustanovili bi opću beživotnu pustoš, ali bi u preostalim dokumentima i filmovima pronađenim u polurazrušenim gradovima, ostali zadivljeni mnogim kulturnim i znanstvenim dostignućima, i čudili se što je to moglo nagnati čovječanstvo na samouništenje nakon tolikih uspjeha.

Zanimljiv je odjeljak iz *Drame u svemiru* u kojem svemirski putnici nakon atomske kataklizme lutaju pustom Zemljom:

Slika 9.: Kuniko Kambara prigodom posjeta prijateljima sa Zvjezdarnice u Zagrebu 4. rujna 1962., kad je predala poruku Antinuklearnog kongresa Nagasakija i Udruženja za svjetski mir iz Hirošime, na slici uz dr. Zlatana Sremeca, Predsjednika Republičkog vijeća Sabora NRH (*Vjesnik*, 5. rujna 1962.)

"Na svom putu prema Parizu svemirski su putnici prolazili kroz ledene kosturnice – nekad lijepa i zelena ljudska naselja, gdje je cvao sretan život i orila se dječja pjesma. Gledajući tvornice, muzeje i biblioteke gradova, kroz koje su prolazili, svemirski su putnici stekli priličan uvid u tehnički i kulturni stupanj razvitka stanovnika ovog planeta. Dešifrirajući pronađenu literaturu, naišli su na nagorjeli list Beethovenove *Devete simfonije*, na životopis i djela Isaaca Newtona i na *Teze* Karla Marksa. Našli su i poznatu knjigu H. G. Wellsa *Velika povijest svijeta i života* i dešifrirali u njoj onaj historijski pasus koji govori kako je drevni Indijac Gautama Buddha (6. stoljeće prije Krista) spoznao *nirvanu* (*vedrinu duše*) tj. da čovjek postaje slobodan, sretan i stvaralac tek kad intimno u dnu svoje duše razračuna s problemom egoizma, koji je naslijedio od životinje i sa stihijskim kompleksom *važnosti svoje ličnosti* u društvu i životu. Posljednje što su pronašli bila je knjiga o Albertu Einsteinu i njegovoj *Teoriji relativnosti*. Gledajući ta djela, došljaci iz svemira postadoše svjesni veličine tragedije koja je zadesila ovaj planet. Koliki umni doseg tih bića, a sada – sve je propalo u nepovrat!"

Posebna je poruka u knjizi dana u poglavlju *Mi hoćemo živjeti*. Sam početak poglavlja potiče naše misli jednako sad kao i onda, a razloga za zabrinutost ima i danas:

> "Sjećate li se još i danas sigurno priča koje su vam, ne jedanput, nego mnogo puta, pričale vaše bake − o zmajevima, o raju, paklu i o propasti svijeta. Bili ste još mala djeca, dječaci i djevojčice kojima je jedino zanimanje bila igra. Voljeli ste priče, ali nikad niste pomislili: Svijet zaista može propasti. Rasli ste, postajali stariji i katkad bi vašim mozgom znale preletjeti crne misli: … Je li će nas Sunce uvijek grijati i neće li jednom ta sjajna, užarena kugla postati tamna i hladna? Neće li jednom Zemlju zahvatiti novo, vječno ledeno doba? … Bojali ste se sudara Zemlje s nekom lutajućom zvijezdom, padom golemog meteora … bojali ste se jer ste htjeli živjeti. Danas se zna da se Sunce neće tako skoro ohladiti … Iz svemira nam ne prijeti opasnost, ali čovjeka može uništiti samo čovjek, taj veliki čovjek koji je u stanju uništiti sama sebe…"

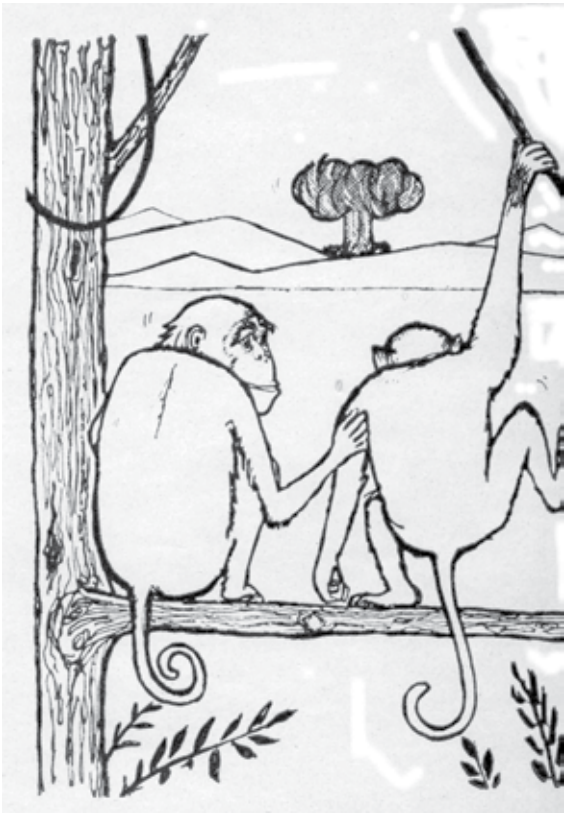
Ali ne treba biti izvanzemaljac, sjetimo se danas samo japanskog grada Hirošime kad je jednog bistrog sunčanog jutra u kolovozu 1945. atomskom bombom ubijeno sedamdeset tisuća ljudi, a nekoliko dana poslije još toliko drugom takvom bombom u Nagasakiju!

Knjiga konačno završava usklikom *Mi imamo pravo na život*! *Mi hoćemo živjeti*!

Pogovor knjizi napisao je sam profesor Ivan Supek. Naveo je kako je "(...) znanost ratne tabore s obje strane gvozdene zavjese preobratila u nuklearno-elektronička stratišta i razmahala sličan razvitak kao *najčvršće jamstvo* konačnog sporazuma. Tu se pokazuje univerzalni duh znanosti…, a potpunim razoružanjem razriješile bi se goleme snage koje bi ubrzo dovele do općeg prosperiteta. Ništa toliko ne oslobađa mladi duh granica kao pogled u beskrajni svemir… Lutajući teleskopom po noćnom nebu, grupica gimnazijalaca otkrila je i smrt pored sebe… Užasnuta tom vizijom svijeta, astronomska se grupa s Popova tornja pridružuje općem ustanku protiv bjesova razora i ta knjižica golub je mira koju u svijet šalje drugoj omladini za spas ljudske budućnosti."

Na naše veselje, knjiga je, najviše nakon i putem esperantskog izdanja *Drame*…, u svijetu prevedena na dvadeset jedan strani jezik, portugalski, islandski, slovenski, ruski, mađarski, japanski… Do drugog izdanja knjige već se krug pisaca potpisnika knjige proširio na više od šezdeset mladih astronoma amatera.

Zaslugom te knjige i suradnje s Hrvatskom ligom za esperanto (jezik koji smo gotovo svi ubrzo naučili), imali smo prigodu u esperantskom kampu u Primoštenu upoznati mnoge esperantiste iz svijeta – a ta su druženja ostala u najboljoj uspomeni. Teško je opisati te nevjerojatne osjećaje prisnosti koje se s



Slika 10.: Sarkastična karikatura na temu atomske kataklizme iz drugog izdanja *Drame*: "Čini se, stara moja, da ćemo morati sve započeti iznova…"

pomoću tog medija podijelilo s ljudima iz raznih krajeva svijeta, Japana, Francuske, Nizozemske… Uvijek pomislim koliko bi samo vremena trebalo da se takvi prijateljski razgovori vode na bilo kojem drugom živom jeziku, koje se uči i po desetak godina ili više, računajući s jednakom razinom sporazumijevanja!

Večeri u Primoštenu bile su, naravno, posvećene i astronomiji, pa se uz teleskop skupljalo mnoštvo tog internacionalnog društva. Poslije promatranja, druženja su nastavljena uz razgovore, pjesme i dalmatinsko crno… Neki od stranih gostiju postali su nakon posjeta Primoštenu oduševljeni astronomi amateri, kao što smo to bili i mi i time je popularizatorska djelatnost Zvjezdarnice još više uspjela.

Esperantski kamp u Primoštenu potaknuo je početak turizma u tom kraju, a mi smo kao studenti pritom bili usput i prvi turistički organizatori, recepcionari, konobari… s obzirom da domaćih kadrova naprosto nije bilo. Međutim, kad se nakon sedam ili osam godina pokazalo da je Primošten postao 'meka' i

za ostale turiste, izgradili su se mnogi hoteli, esperantski kamp pomalo se ugasio, ali je Primoštenu ostao glas začetnika turizma u šibenskom kraju i šire u Dalmaciji.

Zaključno

Primjer okupljanja mladeži na zagrebačkoj Zvjezdarnici, gdje se neobvezno učila astronomija, fizika, matematika, pisalo, te djelovalo kao pacifistički pokret, svakako je urodio i širim plodom kao kolijevka znanosti i humanističke ideje: cijela ta generacija, zahvaljujući najviše dr. Gabrijelu Divjanoviću, uspješna se pokazala i u nastavku kad se vinula u vlastite karijere. Mnogi bivši 'mladi astronomi amateri' postali su fizičari, matematičari, profesori, novinari, elektroinženjeri bilo 'jake', bilo 'slabe' struje te izumitelji. Nadalje, nekoliko prijatelja usput su bili i vrhunski alpinisti, jedan državni prvak u padobranstvu, ministar znanosti, akademik, više uspješnih poduzetnika, izdavač popularizator znanosti!

Današnji ravnatelj Zvjezdarnice je doktor znanosti iz astronomije, a takvo je i više suradnika, što je svakako nasljeđe na koje generacije oko *Drame*... mogu biti ponosne. Zagrebačka Zvjezdarnica na tim korijenima i dalje nastavlja rad na popularizaciji astronomije i znanosti, koje toliko očaravaju. Danas se postižu golemi skokovi u upoznavanju svemira putem velikih teleskopa, teleskopa *Hubble*, zemaljskih i svemirskih teleskopa na raznim valnim duljinama elektromagnetskog zračenja. Tu su i mnoge međuplanetarne letjelice koje izbliza šalju podatke o planetima udaljenim od Zemlje milijarde kilometara, što u naše vrijeme nije bilo moguće ni zamisliti.

Popularizacija astronomije prihvaćena je danas šire, u časopisima, knjigama, na radiju i televiziji, kod nas i u svijetu, pogotovo u vezi velikih otkrića suvremene astronomije i astrofizike. Sjetimo se samo velikog svjetskog popularizatora Carla Sagana (knjiga i TV serija *Cosmos*). U Hrvatskoj tu široko prihvaćenu ulogu popularizatora ima nekoliko vrsnih ljudi, spomenimo samo profesora Korada Korlevića s opservatorija *Višnjan* u Istri (rad na astronomiji, otkrivanje asteroida, popularna predavanja), zatim Ante Radonića (predavanja, knjige, Planetarij u Tehničkom muzeju), te posebno Gustava i Tatjanu Kren na zagrebačkoj Zvjezdarnici (predavanja, organizacija natjecanja iz astronomije za učenike, knjige itd.).Veliku ulogu imaju i profesionalci koji nastoje svoja znanja iz astronomije, astronautike i astrofizike prenijeti široj publici (Vladis Vujnović, Dragan Roša, Bojan Vršnak, Ivan Romštajn, Damir Mikuličić, Darije Maričić, Roman Brajša, Damir Hržina i drugi), bilo organiziranjem redovitih predavanja za građanstvo, bilo putem knjiga ili članaka u časopisima za popularizaciju astronomije i znanosti (Čovjek i *svemir*, *Polaris*, *Bolid*…).

U okviru više drugih zvjezdarnica otvorenih u Hrvatskoj (npr. astronomi Dejan Vinković i Zoran Knez u Splitu ili Andrea Cvitan u Rijeci i drugi), popularizacija astronomije ide ukorak sa saznanjima svjetske znanosti, putem stranih časopisa, televizije, radija, interneta, a za istaknuti je da veliku ulogu u popularizaciji astronomije među školskom mladeži imaju i planetariji u Zagrebu i Rijeci.

Današnji neki drugi *mladi astronomi* imaju na raspolaganju mnogo više izvora nego u vrijeme *Drame* (knjige, radio, televizija, internet, lako dostupni i kvalitetni amaterski teleskopi, planetariji…). Možemo se nadati da će astronomija i u tim novim okolnostima odigrati veliku ulogu u privlačenju novih naraštaja u znanost i tehniku. Na kraju, ipak, svako vrijeme ima svoja rješenja pa je tako generaciju oko *Drame* putem astronomije u znanost, tehniku i humanizam, u život vodila osobita društvenost na Zvjezdarnici, entuzijazam, međusobno povjerenje, prijateljstvo i možemo se samo radovati ako se tako nešto, uz sva suvremena pomagala, dogodi i novim generacijama.

Izvori

[1] Dvadesetpetorica: *Drama u svemiru*, izd. Školska knjiga, Zagreb, 1960.

[2] La juna jastronomo jesperantistoj: *Tragedio en la Universo*, HPD i Hrvatska liga za esperanto, Zagreb, 1961. (prijevod na esperanto Ivo Rotkvić, akademik Esperantske akademije)

[3] Mladi astronomi sa Zvjezdarnice u Zagrebu: *Drama u svemiru*, 2. izd. Pod. "Primošten" i Zvjezdarnica HPD-a Zagreb, 1966.

[4] *Viktimoj de la atombombo*, *Travivaĵoj de atomvunditojen Hirošima* (Žrtve atomske bombe, Svjedočenje ozlijeđenih od atomske bombe u Hirošimi), s japanskog na esperanto preveo JUI-Ĉunoŝin, ASAKE-SYOBOO, Tokio, 1968.

[5] Tatjana Kren: *Astronomijski vremeplov*. *Crtice iz prošlosti hrvatskoga zvjezdoznanstva*, HKD sv. Jeronima, Zagreb, 2002.

[6] Tatjana Kren: *Nebesa se osuše zvijezdam, Hrvatska književnost i astronomija*, HKD sv. Jeronima, Zagreb, 2004.

[7] http://www.zvjezdarnica.com/mediji/skrinjica/upoznajte-gabrijela-divjanovica/1820

[8] Dr. Gabrijel Divjanović, *Čovjek i svemir*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.

[9] Dr. Ivan Supek: *Princip kauzalnosti*, Kultura, Beograd, 1960.

[10] Werner Heisenberg: *Slika svijeta suvremene fizike*, prijevod, Biblioteka Epoha, Zagreb, 1961.

[11] Bertrand Russell, *Mudrost Zapada*, Mladost, Zagreb, 1970.

[12] Wikipedia, slike sa svemirske sonde Cassini-Huygens, NASA

Astronomical Observatory on 'Priest's Tower' in Zagreb – a Cradle of Science and Pacifism

Ernst Mihalek

To my many friends from the Zagreb Observatory
from the period of writing the book "Drama in the Universe"
and later to our teacher and friend Dr. Gabrijel Divjanović†,
I dedicate.

Abstract: Astronomical observatory on 'Pop's Tower' in Zagreb, has a very important role as a nursery of knowledge of astronomy and science, particularly for younger people. As a associate member, the Author got his first knowledge in science just in that establishment. Very important period of the Observatory's life, especially in the field of astronomy and science popularization came during the beginning of the 'space era' as well as the era of the 'Cold war'.

Keywords: Astronomical observatory in Zagreb, astronomy popularization, book 'Drama in the Universe'

2.
Znanost i nastava

Gojko Nikolić

Korištenje i plagiranje tuđih ideja u renesansi

Sažetak: U članku su obrađeni slučajevi kopiranja i plagiranja tuđih ideja uređaja ili objekata koji su bili česti kod renesansnih inženjera. Mnogi izumi koje pripisujemo nekim autorima nisu njihove izvorne ideje, nego su ih kopirali i bolje slikovno prikazali, ponegdje i tehnički dotjerali. Morat će se mijenjati povijest tehnike te tako, npr., Leonardo da Vinci nije izumitelj ronilačkog odijela, bagera za lagune, helikoptera, padobrana, višecijevnih topova, tenka i niza drugih izuma koje mu pripisujemo. To vrijedi i za Francesca di Giorgia Martinija. Temeljem crteža i godina kad su objavljeni, može se ustanoviti da su neki izumi postojali i prije. Novija istraživanja raznih autora pokazala su da je jedan od najznačajnijih izvornih inovatora bio Mariano di Jacopo zvani Taccola. U zadnje vrijeme i za njega postoje indicije da je koristio ideje i rješenja raznih uređaja iz daleke Kine.

Ključne riječi: izumi u renesansi, Leonardo da Vinci, Taccola, Francesco di Giorgio

Uvod

Radi jednoznačnog razjašnjenja pojma plagiranja citira se njegova dobra definicija:

> "Plagiranje je neautorizirana uporaba ili bliska imitacija materijala drugih autora te predstavljanje tih materijala kao vlastiti uradak."

Često se u novinama pojavljuje i pojam auto-plagiranje:

> **“**Auto-plagiranje je kada autor ponovno koristi materijale iz nekog od svojih prije objavljenih radova bez navođenja tih radova. Iako je auto-plagiranje teško nazvati ilegalnim, preporučuje se da autor svejedno navede da je riječ o starim materijalima.” [11]

Plagiranje je danas česta tema među znanstvenicima, umjetnicima, inovatorima. Postoje i propisi koji reguliraju tu materiju kao intelektualno vlasništvo. Iako definicije izgledaju dosta precizne, u praksi je uvijek sporno koja se količina ili bliskost (sličnost) teksta, ideje, rezultata rada i sl. može tretirati kao plagijat, a koji dio je slučajnost dolaska na istu misao ili formiranje dijela iste rečenice, definicije, dobivenih rezultata i sl. Na sudovima se pojavljuju tužbe, a postoje i eksperti koji u konkretnom slučaju procjenjuju što je plagijat, a što nije.

Ta pojava plagiranja nečijih djela, bez obzira kojeg ona bila oblika, vidljiva je i kroz povijest. Danas smo skloni tadašnje plagijate, koji su bili uspješni ili manje uspješni, gledati drugim očima jer tad nije bilo propisa ili zakona o autorskom djelu i nije bilo regulirane zaštite. Moguće je da se i tad putem sudova utvrđivalo plagiranje, odnosno korištenje tuđih ideja ili rješenja, ali o tome nisam našao podatke u literaturi. I tad je bilo pojedinačnih inicijativa da se na neki način osigura zaštita. U literaturi se kao primjer navodi rasprava Mariana di Jacopa zvanog Taccola s arhitektom Filippom Brunelleschijem 1427. godine o načinu zaštite izumiteljskih prava [15]. Takve zaštite su se tražile od vladara, što najbolje pokazuju privilegije koje je Faust tražio i dobio (1614.) od francuskog kralja Luja XIII. Pravednog i od Cosima II. Medicija godinu poslije (1615.) [70]. Još je 1590. godine Faust dobio zaštitu autorskog prava za izum *univerzalnog mlina* od mletačkog dužda Pasqualea Cicogne [69].

Vremenski interval koji sam istraživao odnosi se na razdoblje od XIV. do XVII. stoljeća, vrijeme renesanse, vrijeme stvaralaštva genijalnih umova, početak oblikovanja znanstvenih metoda i postupaka, vrijeme početnih velikih otkrića u prirodi. Proučavajući djela Fausta Vrančića [12] neminovno sam se susretao s djelima njegovih prethodnika i suvremenika. Proširio sam proučavanje na radove drugih renesansnih inženjera. Istraživanje se odnosilo samo na tehničke uređaje. Ova analiza nije konačna, nije ni sveobuhvatna, ali je indikativna i ukazuje na tu pojavu. Često se u pretraživanju radova iz tog doba uočavaju nevjerojatne sličnosti u tehničkim rješenjima, primjena istih pristupa, a ponegdje postoje i identični crteži, što je tema ovog članka. Često se plagirana djela jednog autora pripisuju izvornom autoru, ali se po načinu crtanja i bojenja može prepoznati ruka drugog autora, plagijatora.

Bilo je opće pravilo da kod uređaja, naprava, strojeva, fortifikacijskih objekata, građevina nitko ne navodi ime početnog autora čiju je ideju, rješenje ili zamisao koristio. Iznimka je Faust Vrančić koji je navodio odakle mu ideje za neki uređaj, ali ni on ne navodi imena. Ako bi se pokušalo shvatiti takav odnos prema svojim prethodnicima ili suvremenicima, možda bi trebalo uzeti u obzir tadašnje odnose u društvu. Ti znanstvenici, inovatori, inženjeri, kojih je bilo vrlo malo, dokazivali su se tim svojim idejama, one su bile put u visoko (i bogato) društvo. To im je donosilo priznanje, zaposlenje, slavu i divljenje. Pozivanje na nekog ranijeg autora ili suvremenika koji je slično napravio bilo bi "obezvređivanje" svojeg djela i samog sebe i isticanje nekog drugog. Kod nekih se osjeća i natjecateljski duh, da na istoj ideji pokažu da su pametniji, inovativniji, stručniji i na kraju dominantniji.

Istraživanje podrijetla ideja nije jednostavno jer nema zapisa o tome, nego je moguće iz crteža, stilova, iz vremenskog hodograma, a povremeno i iz neke usputne primjedbe ili opisa događaja ustanoviti tko je dao ili mogao dati početnu ideju.

U zadnje vrijeme znanstvenici istražuju stare majstore, dolaze do mnogih iznenađenja i konstatira se da su veličine poput Leonarda da Vincija, ali i neki drugi, koristili tuđe ideje i zamisli. Kopirali su crteže svojih prethodnika, a najviše Mariana di Jacopa zvanog Taccola, kojeg većina istraživača ističe kao početnog inovatora. Postoje teorije da je i on dio svojih inovacija vidio u kineskoj knjizi o poljoprivredi *Hong Shu* koju je napisao Wang Zhen 1313. godine [71]. O tome će također biti riječi. Morat ćemo uskoro promjeniti naše spoznaje o genijalcima koji su prije više stotina godina pokrenuli neke ideje koje danas koristimo u suvremenom obliku. Trebat će druge osobe proglasiti izvornim inovatorima kojima imamo zahvaliti za ta dostignuća.

Pritom ne treba zaboraviti da je tehnika bila dosta razvijena u staroj Grčkoj i na Bliskom istoku i da su mnoga znanja potekla od njih. Najbolje o razini tadašnje tehnike govori 'analogno' računalo *antikythera*, simulator kretanja planeta, pronađen početkom prošlog stoljeća. Procjenjenjuje se da je izrađen oko 150 godina pr. Krista. Koristi velik broj zupčanika (27 pari), kojima se simuliralo čak i eliptično kretanje planeta i postignut je točan astronomski broj *parapegma* (točnost je u četvrtoj decimali). Temeljem novijih istraživanja tog mehanizma došlo se do zaključka da je taj tip simulatora vjerojatno projektirao Arhimed iz Sirakuze. Znatna tehnička ostavština nastala je i od genijalnih izumitelja poput Ktesibija Aleksandrijskog, Herona, pa sve do Al-Jazarija ('al-Zaman Ebu-'l-'Izz Ibn Isma'il ibn al-Razzaz al-Jazari) koji je živio krajem XII. i početkom XIII. stoljeća. [68]

Ovaj rad navodi, osim vlastitih istraživanja, analiza crteža i njihovih komparacija s originalima, zaključke i stavove stručnjaka za renesansne inženjere i inovatore, koji su provodili slična istraživanja.

1. Renesansni inženjeri

Kad se govori o inženjerima ne misli se na njihovu stvarnu profesiju, nego na sadržaj riječi *inženjerstvo* koja označava osmišljavanje i izradu novih uređaja, naprava, objekata, kao i postupaka koji poboljšavaju na neki način život čovjeka, odnosno na osobe (inženjere) koje se time bave.

Radi jasnijeg pregleda stvaralaštva inženjera renesanse koji su predmet članka, navedeni su osnovni podaci o njihovu radu koji su bitni za analize u ovom tekstu, kao i o onima koji su im bili uzor.

Marko Vitruvije Polion (80./70. pr. Krista − oko 15.)

Napisao je knjigu *De Architectura libri decem* (*Arhitektura u deset knjiga*), jednu od najznačajnijih tehničkih knjiga antike. Knjigu je ponovno otkrio 1414. firentinski humanist Poggio Bracciolini (1380. − 1459.). Fra Giovanni Sulpitius tiskao je 1486. prvo ilustrirano izdanje, a poslije je doživjela još nekoliko izdanja. Tako je 1511. ponovno tiska fra Giovanni Giacondo; 1521. Cesare Cesariano prevodi je na talijanski i dopunjuje komentarima i ilustracijama; 1525. ponovno je tiskana na talijanskom. Tiskanje knjige *De Architectura* imalo je snažan utjecaj na renesansne inženjere i znanstvenike. Neki su se strojevi tad prvi put pojavili i nije bilo inženjera, znanstvenika koji nije razradio svoju verziju. Primjer za to je Arhimedov vijak.

Vitruvije je bio posebno zaokupljen simetrijom i međusobnim odnosima proporcija u prirodi. U trećem svesku knjige *De Architectura* postavlja ideju o korelaciji proporcija kod čovjeka (Vitruvijev čovjek − *Uomo vitruviano*), što je bio poticaj ili izazov kasnijim učenim ljudima da pronađu te odnose i "ogledaju" se u traženju tih međusobnih proporcija.

Renesansni inženjeri smatrali su da je čovjek napravljen na sliku i priliku Boga i zato da predstavlja božansko savršenstvo. Polazište svih istraživanja bila je postavka da se ljudsko tijelo savršeno uklapa unutar kruga (božanski simbol) i kvadrata (zemaljski simbol). Tijelo je tako oblikovano da su sve njegove proporcije u međusobnom odnosu.

Konrad Kyeser (1366. − 1405.)

Bio je vojni inženjer i napisao je knjigu o vojnoj tehnologiji *Bilifors* (oko 1405.). Imao je velik utjecaj na renesansne inženjere. Njegov način rada te vrste uređaja i naprava koje je crtao dugo su smatrani svojevrsnom školom suvremenih uređaja. Tek pojavom Taccole, a potom i di Giorgia, oni preuzimaju tu ulogu. Začetnik je mnogih suvremenih ideja poput ronilačkog odijela, višecijevnih topova, dizala kao i niza drugih.

Mariano di Jacopo zvani Taccola (1382. – 1453.)

Mariano di Jacopo zvani Taccola bio je poznat kao *Arhimed iz Siene*. Bio je začetnik novog ilustriranog stila inženjerstva i strojnih priručnika koji su tijekom renesanse postali uobičajeni [40]. Taccola, za kojeg se može reći da je inovator mnogih rješenja koja su poslije preuzeli drugi, napisao je dva kompleta knjiga s mnogobrojnim crtežima uređaja, strojeva i drugih predmeta. Prvi je komplet *De ingenies* (1427. – 1441.), koji čine četiri knjige, a drugi *De machines* (1449.) i dodatak [50].

Kad bi Taccola počeo pisati knjigu, zamislio bi je kao formalnu raspravu, s primjerom po stranici i kratkim latinskim komentarima o svakoj slici. Ali, poslije je više upotrebljavao rukopis kao bilježnicu, dodajući slike i napomene na slobodnim prostorima listova. Zbog toga postoji i po četiri ili pet dodataka (što se očituje različitim stilovima crteža, različitim tintama i različitim nijansama olovke) [50].

Knjige zajedničkog naziva *De ingenies* obuhvaćaju sljedeće:

− prva knjiga su crteži i opisi: lukova, crpki, topova, mjehova za peći, podvodnih ronilaca, mlinova i sl.

− druga knjiga sadrži crteže: cisterni, klipnih crpki, zmajeva, amfibijskih strojeva s vojnicima i mlinova

− treća knjiga obuhvaća prikaz: lančanih pumpi, mlinova, mjenjača za promjenu brzine, vitla, strojeva za kamenolome, strojeva za flotaciju, građevinskih dizalica, ljestvi, kolica s jedrima i amfibijskih vozila

− četvrta knjiga se bavi: trigonometrijskim izmjerama, izradom tunela, strojevima za vađenje stabala, vjetrenjačama i mlinovima, oklopnim brodovima, grabuljama, krovnim gredama i reflektirajućim zrcalima, a prikazuje i slike majmuna, deva i slonova.

Nakon *De ingenies* slijedi knjiga *De machinis*, koja sadrži crteže uglavnom vojnih strojeva. Razvio je i tehniku presjeka kako bi pokazao dijelove koji se nisu vidjeli jer su bili zaklonjeni, odnosno unutar uređaja [41].

U zadnje vrijeme pokušava se objasniti kako je moguće da Taccola, službenik u malom mjestu Sieni, koji nikad nije vidio more ili se borio u bitkama, odjednom u svojim pedesetim godinama dobiva fantastične ideje dotad gotovo nepoznate u Italiji. Razrađivao je crteže brodova s lopaticama, plovila i strojeve za podizanje olupina iz mora, niz oružja koja koriste barut, čak je razradio napredni način dobivanja baruta [67]. Zbog toga autor Gavin P. Menzies razvija teoriju i dokazuje da je to posljedica dolaska delegacije iz Kine 1434. koja je sa sobom donijela knjigu o poljoprivrednim strojevima *Nong Shu* (1313.) [42].[1]

[1] Postoje podaci da je car Yung-lo naručio 1403. prikupljanje i objedinjavanje znanja u svojevrsnu enciklopediju. U projekt je bilo uključeno 2169 znanstvenika i prevoditelja, a sadrži 22 877 poglavlja unutar 11 095 svezaka. Obuhvaća sve aspekte tradicionalnog 'konfucijanskog' znanja i reprezentativnu literaturu u rasponu od povijesti do drame. U njoj su uključena i znanja iz knjige *Nong Shu* (1313.) [izvor: British Library]. Navodno je bila najvrednija knjiga koju je donijela spomenuta kineska delagacija [67].

On navodi da su sve vrste prijenosnika s pogonom, koje su opisali Taccola i di Giorgio, prikazane u knjizi *Nong Shu* [42]. Kao dokaz uspoređuje slike iz te knjige s onima Mariana di Jacopa Taccole (kao i Francesca di Giorgia Martinija), koje će biti poslije u tekstu prikazane. Menzies navodi da je kinesko-kanadski znanstvenik Tai Peng Wang otkrio kinesku i talijansku evidenciju koja je pokazala da je kineska delegacija stigla u Italiju tijekom vladavine careva Zhu Dia (1403. − 1424.) i Xuan Dea (1426. − 1435.). Ciljevi cara Xuan Dea bili su da Zheng He, admiral i istraživač koji je 1434. došao u Europu, uspostavi suradnju s europskim zemljama [45] [67]. Menzies je o tome 2008. napisao knjigu: *1434: Year a Magnificent Chinese Fleet Sailed Italy Ignited Renaissance* [42].

Francesco di Giorgio Martini (1439. − 1501./1502.)

Poznat i kao Francesco Maurizio di Martino ili Francesco di Giorgio Maurizio Martino, talijanski renesansni slikar, kipar, arhitekt, izumitelj i dizajner. U kasnijim godinama bio je nazivan i Maestro Francesco di Giorgio da Siena [6]. Napisao je između 1475. i 1495. značajno djelo *Trattato di Architettura civile e militare*. Osim arhitektonskih rješenja projektirao je razne naprave i strojeve [43] [44]. Bavio se projektiranjem različitih vrsta vozila (*auto-mobile*) kod kojih su kotači pokretani vitlima [44]. Smatra se da je učio na Taccolinim radovima te preuzeo njegova rješenja raznih mehanizama, a negdje ga je doslovno kopirao. Prof. dr. Paolo Galluzzi i dr. Ladislao Reti, stručnjaci za Leonarda, te Frank D. Prager i Giustina Scaglia, stručnjaci za Taccolu i di Giorgia, navode da je Francesco di Giorgio koristio velik broj Taccolinih idejnih rješenja. Bio je vrstan crtač te je Taccoline crteže dotjerivao da bi se poboljšala kvaliteta ilustracije, što ističu poznavatelji njihovih radova [41], te da je to vidljivo u gotovo svakom prikazanom crtežu. Francesco dodaje detalje kako bi se poboljšala kvaliteta ilustracije [41]. Galluzzi piše:

> "Mnogi od 1200 crteža i praktički sve bilješke [Di Giorgio's Codicetto] zapravo su izvedeni iz Taccolina rukopisa. Crteži su očito modelirani prema Taccoli, ali Francesco često dodaje ili izostavlja pojedinosti i u nekim slučajevima uvodi značajne promjene... Ideje i postupke drugih ljudi bespomoćno su pljačkali čak i umjetnici poput Francesca... [On] nikad nije spomenuo ime svog izvora u djelima koja je kasnije napisao." [41]

Navodi se da je Francesco di Giorgio naslijedio bilježnice i rasprave od svojeg uzora Taccole koji je bio službenik, a obojica su živjela u Sieni. Čini se da je Taccola bio zaslužan za gotovo svaku tehničku ilustraciju koju su Francesco, kao i Leonardo, poslije napravili [45].

Paolo Santini (1450. − ?)

Bio je talijanski vojni inženjer i liječnik. Nije bio javna osoba, ali danas je poznat zbog kopiranja (plagiranja) crteža Mariana di Jacopa Taccole. Ne zna se puno o njemu, čak ni datum rođenja i smrti nisu isti u različitoj literaturi. Nije sigurno da je godina rođenja 1450. [47], mnogi navode godinu rođenja u razdoblju 1382. − 1453. [31] [51], a negdje se pak navodi da je radio u XV., a negdje u XVI. stoljeću [48]. Prema godinama nastalih radova (literatura navodi nakon 1475. [56], a druga 1470. [55]), može se zaključiti da je najvjerojatnije točna godina rođenja navedena u naslovu. Nije poznata godina smrti [47]. Budući da su godine 1382. − 1453. godine Taccolina života, a zbog poistovjećivanja Santinijevih radova s Taccolinim, moguće je da neki smatraju da je to ista osoba pa navode i iste godine rođenja i smrti.

Kod atribucije crteža mnogi ih automatski pripisuju Taccoli, iako je Santinijev način crtanja i bojenja prepoznatljiv, što se vidi jednostavnom usporedbom originala i kopije. Vjerojatno zbog kopiranja Taccole, i njemu su poslije dodali isti nadimak (Taccola). U nekim dokumentima postoji dodatak prezimenu koji ga povezuje s mjestom u kojem je radio ili iz kojeg je došao, tako da se prezimenu dodaje Ducensis (iz Duccio) ili Lucensis (iz Lucca) [47]. Javlja se i pod imenom Paulo Sanctino Ducensi, Paulus Sanctinus [55] ili Paulus Savetinus Ducensis [56] ili pak Mariano Paolo Santini [51]. S obzirom na navođenje različitih vremena kad je živio i radio, često poistovjećivanje s Marianom di Jacopom Taccolom, a i različita imena, iako slična, stvorena je zbrka i nedoumica je li riječ o jednoj ili dvjema osobama. Prema podacima u dostupnoj literaturi može se zaključiti da je riječ o dvjema osobama. Budući da u to vrijeme Santini nije bio poznata osoba, nema ni puno zapisa o njemu. Danas je postao zanimljiv zbog sačuvanih crteža koji potiču istraživanje i traženje izvornosti tih ideja i prikazanih konstrukcija uređaja, naprava i općenito rješenja namijenjenih za civilnu i vojnu uporabu.

Izdao je knjigu *De Machinis*, za koju se smatra da sadrži kopirane (plagirane) Taccoline crteže. Postoje dva primjerka tog Santinijeva djela, jedan u Parizu, a drugi u Torinu [48]. Kopiranjem Taccole pomogao je upoznavanju šire javnosti s djelima tog nadarenog inovatora.

Leonardo da Vinci (1452. − 1519.)

Leonardo je bio jedna od najznačajnijih osoba ne samo renesanse, nego ukupne povijesti čovječanstva. Bio je svestran genije, od slikarstva, medicine, do strojarstva. Pripisujemo mu mnoge inovativne ideje daleko ispred svojeg vremena, koje je tek razvojem tehnike bilo moguće ostvariti. Zato istraživanja francuskog povjesničara Bertranda Gillea o inženjerima renesanse, te ona koja je proveo prof. dr. Paolo Galluzzi u devedesetima prošlog stoljeća (knjiga

Nepoznati Leonardo), donose drukčiju sliku o Leonardovim izumima, koja zbunjuje i iznenađuje zbog našeg dosadašnjeg mišljenja o njemu.

Leonardo je umjetnik − najpoznatiji inženjer renesanse i hvaljen kao jedan od najvećih genija u povijesti čovječanstva, ali danas, nakon istraživanja, njegov je značaj smanjen i doveden u okvire samo onih izvorno njegovih izuma kojima je zadužio čovječanstvo [41]. Više se ne govori da je on idejni začetnik ronilačkog odijela, padobrana, helikoptera i niza drugih izuma, nego se za njih imenuju oni od kojih je preuzeo ideju. Osim uspoređivanja crteža koji su prethodili njegovim, poznati su drugi dokumenti koji dopunjuju tu sliku. Ustanovljeno je da je pregledao neke Taccoline rukopise i crteže prije skiciranja vlastite serije remek-djela strojarske tehnologije [40]. Poznat je i njegov susret s Francescom di Giorgiom u Paviji 1490., koji je bio odlučujući trenutak u Leonardovim radovima o kanalima, ustavama, vodovodima i fontanama. [42] [67]

Navodi se da su se Kinezi koristili osnovnim načelom helikopterskog rotora još od IV. stoljeća. Igračke helikoptera bile su tad popularne u Kini pod imenom ‘bambusna zmajica’ [67]. Nije poznato je li ta rješenja vidio Leonardo u Italiji i koristio za svoje rješenje helikoptera.

Ima i sljedećih mišljenja o Leonardu (doc. dr. Carlo Vecce, sa Sveučilišta L’Orientale (NA), Civilizacija (01/2010). [41]:

> “Slobodni mislilac ili sluga moćnika? Mi smo toliko navikli da ga tretiramo kao apsolutnog genija, ipak, neke epizode iz njegovog života govore da je Leonardo oportunista, spreman primiti naklonost papa, kraljeva, knezova i tirana... Obično se smatra da osamljenog genija, preteče izvanrednih znanstvenih i tehnoloških spoznaja, nikad ne mogu razumjeti njegovi suvremenici, ali ipak stvarnost koja proizlazi iz dokumenata i iz vlastitog rukopisa je mnogo drugačija.”

Dr. Reti navodi da je Francescov nepotpuni rukopis *Trattato di Architettura civile e militare* nekoć pripadao Leonardu da Vinciju. Leonardo je na rubu rukopisa dodao bilješke i skice. Rukopis je danas u knjižnici Laurenziana u Firenci (*Codex Mediceo Laurenziano* 361 [45]). Osim toga, pronađeno je nekoliko starih primjeraka rasprave ili njegovih crteža u drugim talijanskim knjižnicama, koji ukazuju na rani Leonardov interes za Francescov rad.

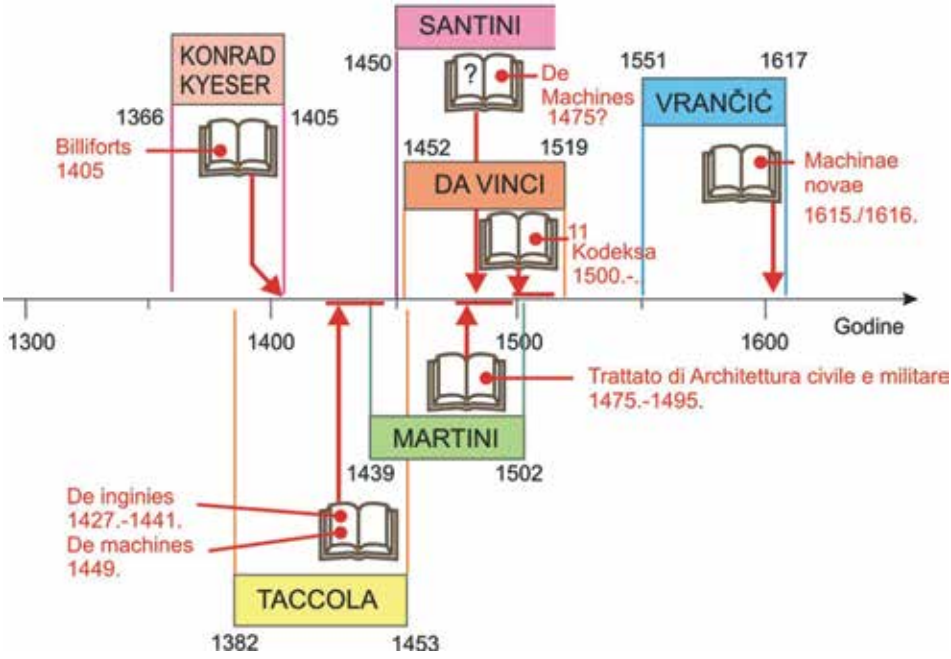
Faust Vrančić (1551. − 1617.)

Rođen u Šibeniku i umro u Veneciji. Stalno je ostao vezan uz Hrvatsku, bez obzira gdje je živio i isticao svoje hrvatsko podrijetlo. Po obrazovanju je bio pravnik i filozof, ali su ga zanimale prirodne znanosti, matematika i mehanika. Bavio se književnim radom, lingvistikom, povijesnim, filozofskim i teološkim temama, strojevima i uređajima. Napisao je veći broj knjiga, a za ovo

razmatranje najznačajnija je *Machinae novae* (*Novi strojevi*) s komentarima uz svaki crtež na pet jezika, koju je izdao u Veneciji 1615./1616. [12] [26].

Faust je za razliku od drugih renesansnih inženjera navodio gdje je neki uređaj vidio, tko mu je za neko rješenje rekao, ali kao ni ostali, nije navodio imena. Isticao je za neka rješenja da su ona njegova originalna ideja. Jednako kao i kod drugih, razmotrena su izvorišta Faustovih ideja za crtanje novih uređaja i strojeva te je provjeravano jesu li crteži samo kopije ili su prikupljene ideje nadograđivane te tehnički i funkcionalno poboljšane. (Za detaljnije proučavanje vidi knjigu [12]).

Slika 1. prikazuje vremenski pregled kad su živjeli i stvarali naprijed navedeni inženjeri, kako bi se zorno predočio vremenski slijed njihova djelovanja.



Slika 1.: Grafički pregled vremena kad su živjeli i stvarali renesansni inženjeri koji su predmet ove analize

2. Specifična obilježja crteža

Kako će se neke ocjene o plagiranju Taccolinih crteža temeljiti prije svega na onim Santinijevim, valja analizirati njegov način crtanja i crteže. Taccolini su crtani perom i tintom, bez dodavanja boje. Santinijev je crtež prije svega sličan Taccolinu (nije potpuno identičan-kopiran) i obojen. Boje koje koristi uglavnom su plava, crvena, zelena i žuta, obično bez miješanja, a primjećuje se

da su boje istih površina obojene jednako na gotovo svim slikama. Analiza crteža i boje na njima temelji se na crtežima koji su u literaturi označeni kao Santinijevi plagijati. Zbog velike sličnosti s Taccolinim crtežima, u literaturi se često neki od njih automatski pripisuju Taccoli (a izvorno i jesu), ali radi ovog razmatranja, a temeljem načina slikanja, mogu se proglasiti plagijatima ili kopijama koje je izradio Santini.

3. Teme, odnosno uređaji za analizu

Razmatranja i usporedbe crteža usmjerit će se na pojedine teme, odnosno uređaje koje su renesansni inženjeri rješavali i na njima će se ukazati kopiranje tuđih ideja i na koje su nadograđivali više ili manje svoja rješenja, a neki od njih su i potpune kopije odnosno plagijati.

3.1. Vitruvijev čovjek

Leonardo da Vinci svojeg je Vitruvijeva čovjeka (nazvan i 'zakon proporcija') u svojoj maniri znanstvenika i umjetnika nacrtao i oblikovao kao umjetničko djelo 1490. (ili 1492.). Kako se bavio ljudskom anatomijom i proučavao dijelove tijela, bio je predodređen da napravi tu kombinaciju znanstvenog istraživanja i umjetničkog djela. U *web*-izdanju poznate Britanske enciklopedije (*Encyclopaedia Britannica*) navodi se:

> "Leonardo je zamislio ovaj veliki slikovni dijagram ljudskog tijela koji je napravio kroz svoje anatomske crteže i Vitruvijeva čovjeka kao kozmografiju mikrosvijeta (tal. *cosmografia del minor mondo*). Vjerovao je da su mehanizmi ljudskog tijela analogni mehanizmima u svemiru." [1]

Zato je teško odlučiti komu pripada primat, inicijatoru te ideje Vitruviju ili Leonardu koji ga je razradio do savršenstva. Leonardo je svojim Vitruvijevim čovjekom i tekstom vezanim za njega odgovorio na sva ta pitanja. Iako je razradio i dobio odnose čovječjeg tijela koje je započeo Vitruvije, i dalje je bilo znanstvenika, inženjera i umjetnika koji su na tome dalje radili, jer očito nisu bili upoznati s radom Leonarda da Vincija ili su se željeli sami iskušati u 'zakonu proporcija'. Primjeri za to su crteži Corneliusa Agrippe von Nettesheima (1486. −1535.), te ilustracije Cesarea Cesariana (1521.).

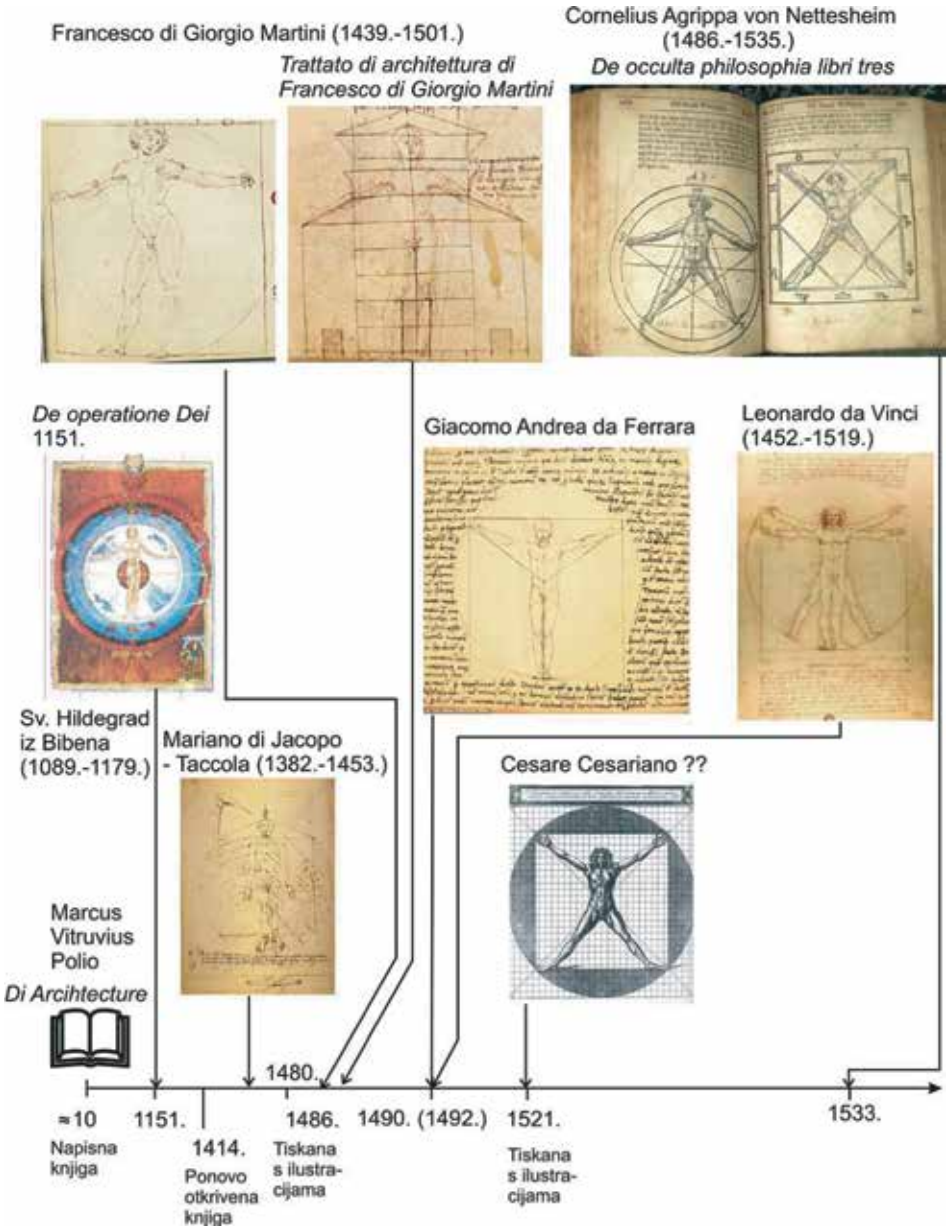
Osim crteža Leonardo je dao, u maniri svojeg načina zrcalnog pisanja, dobivene podatke istraživanja proporcija čovjeka:

1. dlan je širina 4 prsta
2. stopa(lo) je širina 4 dlana (oko 12 inča)
3. kubit je širina 6 dlanova
4. korak iznosi 4 kubita
5. visina čovjeka iznosi 4 koraka (tj. 24 dlana)
6. *erit eaque mensura ad manas pansas* (duljina čovjekovih raširenih ruku − raspon ruku − jednak je njegovoj visini)
7. razmak između početka kose na čelu i dna brade je 1/10 čovjekove visine
8. razmak između vrha glave i dna brade je 1/8 čovjekove visine
9. razmak između dna vrata i početka kose je 1/6 čovjekove visine
10. najveća širina ramena je 1/4 čovjekove visine
11. razmak između sredine prsa i vrha glave je 1/4 čovjekove visine
12. razmak od lakta do vrha šake je 1/4 čovjekove visine
13. razmak od lakta do pazuha je 1/8 čovjekove visine
14. duljina šake je 1/10 čovjekove visine
15. razmak između dna brade i nosa je 1/3 visine glave
16. razmak između početka kose i obrva je 1/3 duljine lica
17. duljina uha je 1/3 duljine lica
18. duljina čovjekova stopala je 1/6 njegove visine [1].

Neki autori navode da je crtež čovjeka u krugu i pentagramu sv. Hildegard iz Bingena (1089. − 1179.) iz 1151. u djelu *De operatione Dei* (*O Božjim radovima*) preteča znatno kasnije nacrtanog Vitruvijeva čovjeka, slika 2. [17]. Crtanje čovjeka u krugu u to doba bilo je postavljanje čovjeka u središte božanskog simbola i nema veze s proporcijama i njihovim odnosima o kojima je pisao Vitruvije. Njegov se utjecaj može uzeti u obzir nakon otkrivanja i potom objavljivanja knjige *De Architectura* poslije 1414. godine. Do tog vremena bila je nepoznata, kao i razmatranja njezina autora.

Sigurno je jedan od prvih koji su se pod Vitruvijevim utjecajem bavili odnosom proporcija čovjeka bio arhitekt Mariano di Jacopo zvani Taccola, kod kojeg je centar kruga i kvadrata u pupku. Nešto poslije njega, oko 1480. arhitekt Francesco di Giorgio Martini nacrtao je čovjeka u krugu. Kasnije je u svojem djelu *Trattato di Architettura di Francesco di Giorgio Martini* pokušao odgonetnuti proporcije čovjeka, slika 2.

Interesantan je rad talijanskog povjesničara arhitekture Claudia Sgarbija koji je 1986. istražio i proučavao crteže Vitruvijeva čovjeka renesansnog arhitekta Giacoma Andree da Ferrare kao i Leonarda da Vincija. Došao je do zaključka da ga je Ferrara nacrtao prije Leonarda. Ferrara je bio blizak prijatelj Leonarda da Vincija i stručnjak za Vitruvija. Postoji Leonardov zapis o zajedničkoj večeri 1490. godine na kojoj su očito raspravljali i o Vitruvijevim stavovima. To je godina kad su i Giacomo Andrea da Ferrara i Leonardo da Vinci nacrtali svojeg *Vitruvijeva čovjeka*, prema drugim autorima 1492., slika 2. [16].



Slika 2.: Vremenski prikaz nastanka pojedinih crteža s proporcijama čovjeka

Arhitekt Sgarbi objasnio je zašto smatra da je Ferrara prvi nacrtao *Vitruvijeva čovjeka*. Smatra da njegov crtež ima puno pogrešaka, a da je Leonardov savršen. Da je bilo obratno, moglo bi se vjerovati da bi Ferrara svoj crtež u nekim detaljima drukčije ili ispravnije nacrtao [16]. Da su raspravljali o toj

temi, najbolje govori položaj čovjeka u krugu i položaj kvadrata u odnosu na krug. Središte kruga je u pupku, a sjecište dijagonala kvadrata je cca 15 cm niže.

U knjizi *De occulta philosophia libri tres* Corneliusa Agrippe von Nettesheima iz 1551. nalazi se šest crteža proporcija čovjeka od kojih se dva pripisuju Leonardu da Vinciju. Na slici 2. jedan od njih je onaj u krugu [17].

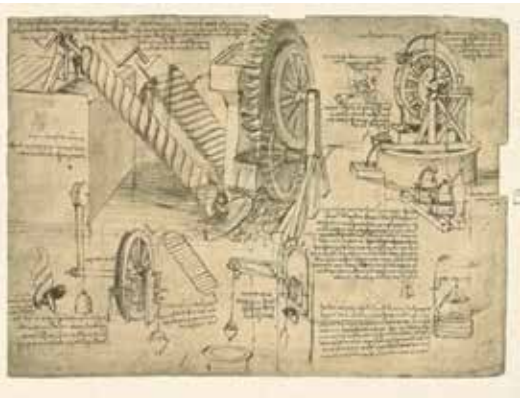
Nakon ovog prikaza različitih crteža Vitruvijeva čovjeka i stalnog traženja međusobnih odnosa i proporcija čovjeka kao središnjeg bića života na Zemlji, može se zaključiti da ovdje nije riječ ni o kakvim plagijatima, nego razradama vlastitih traženja i istraživanja na istu temu. Ipak Vitruvijev čovjek, iako se često uzima kao ikona za Leonarda da Vincija, ima svoj povijesni put i nije samo vezan za Leonarda.

3.2. Arhimedov vijak

Arhimedov vijak poseban je oblik vijka, odnosno naprava koja je tijekom povijesti služila za podizanje vode na višu razinu u cilju navodnjavanja. Izum se pripisuje grčkom misliocu Arhimedu iz III. st. pr. Kr. Neki zastupaju mišljenje da je taj izum nastao u Babilonu prije Arhimeda i povezuju ga s napajanjem čuvenih Semiramidinih visećih vrtova u tom gradu [13]. Oni se ubrajaju u sedam svjetskih čuda tog doba, a navodno su izgrađeni za mitološku kraljicu Semiramidu koja je vladala na prijelazu iz IX. u VIII. st. prije Krista.

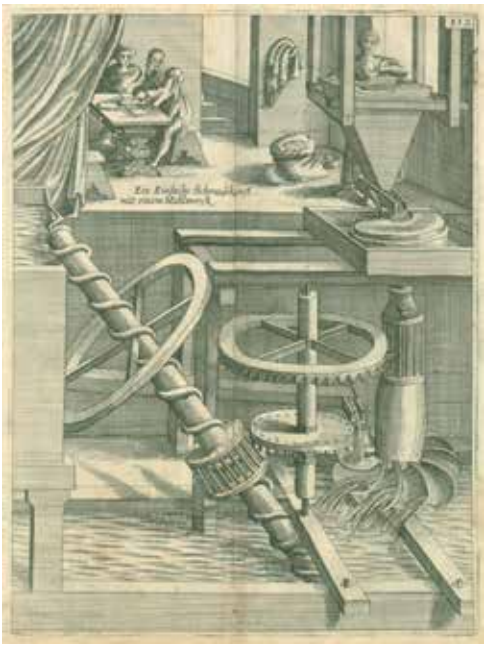
Crtež Arhimedova vijka nalazi se i u Vitruvijevim svescima *De Architectura*, slika 3., i poslije je korišten u različite svrhe. Najčešće je korišten za osnovnu namjenu, odnosno podizanje vode na višu razinu, ali bio je i dio sustava koji bi trebao raditi bez dopreme energije, odnosno kao *perpetuum mobile.*

Slika 3.: Arhimedov vijak u Vitruvijevoj knjizi *De Architectura* [18]

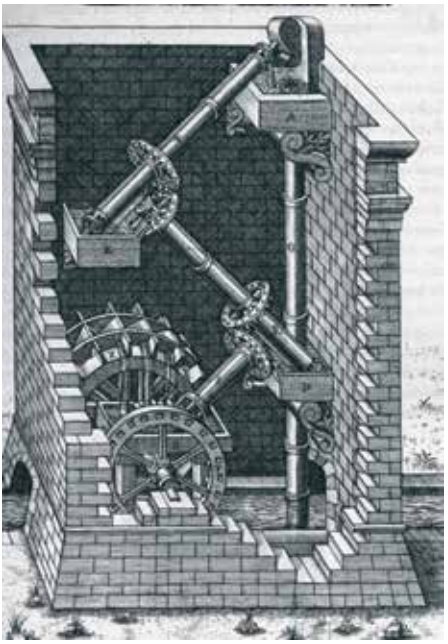


Slika 4.: Crtež Leonarda da Vincija, prikaz Arhimedova vijka za dopremu vode na višu razinu [19]

Leonardo da Vinci, Jacques Besson te Agostino Ramelli među svojim uređajima prikazali su Arhimedov vijak, slike 4., 5. i 6. Bessonov i Ramellin Arhimedov vijak dio je sustava *perpetuum mobile* [20] [21].



Slika 5.: *Perpetuum mobile* s Arhimedovim vijkom Jacquesa Bessona [20]



Slika 6.: Ramellijev uređaj s Arhimedovim vijkom za podizanje vode – *perpetuum mobile* [21]

Korištenje Arhimedova vijka za različita tehnička rješenja nije plagiranje, nego traženje njegove primjene u različite svrhe. Svako od tih rješenja unikatno je i originalno. Ipak treba naglasiti da to nije izum renesansnih inženjera, nego je nastao u antici, a oni su ga samo uklopili u svoje uređaje za različite namjene.

3.3. Parna turbina

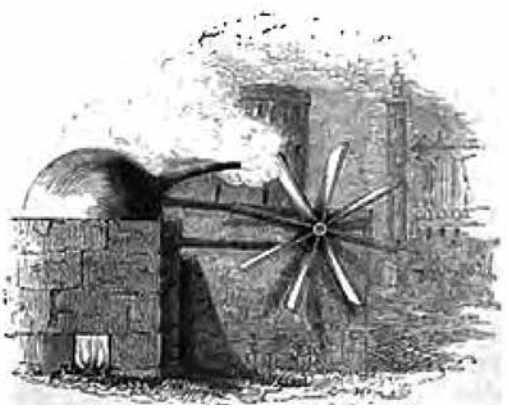
Prvi prikaz korištenja vodene pare je Heronov (oko 10. – 70.), crtež parnog kotača *aeolipile*, slika 7. [22].

Francuski inženjer Salomon de Caus (1576. − 1627.), u svojoj knjizi *Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines*, koja je objavljena 1615. prikazao je parnu turbinu, kod koje je vodena para okretala kotač turbine, slika 8. [23]. Njegov nešto mlađi suvremenik Giovanni Branca (1571. – 1645.)

Slika 7.: Heronov parni kotač *aeolipile* [22]

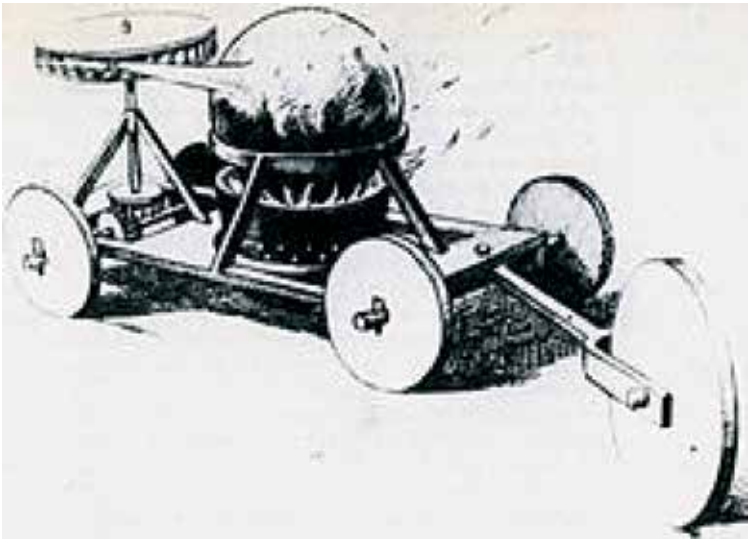
napravio je gotovo identičnu parnu turbinu, slika 9. To rješenje nalazi se u knjizi *La machina* koju je objavio u Rimu 1625. godine [24]. Prema godinama može se pretpostaviti tko je prvi došao na tu ideju, premda je možda Branca došao na to rješenje ne znajući za ono Salomona de Causa.

Slika 8.: Parna turbina Salomona de Causa [23]



Slika 9.: Parna turbina Giovannija Branca [24]

Potpuno je nevjerojatno da je flamanski misionar u Kini, astronom, matematičar, diplomat, kartograf, prevoditelj i filozof Ferdinand Verbiest (1623. − 1688.), poznat kao Nam Huairen, napravio 1672. maketu prvog parnog vozila koristeći potpuno isto načelo rada parne turbine kao i Salomon de Caus. Vozilo, zapravo prvi automobil, pokretan je energijom koja nije ljudska. To je maketa veličine 65 cm x 25,6 cm, slika 10. Nazvao je to vozilo auto-mobile i namijenio ga kineskom caru [25]. Postavlja se pitanje je li u Kini već postojalo slično rješenje pa ga je Verbiest primijenio?



Slika 10.: Verbiestova maketa parnog automobila [25]

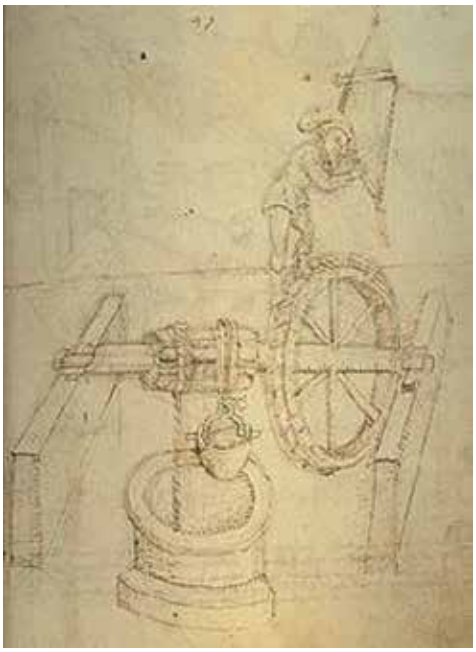
Kod ideje parne turbine vidljivo je da su rješenja potpuno identična. Prema današnjim mjerilima, rješenje koje je prezentirao Giovanni Branca može se smatrati kopijom ili čak plagijatom. Rješenje Ferdinanda Verbiesta treba tretirati kao novo, inovativno rješenje vozila kod kojeg je primijenjeno postojeće rješenje parne turbine.

3.4. Pogonski kotač

Sljedeći je primjer o pogonskom kotaču koji pokreću ljudi hodajući po njemu interesantan. U nekim slučajevima ukazuje na čisto plagiranje. Taj drastičan primjer vidljiv je kod usporedbe crteža sustava za podizanje vode iz bunara inženjera i arhitekta Mariana di Jacopa zvanog Taccola, slika 11. [27], i crteža s dodatkom objekta u pozadini, djela Paola Santinija, slika 12. [14]. Stručnjaci smatraju da je Santinijev crtež čisti plagijat. Već je rečeno da je Paolo Santini često kopirao izume Mariana di Jacopa Taccole, a kako je poslije i on dobio nadimak Taccola (valjda zbog tog kopiranja crteža), često je to radilo zbrku i utjecalo na atribuciju crteža. Taccolu su kopirali i Francesco di Giorgio Martini i Roberto Valturio, preko kojih su stigli do šire publike [12].

Vjerojatno potaknut strahom da će njegovi izumi biti (ili jesu) plagirani, nastao je i susret Mariana di Jacopa Taccole 1427. s arhitektom Filippom Brunelleschijem i rasprava, odnosno traženje rješenja kako zaštitili svoje inovacije [15].

U vezi s tim rješenjem nezaobilazan je Faust Vrančić, koji je za svoj pogonski kotač naveo da je za razliku od postojećih rješenja koja koriste čovjeka



Slika 11.: Sustav za podizanje vode iz bunara Mariana di Jacopa Taccole [27]

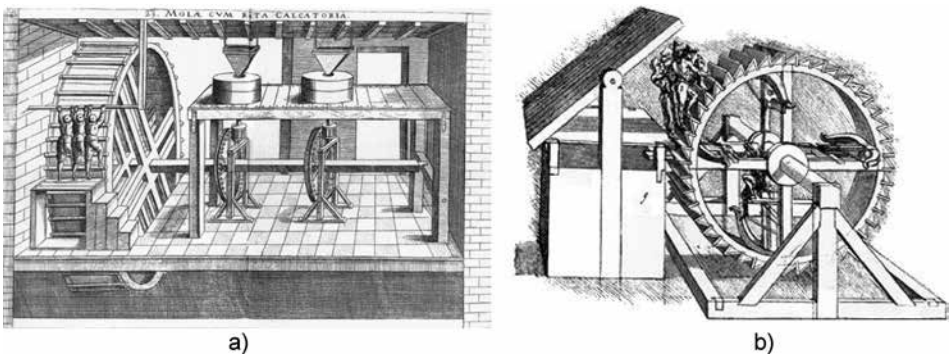
Slika 12.: Sustav za podizanje vode iz bunara Paola Santinija [14]

za pokretanje pogonskog kotača unutar njega, njegovo rješenje znatno bolje jer ljudi s vanjske strane na obodu pokreću kotač "hodanjem" ili "penjanjem". Napominje da takvo rješenje nije nigdje vidio, da je to njegov izum, i da je puno bolji od postojećih jer je moment pogona znatno veći, što je istina (detaljnu analizu vidi u [12]), slika 13.a) [26].

Međutim, Leonardo da Vinci napravio je jednako rješenje, slika 13.b), [28] za koje Faust Vrančić ne navodi da je poznavao. Postoji i razlika u odnosu na Leonardovo rješenje, jer se Vrančićevi ljudi mogu držati za poprečnu prečku radi održavanja ravnoteže kod duljeg hodanja, što se također pojavljuje kod nekih drugih tehničkih rješenja, npr. Taccolinih, slika 11., ili Ramellijevih.

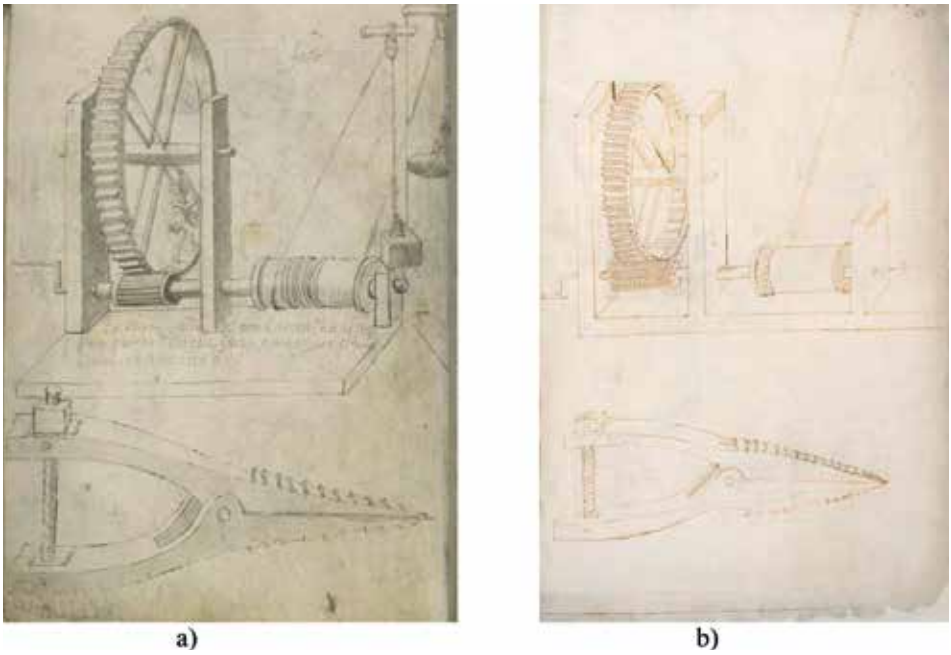
Je li Faustovo rješenje pogonskog kotača plagijat Leonardova rješenja?[2] Dodajući neke tehničke detalje, poput prečke za koju se hvataju ljudi koji

[2]U literaruri se navodi da je uvid u crteže Leonarda da Vincija mogao Faustu omogućiti Giovanni Ambrogio Mazenta, kojeg je Faust upoznao kad je prolazio postupak provjere (ispitivanja) za ulazak u barnabite početkom 1608. Poznato je da je Mazenta bio prvi istraživač tek pronađenih trinaest Leonardovih rukopisa. Nije poznato o kojim je točno rukopisima riječ, ali Mazenta je napisao da se u njima nalazi velik broj nacrtanih strojeva. Naveo je samo rješenja koja su već ostvarena, poput potpornja i ustava za plovni riječni tok [74]. Nije poznato je li Mazenta imao uvid i u druge Leonardove crteže i je li Faust mogao biti upoznat s Leonardovim crtežom uređaja za ispaljivanje strelica. Treba Faustu vjerovati da nije, kako je i naveo u knjizi.



Slika 13.: Pogonski kotači: a) Vrančićev *mlin s nagaznim kolom* [26], b) Leonardo da Vinci − uređaj za ispaljivanje strelica [28]

"hodaju" i na taj način ostaju "koncentrirani" kod dugotrajnog hodanja, može se govoriti u izvjesnoj mjeri o tehničkom poboljšanju. Osim toga, Vrančić primjenjuje kotač za različite namjene (mljevenje žita, gnječenje maslina u preradi ulja, kod bagera, sukanja užadi), pa se primjenom prikazuje njegova različita korisnost.

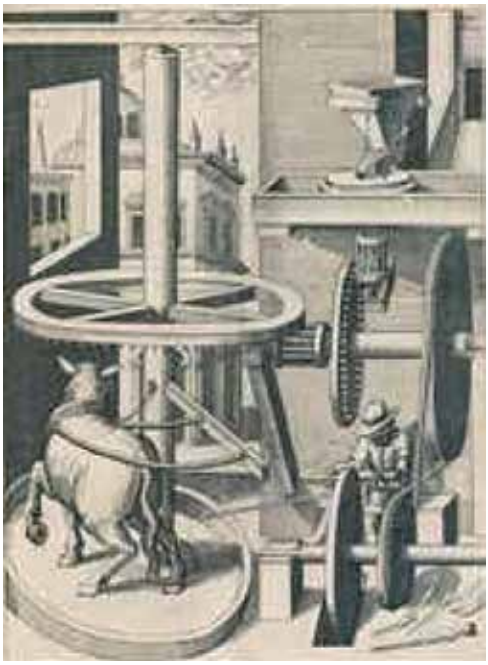


Slika 14.: Dizalica za podizanje tereta s pogonskim kolom: a) crtež Francesca di Giorgia Martinija oko 1475. (*Opusculum de architectura,* Britanski muzej), b) isti lošiji crtež anonimnog slikara (Hamburg) [44] [58]

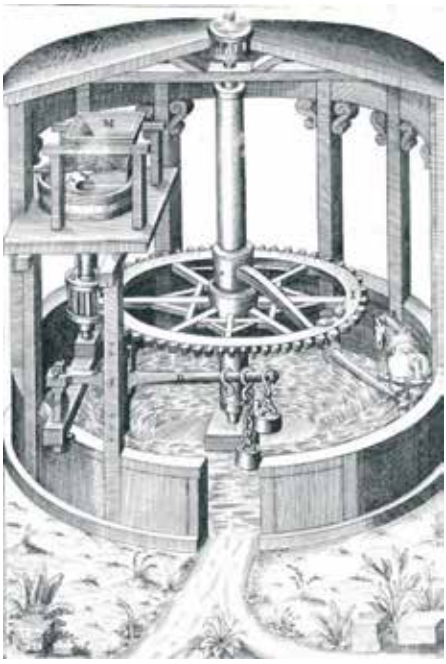
Slika 14. donosi primjer plagijata pogonskog kotača za istu namjenu. Dizalicu za podizanje tereta s pogonskim kolom nacrtao je 1475. godine Francesco di Giorgio Martini, slika 14.a), kao i anonimni autor crteža koji je loša kopija Martinijeva, slika 14.b).

3.5. Mlinovi na životinjski pogon

Često su se osmišljavala rješenja mlinova za žito na životinjski pogon, najčešće konjski. Osim konja koristile su se mazge, magarci i volovi. Koliko su ta rješenja bila sva 'na isti kalup', odnosno kopije nekog uspješnog i originalnog rješenja, pokazat će sljedeće razmatranje. Koristila se jedna ili dvije životinje, što ovisi o konstrukciji, ali i broju mlinova koji pogone. Slika 15. prikazuje rješenje Jacoba di Strade (1507. − 1588.), koji uz pogon mlina preko zupčanika koristi isti pogon preko remenice za okretanje brusnog kamena i brušenje alatki. Prostor za životinju izgleda skučeno, ali razlog je njegov neproporcionalan crtež [29]. Drugi je primjer rješenja od Agostina Ramellija (1531. − 1610.), iz njegove knjige *The Diverse and Artifactitious Machines of Captain Agostino Ramelli*, koju je objavio u Parizu 1588. godine. Ona sadrži 195 vrhunskih gravura



Slika 15.: Pogon mlina s konjem, Jacobo di Strada [29]

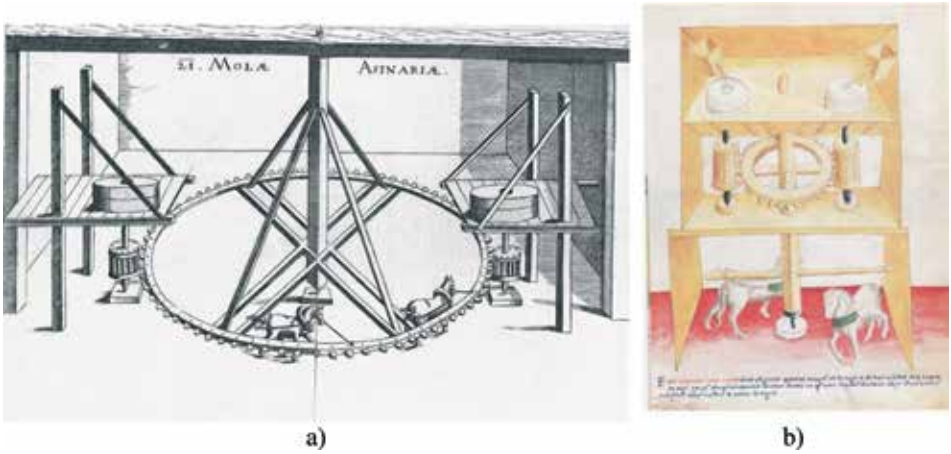


Slika 16.: Pogon mlina s konjem, Agostino Ramelli [30]

različitih strojeva i njihovih opisa [12]. Slika 16. prikazuje mlin pokretan jednim konjem u kojem je osim pogona mlina za mljevenje žita postavljen i mehanizam najvjerojatnije namijenjen za podešavanje veličine pritiska među mlinskim kamenjem [30].

Rješenje Fausta Vrančića je s dvama konjima koji pokreću veliki pogonski kotač te se preko zupčanih prijenosa pokreću dva mlinska sustava, slika 17.a) [26]. Sustav je jednostavan i treba ga usporediti s gotovo identičnim prikazom Paola Santinija, slika 17.b) [31]. Bitna je razlika, koja se može uočiti, da je Faust postavio veliki kotač unutar kojeg se kreću konji, pri čemu se ostvaruje manjom silom veći moment i na taj se način konji manje umaraju. Smanjio je i konstrukciju postolja po visini, ali nije nacrtao usipnik žita i odvod brašna jer je možda to rješenje smatrao standardnim bez nekih inovacija.

Budući da je Santinijev crtež puno stariji, njegovo je i polazno idejno rješenje (ako nije kopija Taccolina rješenja). Faustovo je rješenje identično, ali napravljena su tehnička poboljšanja koja omogućauju da u praksi bude prihvatljivije.



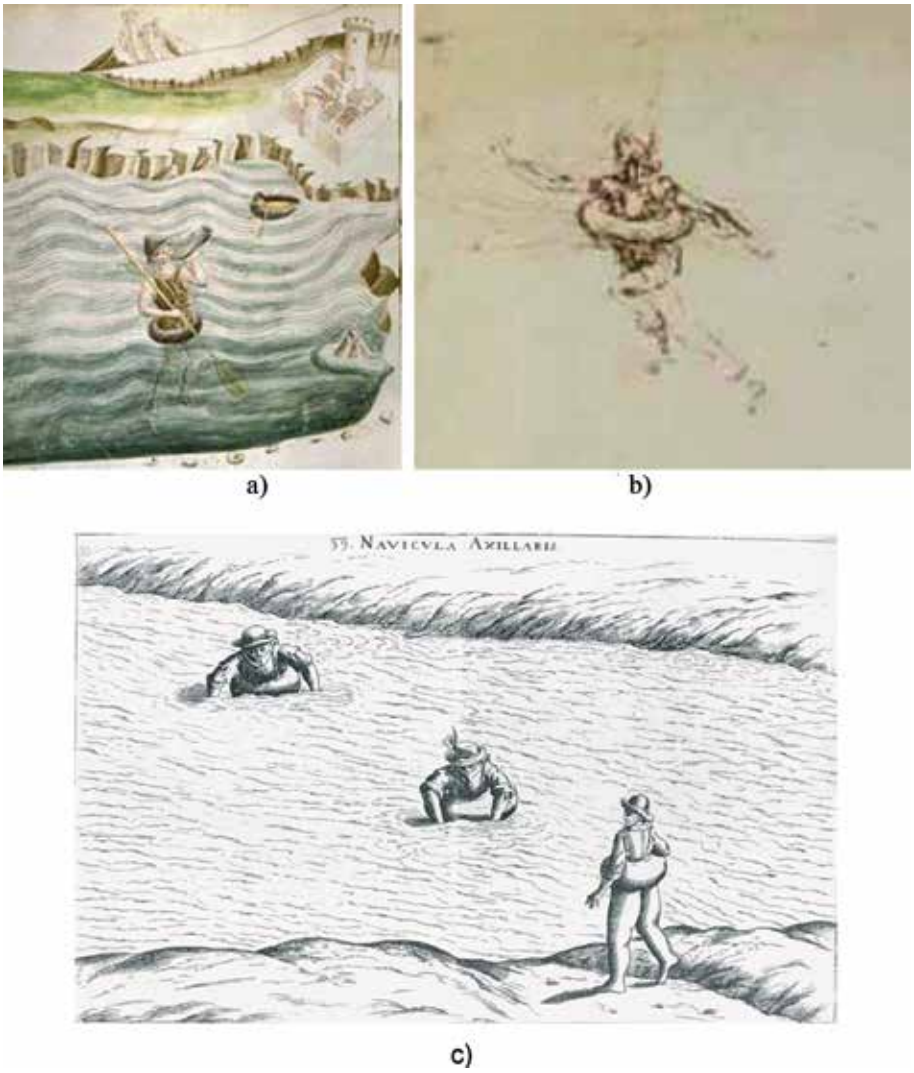
a) b)

Slika 17.: Mlinovi pokretani konjima, a) Magareći mlin (crtež br. XXI.) Fausta Vrančića, [26], b) mlin Paola Santinija [31]

3.6. Zračni koluti za prelazak rijeke

Paolo Santini nacrtao je *Plivača s kolutom koji puše u rog*, slika 18.a) [39]), a Leonardo da Vinci *Plivača s kolutom*, slika 18.b) [26]. Ne postoji znatna razlika između tih dvaju crteža pa se Leonardov može smatrati kopijom Santinijeva. Kod Fausta Vrančića, među njegovim izumima nacrtan je i *Brod koji se može nositi*, slika 18.c) [26]. Na prvi pogled, bez ulaska u Faustovo objašnjenje to rješenje izgleda vrlo slično Leonardovu. Međutim, tom napuhanom kolutu

Vrančić je dodao i nogavice te napisao da taj njegov brod "(...) ne može potonuti, čak ni smočiti, makar netko imao odijelo sve do gležnjeva…" Taj dodatak svrstava spomenuti proizvod u tehnička poboljšanja. Nije poznato je li Faust znao za Leonardov crtež iako je, kako je već bilo rečeno, mogao biti upoznat preko svojeg prijatelja barnabita Giovannija Ambrogia Mazente (1565. – 1635.). Faust nigdje u svojoj knjizi ne spominje Leonarda niti neko njegovo rješenje.



Slika 18.: Kolut za prelazak preko rijeke: a) Santinijev *Plivač koji puše u rog* [39], b) Leonardov crtež plivača s napuhanim kolutom oko struka [32], c) Faustovo rješenje prelaska preko rijeke zračnim kolutima pod nazivom *Brod koji se može nositi* [26]

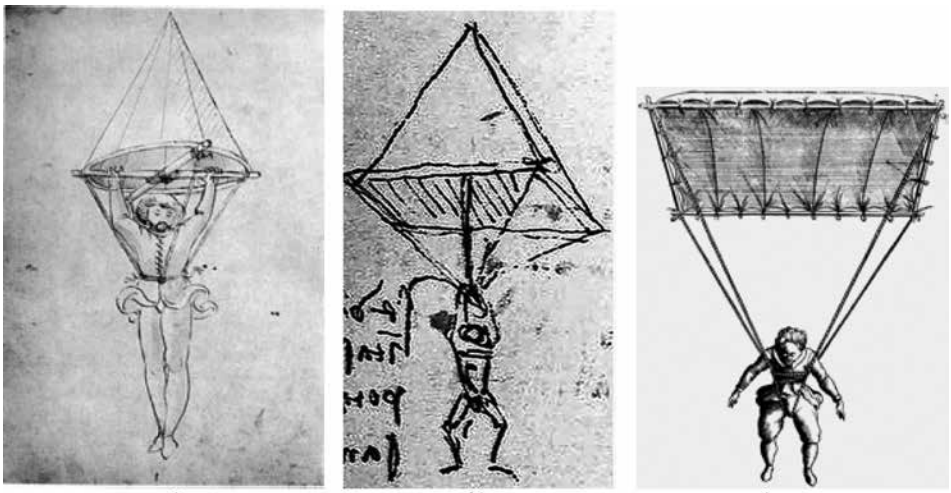
3.7. Padobran

Zbog padobrana Fausta Vrančića i raznih diskusija oko originalnosti njegova izuma, tom su pitanju posvećena dodatna istraživanja (vidi detaljnije u [12]). Bit će prikazan samo dio njih.

Želja da se s pomoću otpora zraka uspori pad seže daleko u prošlost. Spominje je kineski povjesničar Si Ma Chian 90. prije Krista u knjizi *Si Ji*. Opisuje legendu prema kojoj je car Shun (oko 2000. prije Krista), koristeći neku vrstu prirodnog padobrana (bambusovo stablo) uspio preživjeti pad s krova zgrade prilikom bijega. Krute suncobrane koristili su i kineski umjetnici prilikom skokova s uzvisina još 200. prije Krista.

U Europi je zabilježeno ime španjolskog Maura Armena Fermana koji je 855. skočio s tornja džamije u Córdobi [3] [9] [10]. Napravio je labavi plašt od svile s poprečnim prečkama za koje se držao i skočio. Zrak koji je ušao u plašt ublažio je pad pa se prizemljio s manjim ozljedama [3] [9]. Neki smatraju da je on prvi skočio s nekom vrstom padobrana.

Kad se opisuje padobran Fausta Vrančića, obično se uspoređuje s crtežom padobrana Leonarda da Vincija iz 1485. (prema nekima 1495. [33]), koji se nalazi u rukopisu *Codex Atlanticus*, slika 19.b). Kako je Leonardo nacrtao padobran oko sto godina prije Fausta, Leonardu se davala prednost kao izumitelju padobrana. Leonardo nije prvi nacrtao padobran. U *British Museumu* pronađen je rukopis s crtežom padobrana renesansnog slikara, arhitekta i vojnog



Slika 19.: Padobrani: a) Francesca di Giorgia Martinija iz 1470. godine [33] [34], b) Leonarda da Vincija iz 1485. [35], c) Homo volans Fausta Vrančića (1615./1617.) [26]

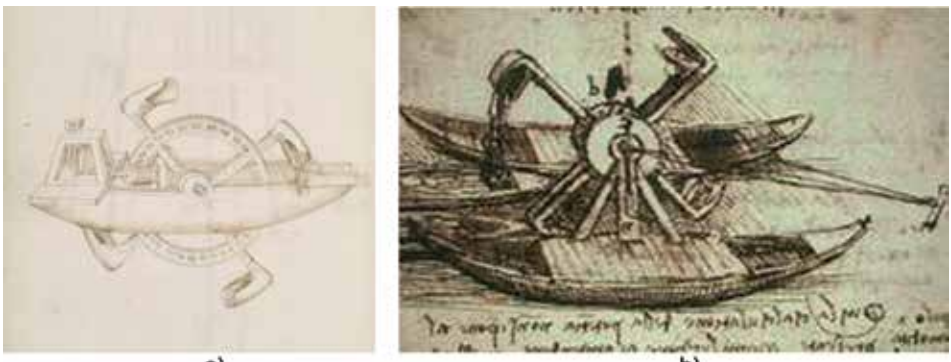
inženjera Francesca di Giorgia Martinija. Taj podatak objavio je Lynn Townsend White Jr. (1968.), u djelu *The Invention of the Parachute* (i u [34] poglavlje 11., slika 19.a). Crtež je nacrtan 1470., dakle najmanje 15 godina prije Leonardova.

Postoji sličnost u nacrtanom obliku padobrana. Martinijev je stožastog oblika, a Leonardov piramidalnog. Martinijev je za razliku od Leonardova opremljen poprečnim prečkama za koje se drži padobranac i četirima sigurnosnim vezama za njegov pojas [33]. Taj način lakšeg držanja i sustav osiguranja nije predviđen kod Leonardova padobrana. Kod Martinijeva padobrana nije uzeto u obzir da je za stabilnost spusta važan položaj padobranca koji treba biti smješten dosta niže od padobrana, što je ostvareno kod Leonardova padobrana. Iako Leonardov padobran nije plagijat, Martiniju pripada primat jer je ideju padobrana nacrtao prije Leonarda.

Faust Vrančić detaljno je razradio svoj padobran prikazan u knjizi *Machinae novae* kao leteći čovjek (*Homo volans*), slika 19.c). Znatno se razlikuje od Martinijeva i da Vincijeva padobrana. Preteča je suvremenog padobrana sa svim potrebnim elementima. Moguće je da je Faust bio upoznat s prethodnim crtežima, ali razradio je svoju verziju za koju će budućnost pokazati da je najsličnija suvremenoj, što je vidljivo i iz usporedbe detalja padobrana (vidi lit. [12]).

3.8. Bageri

Bageri su strojevi koji su bili često predmet inovacijskih rješenja ili tehničkih poboljšanja. Slika 20. prikazuje crteže bagera za čišćenje korita rijeka. Sličnost ne može biti slučajnost, nego ukazuje da je jedno rješenje potaknulo



Slika 20.: Bageri za čišćenje korita rijeke a) Cosimo Bartoli, crtež je najvjerojatnije od Francescoa di Giorgia Martinija [52], b) crtež Leonarda da Vincija [61]

drugog autora na novo. Treba istaknuti da se crtež bagera na slici 20.a) pojavljuje u knjizi *Code of machines* Cosima Bartolija (1503. − 1572.), ali se smatra da je to precrtani crtež Francesca di Giorgia Martinija [44]. Slika 20.b) prikazuje vrlo sličan ili gotovo identičan crtež bagera Leonarda da Vincija za produbljivanja korita rijeka ili laguna [61]. Sličnost se vidi ne samo u načinu kružnog rada, nego i u obliku lopatica koje grabe mulj s dna i dolaskom u vertikalni položaj istresaju ga u susjedni čamac. To automatsko istresanje omogućuje oblik lopatica.

3.9. Brodovi s lopaticama (pedalinama)

Prvi crteži tih brodova potječu iz husitskih ratova **(**1419. – 1436.**)**, a prikazuju dvije osobe koje preko koljenastog vratila okreću kotače s lopaticama smještenim na bokovima čamca, slika 21.a) [62]. Jednako su bili zamišljeni pogoni oklopljenih ratnih brodova kod kojih su samo kotači bili izvan broda. Uočilo se da je to težak posao i da bi se postigao bolji učinak dodaju li se sustavi zupčanika i pogonsko kolo. Takvo je rješenje 1425. nacrtao Konrad Kyeser, slika 21.b) [35], kao i Francesco di Giorgio Martini, slika 21.c) [49]. Ne može se govoriti o plagijatima, nego o različitim rješenjima iste ideje. Rješenje koje nudi di Giorgio Martini u donjem dijelu crteža identično je onom iz doba husitskih ratova, slika 21.a).

3.10. Ronioci i ronilačka odijela

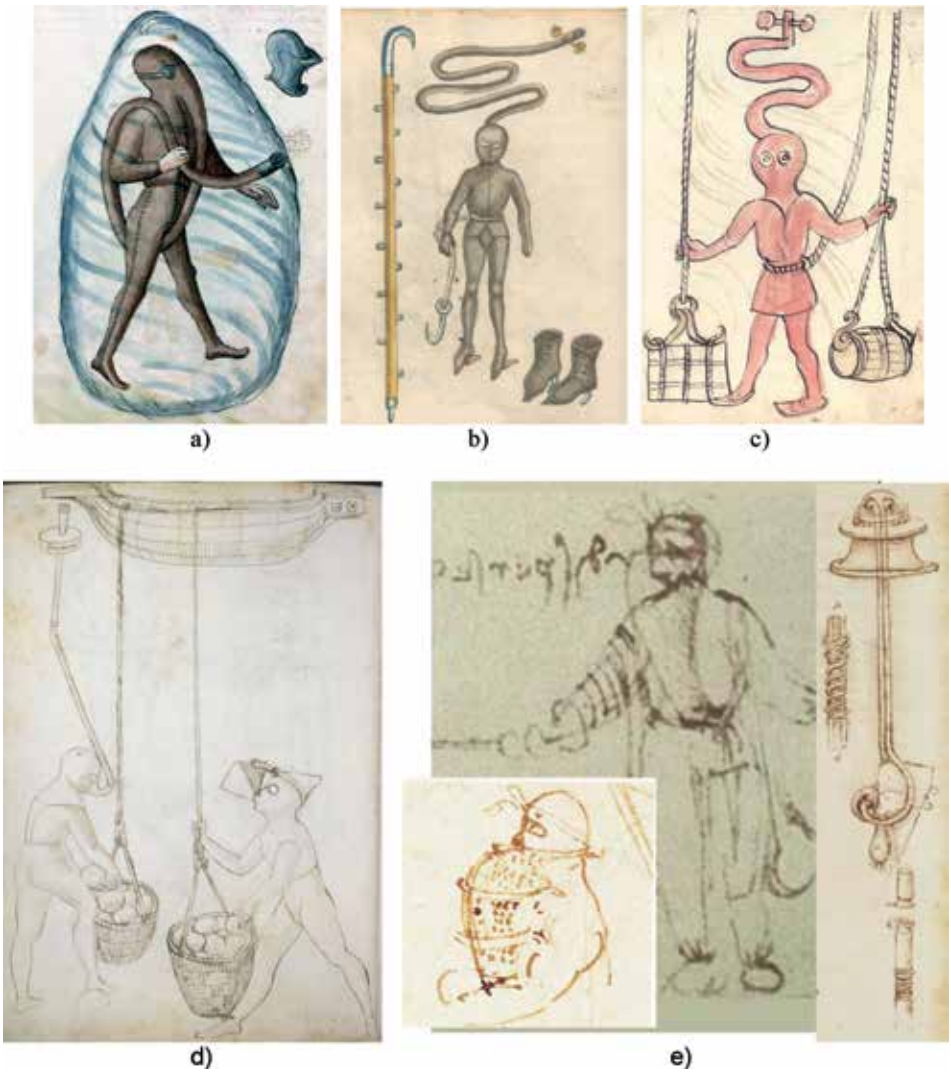
Dugo se smatralo da je Leonardo prvi osmislio ronilačko odijelo. On ga je razradio i posebno se posvetio razradi opreme i cijevima za dovod zraka. Ipak, roniocem i ronilačkim odijelom bavili su se mnogi prije njega. Jedan od prvih crteža također je anonimnog autora iz doba husitskih ratova oko 1430., slika 22.c) [53] [63]. Konrad Kyeser nacrtao je nešto prije više različitih rješenja ronilačkog odijela, slika 22.a) i b) [64] [65]. Jedni imaju karakterističnu "slonovsku" surlu, a drugo je rješenje poput današnjih ronilaca, slika 22.b), s svim potrebnim priborom. Nekoliko crteža Francesca di Giorgia Martinija prikazuje dva različita rješenja osiguranja zraka za disanje, slika 22.d). Leonardov crtež, kako je već spomenuto, bavi se detaljima osiguranja zraka s površine vode, slika 22.e). Prema tim crtežima izrađen je model ronilačkog odijela u muzeju Leonarda da Vincija. Kod svih tih rješenja nije riječ ni o plagiranju ni o kopiranju, nego su to rješenja stalne želje čovjeka da može dulje biti pod vodom i po potrebi obavljati određene poslove. Ipak, početna ideja nije bila Leonardova, nego je nastala puno prije.

a)

b)

c)

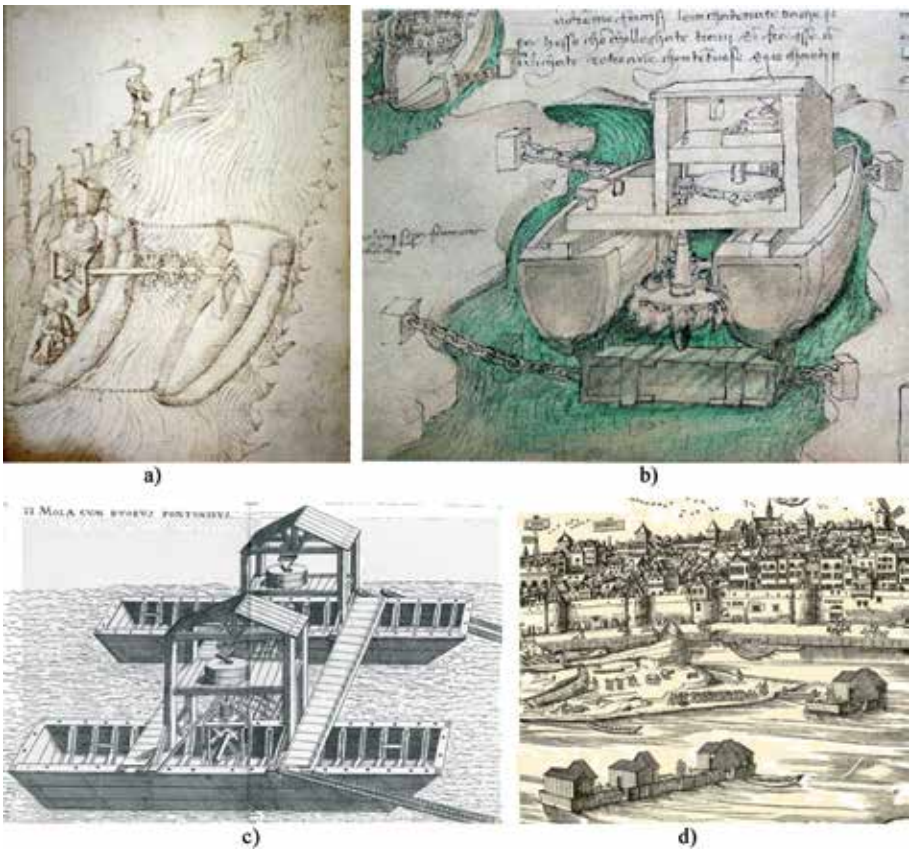
Slika 21.: Brod pokretan kotačima s lopaticama: a) nepoznati autor iz doba husitskih ratova (1419. – 1436.) [62], b) Konrad Kyeser *Ratni brod s pogonom s pomoću lopatica* 1425. [35] [65], c) Francesco di Giorgio Martini [49]



Slika 22.: Ronioci i ronilačka odijela: a) jedan od crteža Konrada Kyesera s karakterističnom "surlom" iz 1405. [64], b) Kyeserov crtež drukčijeg rješenja ronilačkog odjela i opreme [65], c) crtež iz doba husitskih ratova (oko 1430.) [63], d) crtež Francesca di Giorgia Martinija, e) kompilacija crteža Leonarda da Vincija

3.11. Mlinovi na brodovima

Izgradnja mlinova na brodovima ima dugu povijest. Poznato je da je takvo rješenje prvi primijenio 537. godine general Belizar kod opsade Istočnih Gota. Ideja nije nova, a renesansni inženjeri tražili su svoja rješenja. Iako je moguće rješenje postavljanje mlina na jednom brodu (Vrančić, *Mlin postavljen na brodu*,



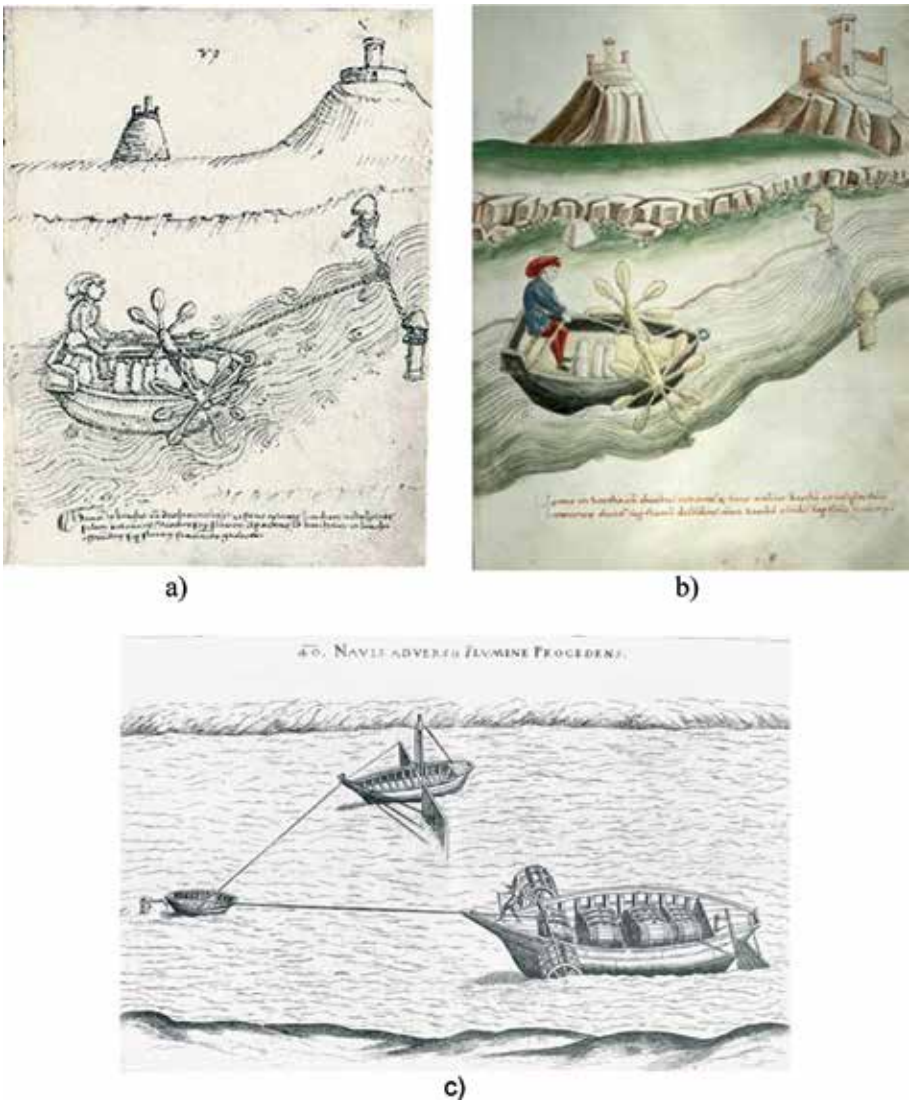
Slika 23.: Mlin na brodovima: a) mlin na brodu Mariana di Jacopa Taccole (*De ingenies*, oko 1440.) [44], b) mlin na brodskom mostu, Francesco di Giorgio Martini (*Trattati di ingegneria civile e militare*, 1484.) [16], c) Faust Vrančić, mlin na brodskom mostu (crtež br. XVIII., *Machinae novae* 1615./1616.) [26], d) dva reda brodskih mlinova na Rajni ispred Kölna, crtež Antona Woensama, 1531. [60]

crtež broj XIX. [26]), većina ih je postavljala mlin ili mlinove na brodskom mostu. Takva su se rješenja koristila u Njemačkoj na Rajni kod Kölna, što pokazuje i gravura Antona Woensama (1493. ili 1496. – 1541). iz 1531. [60].

Rješenja su raznolika, a najčešće je pogonsko kolo uronjeno u struju vode s horizontalnim vratilom, slika 23.a), c) i d). Postoje i druga rješenja, kao ono Martinijevo na slici 23.b) s vertikalnim vratilom.

3.12. Povlačenje čamca uzvodno

Kretanje brodova i čamaca protiv riječne struje teško je i renesansi inovatori pokušali su se dosjetiti kako koristiti energiju kretanja vode za kretanje



Slika 24.: Struja vode koja sama povlači brod: a) rješenje Mariana di Jacopa Taccole u knjizi *De ingenies* (oko 1440.) [44], b) plagijat Paola Santinija oko 1470. [60], c) Faust Vrančić, *Brod koji sam od sebe plovi uz rijeku*, crtež XL. [26]

broda prema naprijed uzvodno. Sva su rješenja uglavnom jednaka, s tim što su neki bili plagijati, a drugi prikazuju nešto drukčije izvedeno rješenje. Crtež povlačenja broda riječnom strujom nacrtao je Mariano di Jacopo Taccola oko 1449., slika 24.a). Crtež Paola Santinija plagijat je nastao oko 1470. godine, slika 24.b) [60]. Faust Vrančić je svoje rješenje *Brod koji sam od sebe plovi uz rijeku* (crtež XL. [26]) razradio korištenjem dvaju brodova.

3.13. Dobivanje vode stlačenim zrakom

Rješenje dobivanja vode stlačenim zrakom za to je doba vrlo interesantno i neočekivano. Crtež Mariana di Jacopa Taccole prikazuje upuhavanje zraka naizmjenično u cijev uronjenu u vodu korištenjem dvaju mjehova, slika 25.a). Strujanjem zraka kroz cijev stvara se podtlak koji crpi vodu. Drugo je rješenje kopija Taccolima, ali ne radi na tom načelu, slika 15.b). Santini vjerojatno nije razumio funkcioniranje Taccolina rješenja. Prema crtežu može se pretpostaviti način rada, zaključujući da je cijev (?) uronjena u vodu ispod mjehova te da oni direktno crpe vodu usisom i tiskaju je na izlaz.

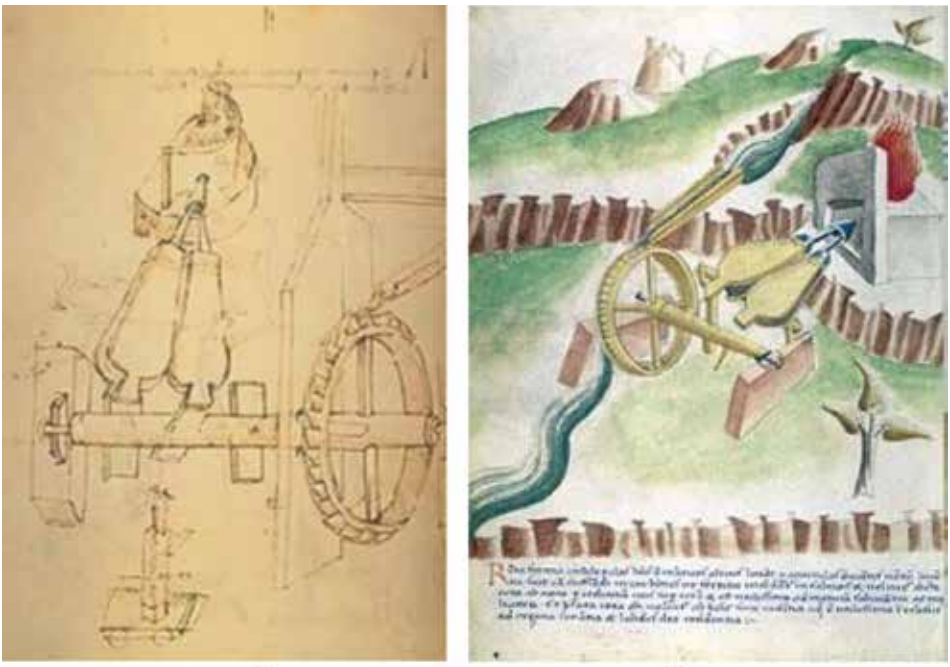
Slika 25.: Crpljenje vode mjehovima: a) rješenje Mariana di Jacopa Taccole (oko 1440.) [44], b) crtež Paola Santinija koji je kopija Taccolina crteža, ali ne i načina rada [56]

3.14. Mjehovi za raspirivanje vatre u talionicama

Rješenja s mjehovima za raspirivanje kovačke vatre poznata su i primjenjivana od davnina. Gotovo svi renesansni inženjeri razrađivali su pogone u kojima je mjehove najčešće pokretala voda (najbolji je primjer A. Ramelli, [12]). U ovom slučaju prikazuje se rješenje Mariana di Jacopa Taccole, slika 26.a) i crtež koji je napravio Paolo Santini, a iz kojeg se vidi da je nacrtan prema Taccolinu, slika 26.b).

3.15. Višecijevni topovi

Često se Leonarda smatra i začetnikom automatskog oružja zbog njegovih višecijevnih malih topova koji su poslagani u redu ili luku, slika 27.c) [46]. U literaturi [46] i [66] nazivaju se i mitraljezima, iako nema tog automatskog



a) b)

Slika 26.: Raspirivanje vatre u peći mjehovima korištenjem kola pogonjenog vodom: a) crtež Francesca di Jacopa Taccole (oko 1440.) [44], b) crtež Paola Santinija (oko 1475.) [54]

pucanja. Malo je poznato da je Konrad Kyeser prije Leonarda nacrtao takve višecijevne topove, slika 27.a) i b) [65]. Kyeser je jedan od autora koji je prije Taccole snažno utjecao na renesansne inženjere i bio im uzor. Vjerojatno je i

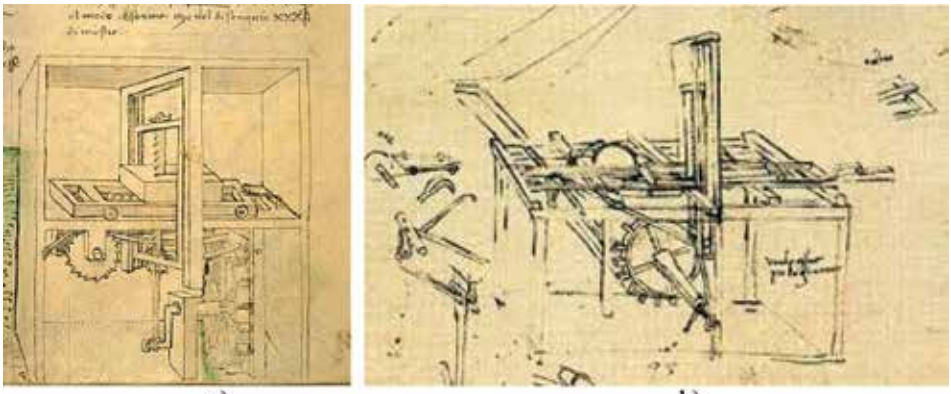
a) b) c)

Slika 27.: Crteži višecijevnih topova: a) i b) Konrada Kyesera [65], c) Leonarda da Vincija [46]

Leonardo bio upoznat s njegovim crtežima u knjizi *Belliforts* iz 1405. godine i oni su mu bili inspiracija za rješenje koje je sigurno kvalitetnije i bolje razrađeno, ali je ideja jednaka.

3.16. Pile za drvo

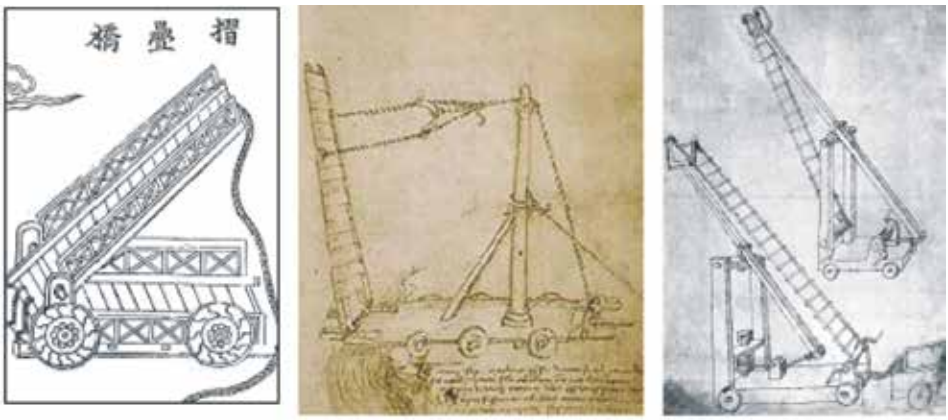
Vertikalno kretanje pile za drvo izvedeno je preko tzv. motornog ili klipnog mehanizma koji pretvara rotacijsko u translacijsko kretanje. Pogon uređaja ostvaren je pogonskim kotačem koji pokreće protok vode. Sličnost rješenja Francesca di Giorgia Martinija i rješenja Leonarda da Vincija velika je u gotovo svim detaljima uređaja, što se najbolje vidi iz slike 28. Može se smatrati da je to plagijat, iako je napravljena razlika u položaju pogonskog kola koje je zaokrenuto za 90 stupnjeva.



Slika 28.: Vertikalna pila za drvo: a) crtež Francesca di Giorgia Martinija [42], b) crtež Leonarda da Vincija [73]

4. Mogući vanjski utjecaj na inovativne ideje renesansnih inženjera

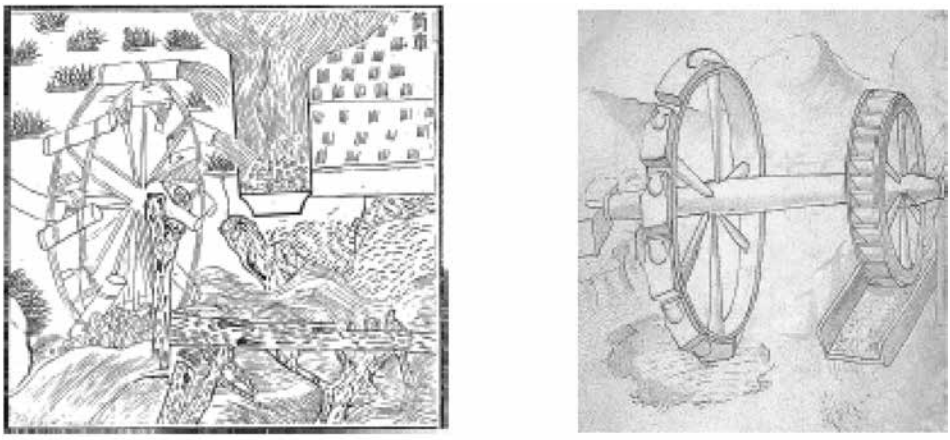
Na neke neobične sličnosti crteža i izvan Italije ukazao je, kako je već spomenuto, Rowan Gavin Paton Menzies (1937.), britanski autor i umirovljeni zapovjednik podmornice. U navedenoj knjizi *1434: Year a Magnificent Chinese Fleet Sailed Italy Ignited Renaissance*, naveo je dokaze koji ukazuju na podrijetlo ideja novih uređaja i strojeva nastalih u to vrijeme kod renesansnih autora. Ističe da je neobično da se u malom udaljenom mjestu Sieni odjednom generira toliko novih uređaja i njihov način funkcioniranja te se zaključuje da mora



a) b) c)

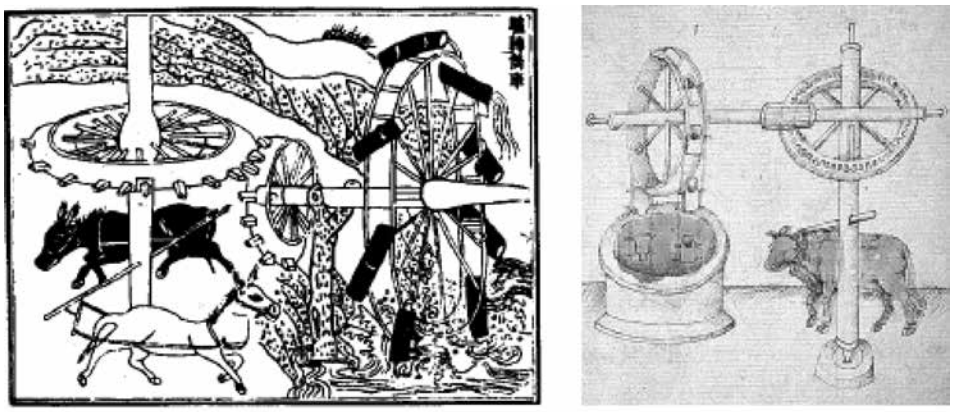
Slika 29.: Ljestve za opsadu: a) zglobne ljestve za opsade iz zbirke kineskih crteža iz znanosti i tehnologije, knjiga *Nong Shu*, b) Taccolin crtež ljestvica za opsadu [42], c) ljestve Francesca di Giorgia Martinija [57]

da je postojao neki vanjski izvor tih ideja. Ističe da Taccola, kao službenik javnih radova u Sieni, nije bio u mogućnosti razraditi niz novih ideja o brodovima i oružju jer nije nikad bio na moru ili sudjelovao u bitkama. Njegove crteže poslije su kopirali i razrađivali Francesco di Giorgio i Leonardo [67]. Menzies smatra da se izvori tih ideja nalaze u dokumentima, odnosno knjigama, koje je donjela kineska delegacija prilikom posjeta Italiji 1434. godine. Kako je spomenuto, riječ je o knjizi *Nong Shu* autora Wang Zhena iz 1313. godine,



a) b)

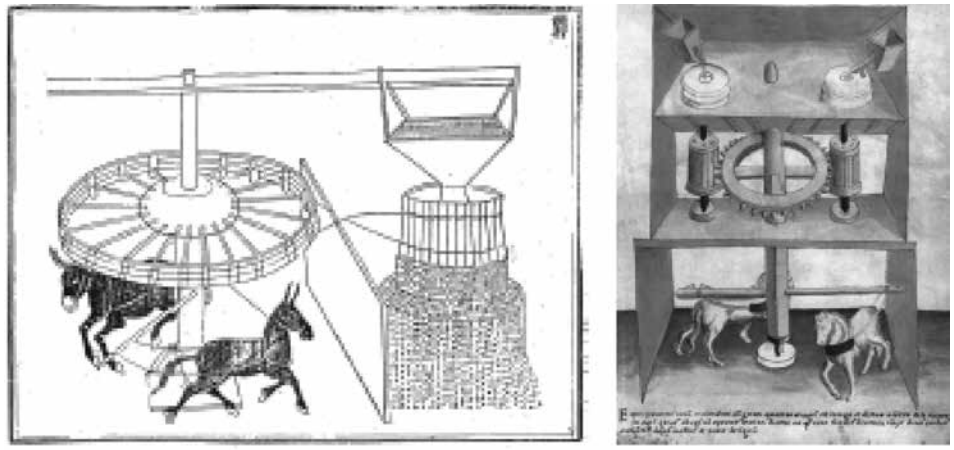
Slika 30.: Crpka za vodu s vrčevima: a) kineska crpka, b) Taccolina crpka s vrčevima i kotač pogonjen vodom [42]



a) b)

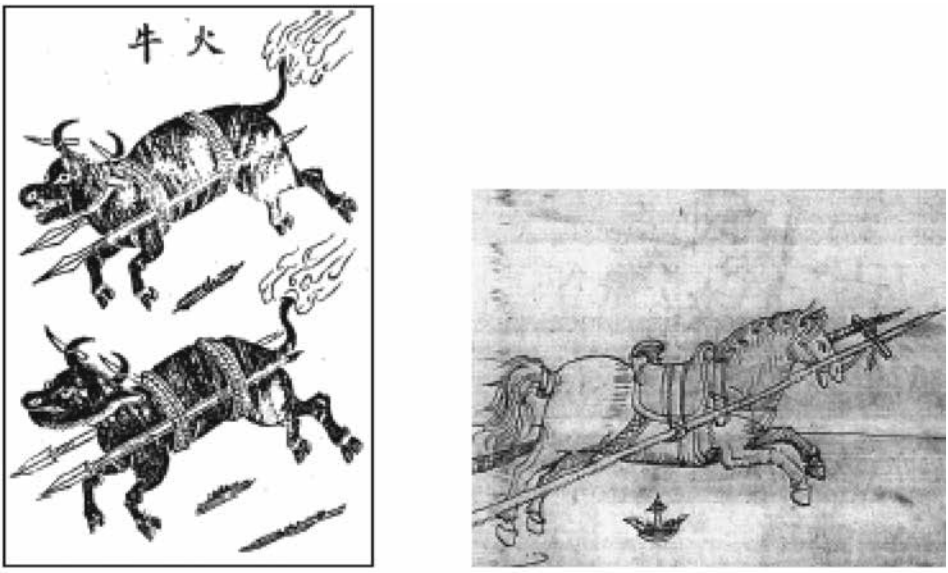
Slika 31.: Crpka s posudama na lancima za crpljenje vode iz bunara: a) kineska crpka s lancima pokretana životinjama, b) slična Taccolina crpka s kotačem s loncima [42]

kojeg smatraju i velikim izumiteljem. U trećem i glavnom dijelu knjige prikazana je zbirka poljoprivrednih alata i drugih uređaja s više od 270 ilustracija [71] [72]. On crtežima ukazuje na sličnost ideja za koje tvrdi da su bili uzori prije svega Marianu di Jacopu Taccoli, a potom i Francescu di Giorgiu, slike 29. do slike 34. Ne ulazeći u neke njegove tvrdnje, u sljedećem tekstu prikazne su usporedbe tih crteža, a čitatelju se ostavlja neka sam procijeni postoji li sličnost, odnosno uzor po kojem su renesansni inženjeri radili svoje crteže.



a) b)

Slika 32.: Mljevenje žita korištenjem životinja: a) rješenje kod Kineza iz knjige *Nong Shua* (1313.), b) Santinijev crtež iz 1475. godine [42]



a) b)

Slika 33.: Životinje s ubojitim oružjem korištene u ratu a) kineski crtež, b) Taccolin crtež [57]

a) b)

Slika 34.: Korištenje životinja u ratu sa zapaljivim i eksplozivnim bombama (s barutom): a) kineski crtež, b) europski crtež [57]

Zaključak

Samo dio svojih istraživanja prikazao sam u ovom članku. Ima još mnogo primjera, ali i ovo što je prikazano dovoljno je da se shvati poruka, a to je da treba biti iznimno suzdržan i oprezan kad se neki izum povezuje s jednom osobom ma koliko ona bila genijalna i poznata, a da se nisu istražili i drugi koji su mogli prije rješavati te probleme. Iz dostupne literature stekao se dojam da se do kraja prošlog stoljeća nisu detaljnije istraživala djela renesansnih inženjera i izumitelja pa nije ni bilo tih spoznaja. U ovom članku, makar su neki spomenuti, nisu obuhvaćeni značajni i cijenjeni renesansni inženjeri poput Giovannija da Fontane, Roberta Valturija, Vannoccia Biringuccia, Jacquesa Bessona, Agostina Ramellija, Jacopa de Strade, Giambattiste della Porte, Domenica Fontane, Vittoria Zonce i mnogi drugi, jer takvo proširivanje nije bilo nužno da se dodatno pokaže i argumentira učestala pojava kopiranja tuđih ideja.

Analiza sličnosti rješenja te kopiranja ili plagiranja u ovom članku samo je mali doprinos isticanju te pojave, onoliko detaljno koliko to raspoloživa dokumentacija na internetu omogućuje. Svaki čitatelj će čitanjem članka steći osobni sud o korištenju tuđih ideja, kopiranju ili plagiranju u tom vremenu. Neki slučajevi mogu asocirati i na slične suvremene pojave.

Literatura

[1] *Vitruvijev čovjek*, dostupno na https://bs.wikipedia.org/wiki/Vitruvijev_%C4%8Dovjek, objavljeno 29. 04. 2014.

[2] *Dedal*, dostupno na https://sh.wikipedia.org/wiki/Dedal, objavljeno 22. 06. 2014.

[3] *Abbas ibn Firnas*, dostupno na https://en.wikipedia.org/wiki/Abbas_ibn_Firnas, objavljeno 28. 01. 2016.

[4] *Aerodynamic lift*, dostupno na http://www.odec.ca/projects/2014/sabr14a/index_files/background.html, pristup 29. 01. 2016.

[5] *Ibn Firnas Flew*, dostupno na http://zahinazmi.weebly.com/ibn-firnas.html, pristup 29. 01. 2016.

[6] *Arapski pronalasci kojima se i danas koristimo*, dostupno na http://www.klix.ba/lifestyle/arapski-pronalasci-kojima-se-i-danas-koristimo/080427001, pristup 29. 01. 2016.

[7] Malik, G. (2013.): *Muslim Scientists and Inventors*, dostupno na http://g,ooogleyahoo.blogspot.hr/2013_05_01_archive.html, objavljeno 27. 05. 2013.

[8] *Flight and engineering*, dostupno na http://www.grouporigin.com/clients/qatarfoundation/chapter2_7.htm, pristup 29. 01. 2016.

[9] Ali, N. (2013.): *Forgotten Islamic History. Abbas Ibn Firnas: The Word's First Pilot*, dostupno na http://www.forgottenislamichistory.com/2013/11/abbas-ibn-firnas-worlds-first-pilot.html, objavljeno 03. 11. 2013.

[10] *Discovering Flight*, prezentacija u PPT, Air force J.R.O.T.C, dostupno na www.rhstitans.com/cms/.../AS-100_C1_L1_CPS.ppt, pristup 01. 02. 2016.

[11] *Citiranje radova*, dostupno na https://hr.wikipedia.org/wiki/Citiranje_radova, objavljeno 12. 11. 2015.

[12] Nikolić, G. (2018.): *Život i izumi Fausta Vrančića*, treće prošireno i dorađeno izdanje, HATZ i Pučko otvoreno učilište, Zagreb 2018., ISBN 978-953-7076-28-3

[13] *Arhimedov vijak*, dostupno na https://hr.wikipedia.org/wiki/Arhimedov_vijak, objavljeno 06. 11. 2015.

[14] *Paolo Santini (da Taccola) − Elevatore d'acqua da un pozzo azionato da ruota calcatoria*, dostupno na http://brunelleschi.imss.fi.it/genscheda.asp?appl=LIR&xsl=paginamanoscritto&chiave=100608, objavljeno 2004.

[15] *Mariano di Jacopo,* zvani *Taccola*, dostupno na https://fr.wikipedia.org/wiki/Taccola, objavljeno 18. 09. 2015.

[16] Arbanas-Kovačević, B. (2012.): *Je li Leonardo Da Vinci kopirao svojeg poznatog "Vitruvijskog čovjeka"?*, dostupno na http://matrixworldhr.com/2012/02/24/je-li-leonardo-da-vinci-kopirao-svojeg-poznatog-%E2%80%9Evitruvijskog-covjeka/, objavljeno 24. 02. 2012.

[17] Škrinjar, Lj. (2013.): *Hrvatska svjetla i tame*, dostupno na http://www.hkv.hr/reportae/lj-krinjar/15067-dura-europos-i-simboli-grba-kraljevine-slavonije.html, objavljeno 16. 05. 2013.

[18] Norman, J. (2014.): *The First Illustrated Edition of Vitruvius (May 22, 1511)*, dostupno na http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=2198, objavljeno 29. 09. 2014.

[19] *Gugl naočare: Originalan izum Da Vinčija?!,* (Autor: EPK/Mondo) dostupno na http://www.kurir-info.rs/gugl-naocare-originalan-izum-da-vincija-clanak-726255, objavljeno 04. 04. 2013.

[20] Weidemann, B. (2008.): Technische Schaubücher der frühen Neuzeit, dostupno na http://scienceblogs.de/deutsches-museum/2008/04/10/schwimmpanzer-und-dampfblaser/, objavljeno 10. 04. 2008.

[21] *Diverse and Artifactitious Machines, 1588, From Captain Agostino Ramelli's Book Wheel*, dostupno na http://chickgeek.org/agostino-ramelli/, objavljeno 22. 07. 2013.

[22] *Rocket History*, dostupno na http://www.allstar.fiu.edu/aero/rock_hist1.html, objavljeno 12. 03. 2004.

[23] Cleveland, J. C. (2006.): *Salamon de Caux*, dostupno na http://www.eoearth.org/view/article/150965/, objavljeno 28. 08. 2006.

[24] *Giovanni Branca*, dostupno na http://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Branca, objavljeno 13. 04. 2015.

[25] *Ferdinand Verbiest*, dostupno na http://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Verbiest, objavljeno 04. 02. 2015.

[26] Vrančić, F.: *Novi strojevi*, pretisak *Machinae novae Fausti Verantii Scieni cum declaratione Latina Italica Hispanica Galica et Germanica*. Venetiis cum privilegiis, Novi Liber, Zagreb, 1993.

[27] *Mariano di Jacopo, detto il Taccola − Elevatore d'acqua azionato da ruota calcatoria*, dostupno na http://brunelleschi.imss.fi.it/genscheda.asp?appl=LIR&xsl=paginamanoscritto&chiave=101216, objavljeno 2004.

[28] *Leonardo da Vinci, Weapons of war, dostupno na* http://www.italian-renaissance-art.com/Da-Vinci-weapons.html*, pristup 15. 10. 2014.*

[29] *Strada, Jacobus de (C. 1523-1588)*, dostupno na http://www.christies.com/lotfinder/books-manuscripts/strada-jacobus-de-and-octavius-de-5685649-details.aspx, objavljeno 2015.

[30] *Agostino Ramelli, Database Machine Drowings*, dostupno na: http://dmd.mpiwg-berlin.mpg.de/author/dmd/database/resultpage?-table=ded&-format=resultpage&theauthor=Ramelli,%20Agostino&-op_short_title=eq&short_title=Le%20diverse%20et%20artificiose%20machine&theyear, objavljeno siječanj 2009.

[31] Ravier-Mazzocco, B.: *Le discours technique dans les théâtres de machines*, dostupno na http://www.academia.edu/4876279/Le_discours_technique_dans_les_th%C3%A9%C3%A2tres_de_machines, pristup 08. 01. 2016.

[32] *Webbed glove for swimming in the sea, by Leonardo da Vinci, late 15th century*, dostupno na http://www.ssplprints.com/image/94465/leonardo-da-vinci-webbed-glove-for-swimming-in-the-sea-by-leonardo-da-vinci-late-15th-century, pristup 06.02.2016.

[33] Works, P. (2014.): The NEW-FOUND "oldest parachute design" 1470 AD, dostupno na http://works-words.com/NSM-WIKI/WP/wordpress/wiki/skydiving/early-history/history/the-new-found-oldest-parachute-design-1470-ad/, objavljeno 08. 03. 2014.

[34] White, L. (1978.): *Medieval Religion and Collected assays*, Centra for Medieval and Renaissance studies, University of California, LA, ISBN 0-520-03566-6, https://books.google.hr/books?id=quCh9tAW1jcC&printsec=frontcover&hl=hr#v=onepage&q&f=false, objavljeno 1978.

[35] *Leonardo da Vinci*, Images and Videos, *Encyclopaedia Britannica*, dostupno na https://www.britannica.com/biography/Leonardo-da-Vinci/images-videos, pristup 05. 11. 2015.

[36] Vrenčev, D. (2012.): *Poznavanje svojstva padobrana, za pilote i instruktore letenja motornog zmaja*, dostupno na http://www.pilotschool.rs/dwnld/skripte/Poznavanje-svojstvapadobrana.pdf, objavljeno 2012.

[37] *Padobran*, dostupno na https://hr.wikipedia.org/wiki/Padobran, objavljeno 18. 09. 2015.

[38] Wilkins, J.: *Mathematical Magic or the Wonders that may be Performed by Mechanical Geometry,* I. dio i II. dio, dostupno na http://www.digitale-sammlungen.de/index.html?c=digitale_sammlungen&l=de, pristup 06. 11. 2015.

[39] *Paolo Santini (after Taccola) − Swimmer with oar and lifebelt blowing a horn*, dostupno na http://brunelleschi.imss.fi.it/genscheda.asp?appl=LIR&xsl=paginamanoscritto&lingua=ENG&chiave=100577, pristup 20. 05. 2017.

[40] *PK: BibliOdyssey: Amazing Archival Images from the Internet, Page 122: Reading with Taccola and Eating with Vinci*, dostupno na http://www.spikemagazine.com/

pk-bibliodyssey-amazing-archival-images-from-the-internet.php, pristup 15. 05. 2017.

[41] *Leonardo da Vinci's contemporaries*, dostupno na http://www.leonardo-da-vinci-models.com/hints.html, pristup 15. 05. 2017.

[42] Menzies, P. G.: *Leonardo, di Giorgio, Taccola, and Alberti (16)*, *1434: Year a Magnificent Chinese Fleet Sailed Italy Ignited Renaissance*, dostupno na http://erenow.com/postclassical/1434-year-a-magnificent-chinese-fleet-sailed-italy-ignited-renaissance/17.html, pristup 14.05.2017.

[43] Merrill Mays, E. (2013.): *The Trattato as Textbook: Francesco di Giorgio's Vision for the Renaissance Architect*, dostupno na http://journal.eahn.org/articles/10.5334/ah.at/, objavljeno 29. 10. 2013.

[44] *Mariano di Jacopo "Taccola"*, YouTube, Carlo Vecce, doc. Università "L'Orientale" (NA), Civiltà (01/2010), dostupno na https://www.youtube.com/watch?v=if-3hUbIDQys, objavljeno 20. 02. 2010.

[45] Menzies, P. G.: *Introduction*, *1434: Year a Magnificent Chinese Fleet Sailed Italy Ignited Renaissance*, dostupno na http://erenow.com/postclassical/1434-year-a-magnificent-chinese-fleet-sailed-italy-ignited-renaissance/1.html, pristup 14. 05. 2017.

[46] *Les guerres à Coulombs (Deuxième partie − 1815 à 1921)*, dostupno na http://www.coulombs28monvillage.tk/spip/spip.php?article74, objavljeno 14. 05. 2016.

[47] Saluzzio, C. (1841): *Trattato di architettura civile e militare di Francesco di Giorgio Martini*, Tipografia Chirio e Mina, Torino,1841., digitalno izdanje knjige.

[48] *Santini, Paolo | DMG-Lib.org*, dostupno na http://www.europeana.eu/portal/en/record/2020801/dmglib_handler_biogr_8170004.html, pristup 25. 05. 2017.

[49] *Francesco di Giorgio Matini*, YouTube, Carlo Vecce, docente Università "L'Orientale" (NA), Civiltà (01/2010), dostupno na https://www.youtube.com/watch?v=HwgzC9ppSLY, objavljeno 21. 02. 2012.

[50] Discovering disegno*, Munich,* dostupno na https://discoveringdisegno.wordpress.com/2012/11/17/munich/, objavljeno 17. 11. 2012.

[51] *Paolo Santini da Taccola*, dostupno na http://www.neermanfernand.com/copola.html, pristup 22. 05. 2017.

[52] Olschki, S. L. (2011.): *Cosimo Bartoli*, Edited by Francesco Paolo Fiore and Daniela Lamberini, Part Two, Proceedings of the International Conference, Mantua, November 18 to 19 and Florence, November 20, 2009, dostupno na http://letteraturaartistica.blogspot.hr/2016/01/cosimo-bartoli22.html, objavljeno 2011.

[53] Feldhaus, F. M. (1915.): *Modernste Kriegswaffen – alte Erfindungen*, dostupno na http://www.gutenberg.org/files/51851/51851-h/51851-h.htm, objavljeno Berlin-Friedenau, 09. 1915.

[54] Berenson Lectures: *Paolo Galluzzi, "Machinae pictae". Idea e immagini delle macchine nel Rinascimento*, dostupno na http://itatti.harvard.edu/news/berenson-lectures-paolo-galluzzi-machinae-pictae-idea-e-immagini-delle-macchine, objavljeno 18. 09. 2014.

[55] *Santini, Paolo, active 15th century*, dostupno na http://id.loc.gov/authorities/names/n87144185.html, objavljeno 07. 03. 2013.

[56] *Explorez Bnf, Le Chateau et plus encore!*, dostupno na https://fr.pinterest.com/pin/561050066059315963/, pristup 22. 05. 2017.

[57] Menzies, P. G.: *Firearms and steel (19), 1434: Year a Magnificent Chinese Fleet Sailed Italy Ignited Renaissance*, dostupno na http://erenow.com/postclassical/1434-year-a-magnificent-chinese-fleet-sailed-italy-ignited-renaissance/20.html, pristup 14. 05. 2017.

[58] *Explore The Horse, Martinis, and more!*, dostupno na https://www.pinterest.com/pin/532972937134169336/, pristup 16. 05. 2017.

[59] *Gavin Menzies*, dostupno na https://en.wikipedia.org/wiki/Gavin_Menzies, objavljeno 04. 05. 2017.

[60] *Rheinmühlen vor Köln*, dostupno na http://klio.histinst.rwth-aachen.de/ext/tma/tema/muehle/sm.htm, pristup 27. 05. 2017.

[61] *Le Macchine idrauliche e marittime di Leonardo*, dostupno na http://www.nautica-report.it/dettnews.php?idx=6&pg=4888, pristup 02. 06. 2017.

[62] *Storia della nave a Pale*, dostupno na http://www.betasom.it/forum/index.php?showtopic=39985, objavljeno 13. 09. 2012.

[63] *Leonardo e il Palombaro*, dostupno na http://web.tiscali.it/pinovaglica/palombaro.htm, pristup 02. 06. 2017.

[64] *Geschichte des Tauchens*, dostupno na https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_des_Tauchens, objavljeno 05. 01. 2017.

[65] Medieval Weapons from the Meufaton Man, Useless History, YouTube, dostupno na https://www.youtube.com/watch?v=MnS2g5R8AHk, objavljeno 22. 02. 2015.

[66] *Tenk, mitraljez, robot, Originalni nacrti Da Vinčijevih futurističkih izuma*, dostupno na http://www.blic.rs/riznica/istorije/tenk-mitraljez-robot-originalni-nacrti-da-vincijevih-futuristickih-izuma/njfcc4v, objavljeno 21. 12. 2014.

[67] *The truth about da Vinci*, dostupno na https://burners.me/2015/11/01/the-truth-about-da-vinci/, objavljeno 01. 11. 2015.

[68] Al-Hassani, S. (2015.): *Al-Jazari: The Mechanical Genius*, dostupno na http://muslimheritage.com/article/al-jazari-mechanical-genius, objavljeno 14. 02. 2015.

[69] V. I. (2017.): *HAZU obilježila 400. godišnjicu smrti 'oca modernog padobranstva'*, dostupno na http://direktno.hr/zagreb/hazu-obiljezila-400-godisnjicu-smrti-oca-modernog-padobranstva-75388, objavljeno 02. 02. 2017.

[70] *Verantius, Faustus (also known as Fausto Vrančić or Veranzio)*, Complete Dictionary of Scientific Biography, Charles Scribner's Sons, dostupno na http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830904464.html, objavljeno 2008.

[71] *Wang Zhen's Treatise on Agriculture-Wang Zhen Nong Shu*, dostupno na http://cn.hujiang.com/new/p585332/, pristup 22. 06. 2017.

[72] *Wang Zhen (inventor*), dostupno na https://en.wikipedia.org/wiki/Wang_Zhen_(inventor), objavljeno 17. 08. 2016.

[73] *Изобретения Леонардо да Винчи (часть 3)*, dostupno na http://kakizobreli.ru/izobreteniya-leonardo-da-vinchi-chast-3/, objavljeno 16. 03. 2017.

[74] Martinović, I. (2017.): *Marko Antun de Dominis vs. Faust Vrančić: od Logike (1608.) do Nove logike (1616.)*, UDK 1, Vrančić, F. 1 De Dominis, Izvorni znanstveni članak, *Prilozi za* istraživanje *hrvatske filozofske baštine* 42/2(84) (2016) strana 293–330, objavljen 21. 03. 2017.

Usage and Plagiarism of Other Peoples' Ideas in the Renaissance

Gojko Nikolić

Abstract: The article deals with cases of copying and plagiarizing other peoples' ideas for devices or objects what were common to Renaissance engineers. Many of the inventions we attribute to some authors were not their original ideas, but they copied and described them better, sometimes there were also technically improved. The history of technology should be changed, so, for example, Leonardo da Vinci is no longer considered to be the inventor of diving suits, lagoon excavators, helicopters, parachutes, multi-cannons, tanks, and many other inventions that we attribute to him. This fact also applies to Francesco di Giorgio Martini. On the basis of drawings and the year of publication, it is possible to verify that some inventions existed earlier. Recent research by various authors has shown that one of the most significant original innovators was Mariano di Jacopo called Taccola. However, there are new indications that he used the ideas and solutions of various devices from distant China.

Keywords: inventions in Renaissance, Leonardo da Vinci, Taccola, Francesco di Giorgio Martini

Miroslav Křepela

Povijest, izumi i velika imena elektrotehnike s odjecima u filateliji

Sažetak: Život suvremenih ljudi nezamisliv je bez električne energije koja je postala jedan od stupova modernog društva. Iako je elektricitet prisutan barem od velikog praska i nastanka svemira, njegovi učinci bili su ljudima nepoznati tisućama godina, a vidljivi efekti poput munje, pripisivani su nadnaravnim silama. Od početka novog vijeka (1492.) do naših dana suvremenog doba (od 1918.) prošlo je tek oko 318 godina od prvih značajnijih spoznaja i istraživanja o električnom naboju, a manje od dvjesto godina od početnih otkrića na području elektromagnetizma, koja su postavila temelj kasnijem intenzivnom razvoju znanosti o elektricitetu, koji je daleko od završetka, a čije rezultate koristimo u svakodnevnom životu i ne misleći da je još ne tako davno život bio posve, nezamislivo drugačiji. Pojedini električni fenomeni bili su poznati i u starom vijeku (od oko 3500 godina pr. Kr. do 476.) no tadašnji filozofi i znanstvenici nisu ih znali protumačiti. Znanstvenici, izumitelji i njihova otkrića na području elektriciteta našla su značajan odjek i u filateliji. Poštanske uprave gotovo svih zemalja imaju praksu izdavanja prigodnih poštanskih maraka, žigova i omotnica povodom godišnjica vezanih uz vlastite, ali i svjetski poznate velikane, njihova otkrića i događaje koji su obilježili povijest znanosti o elektricitetu.

Ključne riječi: povijest, elektricitet, izumi, filatelija

1. Prve spoznaje o elektricitetu i magnetizmu

1.1. Od pojave ljudi do prvih civilizacija

Posve je sigurno da su se ljudi još od prapovijesti susretali s električnim efektima, ali su ih, sve do sredine novog vijeka, pripisivali nadnaravnim događajima i magiji. To se prije svega odnosi na atmosferska pražnjenja, munje s popratnim svjetlosnim i zvučnim efektima te šumskim požarima, možda i smrtnim slučajevima, ali vjerojatno i na neke druge pojave povezane s elektricitetom o kojima, s izumom pisma, pronalazimo zapise iz vremena starog vijeka.

Egipatski ribari iskusili su električni udar dodirom električne ribe prilikom ribolova na Nilu, nesvjesni njegova uzroka. Stari egipatski zapis iz 2750. prije Krista spominje "gromovnika iz Nila", zaštitnika svih ostalih riba, električnu ribu najvjerojatnije iz porodice *Mormyridae*, poznatu pod imenom riba slonovskog nosa, čiji su precizni crteži pronađeni na zidovima grobnica. Poznato je i njezino štovanje u hramu u Oksirinhu, a pronađeni su i kipići, što ukazuje na pridavanje nadnaravnih moći toj ribi.

Zapisi o udarima prouzročenim električnim ribama pronađeni su i kod prirodoslovaca i liječnika starih Grka, Rimljana i Arapa. Pisci Plinije Stariji i Skribonije Largo pisali su o ukočenosti uslijed električnog udara koji može prouzročiti električni som i električna raža. Znali su i da takvi udari mogu putovati duž vodljivih predmeta kojim bi dotaknuli električnu ribu. Liječnici tog doba pretpostavljali su da se tegobe uslijed gihta i glavobolje može liječiti ako bolesnik dodirne električnu ribu. Elektricitet im je bio tako blizu, a ipak tako daleko.

Vezano za stari Egipat, zanimljivo je spomenuti crtež pronađen u hramu božice Hator u kompleksu hramova u Denderi, koji po jednoj hipotezi podsjeća na Geisslerovu ili Crookovu cijev ili elektrolučnu svjetiljku. Time se pokušala objasniti i činjenica da na zidovima staroegipatskih grobnica nisu pronađeni ostaci čađe uslijed korištenja baklji kao izvora svjetlosti prilikom njihova oslikavanja i pogrebnih ceremonija (što sam ustanovio i svojim očima prilikom obilaska grobnica u Dolini kraljeva, ali i piramida u Gizi). Budući da nikakvi drugi nalazi povezani s korištenjem električne struje u starom Egiptu nisu pronađeni, navedena je hipoteza odbačena, ali način rasvjete unutrašnjosti grobnica i piramida nije dokazan (postoji hipoteza rasvjete korištenjem sustava zrcala).

1.2. Početak proučavanja "magičnih sila"

Početak znanosti o elektricitetu pripisuje se proučavanju fenomena uočenih prilikom trljanja raznih materijala kao što su jantar i staklo, čime oni poprimaju potencijal privlačenja i zatim odbacivanja laganih tijela kao što je perje,

prašina i sl. Navedena svojstva jantara (grč. *electron*) bila su poznata grčkom filozofu i znanstveniku Talesu iz Mileta (624. – oko 546. prije Krista), v. slike 1., 2. i 3., ali nije znao objasniti taj fenomen. Nakon niza pokusa, zaključio je da je privlačna sila rezultat trenjem prouzročenog magnetizma jantara, za razliku od magnetizma minerala magnetita (Fe_3O_4), koji nije potrebno trljati.

Starim narodima bila su sigurno poznata i magnetska svojstva magnetita, no prve zapise nalazimo kod starogrčkih filozofa koji su ga nazivali Heraklov kamen. Tako Tales iz Mileta oko 585. prije Krista zaključuje da magnetit privlači željezo zato što ima dušu, a slična svojstva pripisuje i jantaru. Prema njegovu učenju i poimanju života i duše, svako kretanje i pomicanje bilo koje vrste ukazuje na život ili dušu.

Ovdje treba istaknuti da današnji nazivi 'elektricitet' i 'magnetizam' potječu od starogrčkih naziva:

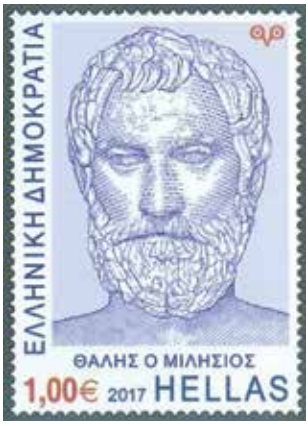
– riječ 'elektricitet' i ostale povezane imenice i pridjevi potječu od grčkog naziva za Sunce (*elector*) kojom se opisivao jantar, poslije nazvan *electron*, zbog svoje sjajne boje
– riječ 'magnetizam' i ostale povezane imenice i pridjevi potječe od naziva minerala magnetita, koji je dobio ima po gradu Magneziji (u današnjoj Turskoj), u blizini kojeg je pronađen.

Slika 1.: Thales Milećanin

Neovisno o starim Grcima, magnetska svojstva magnetita poznavali su i Kinezi te otkrili da željezni predmet dotaknut magnetitom i sam postaje magnet. Kinezi su u razdoblju vladavine dinastije Han (206. prije Krista – 220.) izradili i prvi kompas, slika 4., koji je uskoro našao široku primjenu, posebno u pomorstvu.

Na arheološkom nalazištu u okolici Bagdada pronađene su 1936. godine glinene posude visine od 115 mm do 140 mm, s bakrenim cilindrom i čeličnom šipkom, međusobno izoliranih bitumenom, na-

Slika 2.: Thales Milećanin



Slika 3.: Thales Milećanin

Slika 4.: Kineski kompas

zvane ‘bagdadska baterija’, koje izvedbom neodoljivo podsjećaju na moderni galvanski članak. Postavlja se pitanje jesu li ljudi u to vrijeme poznavali električnu struju (ili barem njezine efekte), te je koristili za galvaniziranje ili neku vrstu elektroterapije. Na arheološkim nalazištima u Iraku pronađeni su i vrlo lijepi srebrni predmeti prevučeni tankim slojem zlata te je postavljena hipoteza da su pronađene “baterije” služile za galvansko pozlaćivanje srebrnih predmeta. Ako je stvarno bila riječ o bateriji, kao elektrolit mogao je poslužiti sok od grejpa ili vinski ocat. Napon baterije s elektrodama od bakra i željeza manji je od 1 V. Zbog nedostatka pisanih tragova, namjena tih posuda nije sasvim razjašnjena. Postoje i argumenti protiv hipoteze o “bateriji”, prema kojima su te posude bile namijenjene čuvanju svetih svitaka, no niti to nije dokazano.

Jesu li stari narodi poznavali elektricitet? Na to pitanje, zbog nedostatka konkretnih dokaza, još nema odgovora. Činjenica je da su im efekti elektriciteta i magnetizma bili poznati, ali ne i njihova stvarna priroda i trebalo je proći više od dva tisućljeća do prvih značajnijih radova i otkrića na tom području.

Slika 5.: Rani prijenosni kompas

Propašću Rimskog Carstva mnoga su znanja starih naroda pala u zaborav ili su potisnuta i postala nevažna u borbi za prevlast, osvajanja i osnivanja novih država na području Europe. Osim otkrića i primjene kompasa za pomorsku navigaciju, slika 5., oko 1000. godine, praktički nije bilo drugih značajnijih pomaka na području elektriciteta i magnetizma. Ovdje treba spomenuti da je princip rada kompasa 1175. godine prvi opisao Alexander Neckam (1157. – 1217.), engleski redovnik iz St. Albansa, a gotovo sto godina poslije, 1269. godine, prvi je kompas i njegovu primjenu detaljno opisao fransuski učenjak i hodočasnik Petrus Peregrinus iz Maricourta, koji je radio pokuse s magnetizmom.

Iz vremena prije XV. stoljeća, najbliži otkriću podrijetla munje i elektriciteta iz drugih izvora bili su Arapi, koji su za električnu ražu koristili naziv ‘munja’ (*ra’ad*).

2. Razvoj moderne znanosti o elektricitetu i magnetizmu

2.1. Prve spoznaje o elektricitetu, ili od Gilberta do Volte

Ozbiljnija istraživanja na području magnetizma datiraju s kraja XVI. stoljeća. Prvi koji se sustavno bavio tim fenomenima bio je William Gilbert (1544. − 1603.), engleski liječnik i znanstvenik te od 1601. dvorski liječnik kraljice Elizabete I. Nizom pokusa 1600. godine dokazao je da privlačna sila jantara i magnetita nije jednaka. Privlačnu silu koja se trljanjem pojavila u jantaru nazvao je električnom silom, prema grčkom imenu za jantar, a tijela koja nakon trljanja privlače ili odbacuju sitne predmete, električnim tijelima. Kako bi nekako objasnio podrijetlo tih sila, Gilbert je pretpostavljao da tijela trljanjem primaju nešto što je nazvao strujom ili električnim nabojem. Godine 1600. postavio je i temelje današnjih saznanja o magnetizmu. U djelu *De Magnete, magneticisque corporibus* opisao je do tog vremena poznata saznanja o magnetizmu i prikazao sve izvedene eksperimente. Osim navedenih pojmova vezanih uz elektricitet, koristio je i pojam magnetski pol. Postavio je i tezu o ljekovitim svojstvima magnetita. William Gilbert je eksperimentima s kuglom od magnetita došao do zaključka da je Zemlja veliki magnet s magnetskim polovima te da se sva druga magnetska tijela na Zemlji ravnaju prema tom velikom magnetu, Zemlji. Pokazao je da, prerežemo li magnetsku šipku, dobivamo ponovno dva magneta, svaki sa sjevernim (N) i južnim (S) polom, ali proporcionalno slabije privlačne sile, te objasnio da je magnetska sila raspodijeljena duž cijelog tijela magneta. U vrijeme kad je Gilbert utirao put razvoju znanosti o elektricitetu i magnetizmu, Giordana Bruna je zbog njegovih također naprednih učenja inkvizicija u Italiji proglasila heretikom, osuđen je na smrt i spaljen na lomači!

Dvadeset godina nakon Gilbertovih pokusa, oko 1620. godine, Niccolò Cabeo (1586. – 1650.) otkrio je da elektricitet može djelovati odbojnom i privlačnom silom.

Prošlo je još oko 40 godina do izuma prvog stroja (generatora) za proizvodnju statičkog električnog naboja njemačkog znanstvenika Otta von Guerickea (1601. – 1674.), slika 6., koji se bavio u prvom redu proučavanjem vakuuma. U tu je svrhu koristio kuglu od sumpora koja se mogla okretati i trljati rukom.

Slika 6.: Otto von Guericke

Stroj za proizvodnju statičkog elektriciteta je u XVIII. stoljeću, stoljeću Isaaca Newtona (1642. –1717.) i njegovih otkrića, potaknuo daljnje intenzivno eksperimentiranje i izume na području statičkog elektriciteta. Engleski znanstvenik Francis Hauksbee, stariji (1660. – 1713.) oko 1705. je modificirao

Guerickeov stroj koristeći vakumiranu staklenu kuglu s umetnutom malom količinom žive, koja se brzo rotirajući trljala o vunenu tkaninu. Trljanjem postignut elektrostatski naboj bio je toliko snažan da bi se primicanjem ruke rotirajućoj kugli pojavili vidljivi izboji koji su bili dovoljno svijetli da se uz njih moglo čitati. Taj efekt poslije je postao osnova za konstrukciju svjetiljke s izbojima u plinu, što je dovelo do razvoja neonskih cijevi i živinih žarulja. Njemac Georg Matthias Bose (1710. – 1761.), profesor na Sveučilištu u Wittenbergu, eksperimentirao je s mogućnosti odvoda i pohrane (akumuliranja) električnog naboja. Njegov suvremenik, njemački pravnik, luteranski klerik i fizičar Ewald Georg von Kleist (1700. – 1748.), koji se obrazovao na Sveučilištu u Leydenu, također je eksperimentirao s generatorima statičkog naboja. Proučavanjem, ponavljanjem i dotjerivanjem Boseovih eksperimenata, 1745. je izumio tzv. Kleistenovu bocu (prva Leydenska boca) koja je mogla pohraniti veliku količinu električnog naboja, no taj efekt nije u potpunosti razumio. Vijest o tom izumu munjevito se proširila tadašnjim znanstvenim krugovima. Sličnim pokusima bavio se i nizozemski fizičar Pieter van Musschenbroek, profesor u Leydenu (1745. – 1746.), koji je surađivao s von Kleistenom, a s timom suradnika usavršio je Leydensku bocu (prvi kondenzator), koja je omogućila pohranu velike količine električnog naboja koji se onda mogao koristiti u eksperimentalne svrhe. Leydenska boca bila je od temeljne važnosti za daljnji eksperimentalni razvoj znanosti o elektrostatskom naboju i do naših dana se koristi u obrazovne svrhe o principima elektrostatike.

Strojeve za generiranje statičkog elektriciteta nadalje su istraživali i usavršavali: škotski benediktinski redovnik i profesor u Erfurtu Andrew Gordon (1712. – 1751.), engleski fizičar i znanstvenik William Watson (1715. – 1787.), profesor fizike na Sveučilištu u Leipzigu Johann Heinrich Winckler (1703. – 1770.), nizozemski fiziolog, biolog i kemičar Jan Ingenhousz (1730. – 1799.), engleski fizičar John Canton (1718. – 1772.), koji je ujedno prvi u Engleskoj potvrdio Franklinovu hipotezu o električnom karakteru atmosferskog pražnjenja, britanski slikar i znanstvenik Benjamin Wilson (1721. – 1788.), britanski matematičar Jesse Ramsden (1735. – 1800.), nizozemski fizičar, izumitelj i znanstvenik Martin van Marum (1750. – 1837.), engleski optičar Edward Nairne (1726. – 1806.) koji je konstruirao generator elektrostatskog naboja za medicinske svrhe i drugi.

Prve sustavne eksperimente s električnom vodljivošću izvodio je engleski bojadisač i astronom Stephen Gray (1666. – 1736.). Godine 1729. pokazao je da se električni naboj vodičima može prenijeti s jednog na drugo tijelo. Prvi je ukazao i na razliku između vodiča i izolatora te otkrio elektrostatsku indukciju. Vjerovao je da električne karakteristike nekog tijela ovise o njegovoj boji, što je poslije opovrgnuo Du Fay.

Eksperimentiranje sa strojevima za proizvodnju statičkog elektriciteta usko je povezano s izumom, usavršavanjem i korištenjem Leydenske boce, koju je 1746. usavršio William Watson tako da joj je povećao kapacitet slojevima olovne folije.

Francuski kemičar Charles François de Cisternay Du Fay (1698. – 1739.) otkrio je 1733. godine postojanje dviju vrsta elektriciteta i nazvao ih je *vitreous* i *resinous*, koje je poslije William Watson nazvao "viškom" (pozitivni naboj) i "manjkom" (negativni naboj) istog, jedinstvenog fluida koji je nazvao "električni eter". Charles François de Cisternay du Fay opisao je razliku između vodiča i izolatora, nazvavši ih električnim i neelektričnim tijelima s obzirom na mogućnost prijenosa statičkog elektriciteta dodirom. Otkrio je da se tijela nabijena istovrsnim nabojem odbijaju, a ona nabijena suprotnim nabojima privlače.

Sir William Watson izveo je 1747. godine eksperiment prijenosa električnog naboja vodičem duljine oko 17 cm, a poslije i vodičem duljine oko 31 cm. Istodobno kad i Watson, teoriju o jedinstvenom električnom fluidu uz postojanje pozitivnog i negativnog elektriciteta postavio je svestrani američki filozof, izumitelj i političar Benjamin Franklin (1706. – 1790.), slika 7. i 8. Otkrio je princip održanja naboja, a 1748. konstruirao je višeslojni kondenzator nazvavši ga električna baterija. Franklin je najpoznatiji po opisu eksperimenta sa zmajem s užetom od konoplje na koje je pričvršćen ključem spojen na Leydensku bocu, a koji je navodno i izveo 1752. godine s ciljem dokazivanja električnog podrijetla atmosferskog pražnjenja. Iste godine opisao je eksperiment privlačenja munje vodljivom šipkom spojenom na Leydensku bocu. Eksperiment je u svibnju 1752. u Francuskoj izveo Thomas-François Dalibard, a u lipnju te godine i sam Franklin. Štapne hvataljke u sustavu zaštite od munje u njegovu su čast nazvane Franklinov gromobran.

Slika 7.: Benjamin Franklin

Razvoj znanosti o elektricitetu osobito se intenzivirao u drugoj polovini XVIII. stoljeća. Jedan od osnovnih zakona elektrostatike prezentirao je 1785. godine francuski vojni inženjer i fizičar Charles-Augustin de Coulomb (1736. – 1806.), slika 9., nazvan po njemu Coulombov zakon. Dokazao je da je

Slika 8.: Benjamin Franklin

Slika 9.: Charles-Augustin de Coulomb

električna sila (odbojna ili privlačna, ovisno o polaritetu električnog naboja) između dva elektrostatski nabijena točkasta tijela proporcionalna količini električnog naboja i obrnuto proporcionalna kvadratu njihove udaljenosti. Objasnio je zakone privlačenja i odbijanja koji vrijede za električne naboje i za magnetske polove, međutim, nije pronašao odnos između tih fenomena, pretpostavljajući da do privlačenja i odbijanja dolazi uslijed različitih vrsta fluida. Elektrostatsko polje po njemu je nazvano Coulombovo polje, a elektrostatske sile Coulombove sile. Njemu u čast mjerna jedinica električnog naboja nazvana je kulon (1 C = 1 A/s).

Talijanski liječnik i fizičar Luigi Galvani (1737. – 1798.), slike 10. i 11., opazio je 1791. godine trzaje žabljih krakova obješenih na bakrenim kukama prilikom dodira željeznom šipkom. Vjerovao je da je uzrok tog fenomena "životinjski elektricitet".

Njegov zemljak Alessandro Volta (1745. – 1827.), slike 12. i 13., opovrgnuo je to gledište i dokazao da je stvarni uzrok elektricitet koji nastaje kad se dva različita metala dodirnu preko tekućine određenog kemijskog sastava, poslije nazvane elektrolit. U Galvanijevu pokusu elektrolit je bio slana voda u žabljim kracima. Temeljem tih saznanja, Volta je 1800. godine konstruirao prvi izvor dinamičkog elektriciteta, nazvan galvanski ili Voltin stup, slika 14., temelj za razvoj i

Slika 10.: Luigi Galvani

Slika 11.: Luigi Galvani

Slika 12 Alessandro Volta

Slika 13.: Alessandro Volta

Slika 14.: Voltin stup

konstrukciju današnjih baterija i akumulatora. Te su godine engleski kemičar William Nicholson (1753. – 1815.) i engleski kirurg Anthony Carlisle (1768. – 1840.) otkrili elektrolizu − mogućnost razdvajanja vode na vodik i kisik korištenjem Voltina stupa. Njemu u čast jedinica za mjerenje napona nazvana je volt (1 V).

Koristeći Voltin stup, talijanski kemičar Luigi Valentino Brugnatelli (1761. – 1818.), prvi je, 1805. godine, elektroplatirao dvije srebrne medalje zlatom te se smatra izumiteljem moderne elektrokemije. To je ujedno bila jedna od prvih praktičnih primjena Voltina stupa i električne struje.

Slika 15.: Humphrey Davy

Engleski kemičar i fizičar Humphry Davy (1778. – 1829.), slika 15., otkrio je 1807./1808. godine uz pomoć elektrolize kemijske elemente kalij (K), natrij (Na), magnezij (Mg), kalcij (Ca), stroncij (Sr) i barij (Ba) te se smatra jednim od utemeljitelja elektrokemije. Otkrio je električni luk između ugljenih elektroda, što je bila osnova za izradu sigurnosne rudarske svjetiljke koju je konstruirao 1815. godine (Davyjeva svjetiljka). Godine 1807. pokazao je da se Voltin članak zasniva na kemijskom procesu s obzirom na to da čista voda ne daje efekт. Tvrdio je da su kemijski procesi u osnovi električne prirode. Davy je 1821. godine pokazao da istosmjerna struja prolazi cijelim volumenom vodiča. Otkrio je da otpor vodiča raste s temperaturom.

Slika 16.: Pavel Yablochkov

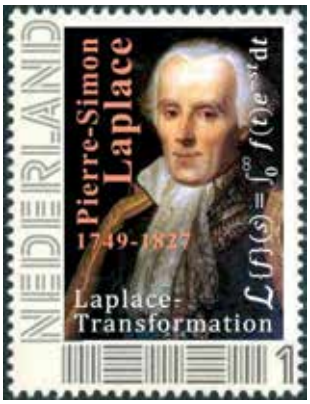
Poslije su na razvoju i primjeni elektrolučne svjetiljke kao prvog izvora rasvjete gradova i objekata radili mnogi inženjeri i izumitelji, spomenimo samo neke: engleski inženjer William Petrie (1821. – 1908.), ruski inženjer i izumitelj Pavel Jabločkov (1847. – 1894.), slika 16., češki inženjer i izumitelj František Křižík (1847. – 1941.), slika 17., naš Nikola Tesla...

Slika 17.: František Křižík

Oko 1813. francuski matematičar Pierre-Simon Laplace (1749. – 1827.), slike 18, 19. i 20., teorijski je pokazao da je na površini vodiča električna sila okomita na površinu.

Slika 18.: Pierre-Simon Laplace

Znanost o elektricitetu krenula je velikim koracima naprijed. Međutim, ostalo je još jedno neriješeno pitanje: Postoji li veza između magneta i električnog naboja, između magnetizma i elektriciteta?



Slika 19.: Pierre-Simon Laplace

Slika 20.: Pierre-Simon Laplace

2.2. Otkriće elektromagnetizma, ili od Oersteda do Tesle

Godine 1820. danski fizičar i kemičar profesor Hans Christian Oersted (1777. – 1851.), slika 21., otkrio je da istosmjerna struja koja prolazi kroz vodič spojen na polove baterije izaziva otklon magnetske igle okomito na vodič, slika 22. Promjenom polariteta, magnetska igla otklonila se na suprotnu stranu. Ustanovio je da je otklon veći što je struja jača. Tako je otkriven učinak električne struje na magnet, fenomen prozvan elektromagnetizam. Njemu u čast stara jedinica za jakost magnetskog polja (u starom CGS sustavu) nazvana je ersted (1 Oe = 1 250/p A/m).

Slika 21.: Hans Christian Oersted

Slika 22.: Hans Christian Oersted

Samo tjedan dana nakon što je čuo za Oerstedov eksperiment, iste te 1820. godine, francuski fizičar, kemičar i matematičar André-Marie Ampère (1775. – 1836.; slike 23. i 24.), otkrio je da se paralelni vodiči protjecani strujama istog smjera

Slika 23.: Andre Maria Ampere

privlače, a oni protjecani strujama suprotnih smjerova odbijaju, postavivši time temelje elektrodinamike. Matematički je dokazao da je sila između paralelnih vodiča protjecanih strujom proporcionalna njihovoj duljini i jakosti struje (Ampèreov zakon). Taj je princip primijenio na magnetizam. Otkrio je da vodič protjecan strujom stvara oko sebe magnetsko polje slično polju stalnog ravnog magneta. Njemu u čast jedinica za jakost struje nazvana je amper (1 A).

Eksperimentirajući korištenjem Voltina članka kao izvora napona i struje, njemački fizičar profesor Georg Simon Ohm (1787. – 1854.) otkrio je da je jakost struje kroz vodič direktno proporcionalna narinutom naponu. U svojoj knjizi *Galvanski krug, matematički obrađen* (njem. *Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet*) iz 1827. godine objasnio je da je elektromotorna sila koja djeluje između bilo koje dvije točke električnog kruga jednaka umnošku jakosti struje i otpora tog dijela kruga. Taj odnos po njemu je nazvan Ohmov zakon, slika 25., koji je postavio temelje teoriji krugova i mrežnoj analizi, području koje postaje predmetom intenzivnijih istraživanja tek krajem XIX. stoljeća. Njemu u čast mjerna jedinica za električni otpor nazvana je om (1 Ω = 1 V/A).

Inspiriran Oerstedovim otkrićem da električna struja prolaskom kroz vodič stvara magnetsko polje, britanski kemičar i fizičar Michael Faraday (1791. – 1867.), slike 26. i 27., 1831. godine eksperimentalno je dokazao suprotno, to jest da je magnetsko polje proizvelo električnu energiju i tako otkrio elektromagnetsku indukciju. Također je dokazao postojanje samo jedne vrste električne energije, a ne nekoliko kao što je razmatrano u tim vremenima. Svojim radovima dao je velik doprinos na polju elektromagnetizma, diamagnetizma i elektrokemije. Prvi je uspio pretvoriti plin (klor) u tekućinu, bavio se i elektrokemijom i otkrio zakone elektrolize te popularizirao nazive anoda, katoda, elektron, ion. Ispitivao je i veze između svjetlosti i

Slika 24.: Andre Maria Ampere

Slika 25.: Ohmov zakon

Slika 26.: Michael Faraday

Slika 27.: Michael Faraday

elektriciteta odnosno magnetizma i 1845. otkrio pojavu zakretanja ravnine polarizacije u magnetskom polju (Faradayjev učinak). Bio je među prvima koji je izrazio misao o neuništivosti energije.

Iako bez formalnog znanstvenog obrazovanja, Michael Faraday jedan je od najznamenitijih znanstvenika u povijesti koji je do epohalnih otkrića došao eksperimentiranjem. Otkrio je i dokazao elektromagnetsku indukciju nizom pokusa provedenih od 28. kolovoza do 28. listopada 1831. godine. S obzirom na izniman značaj tog otkrića koje je utrlo put razvoju elektrotehnike kakvu danas poznajemo, vrijedi opisati neke od provedenih pokusa:

1. pokus: na prsten od mekog željeza namotao je dvije zavojnice. Primarnu zavojnicu priključio je na izvor istosmjerne struje (Voltin stup), a na sekundarnu je spojio galvanometar. U trenutku uključenja struje primarne zavojnice, galvanometar je pokazao trenutačni otklon kazaljke, koja se nakon toga vratila na nulu. Isto se ponovilo kod isključenja struje primarne zavojnice, samo se taj puta kazaljka otklonila na suprotnu stranu. Otkloni kazaljke pokazali su da su u trenutku uključenja i isključenja struje primarne zavojnice u sekundarnoj zavojnici nastali trenutačni naponi i struje izazvani porastom odnosno opadanjem magnetskog toka u željeznom prstenu, koje je Faraday nazvao inducirani naponi i struje. Taj učinak danas nazivamo međuindukcija, a na njemu se temelje i funkcioniraju moderni transformatori.

2. pokus: identičan je 1. pokusu, samo su primarna i sekundarna zavojnica helikoidalno namotane na drvenu jezgru. Uključenjem i isključenjem struje primarne zavojnice ponovno se induciraju naponi i struje u sekundarnoj zavojnici, ali znatno manje jakosti. Tim pokusom Faraday je dokazao da za pojavu elektromagnetske indukcije nije potrebna prisutnost željeza.

3. pokus: između dvaju suprotnih polova štapnih magneta ugradio je željezni cilindar sa zavojnicom spojenom na galvanometar, uz priljubljene donje krajeve magneta. U trenutku razdvajanja i ponovnog spajanja donjih krajeva magneta, galvanometar je registrirao inducirane napone i struje u zavojnici uslijed kratkotrajnih promjena magnetskog toka.

4. pokus: u trenutku naglog uvlačenja i izvlačenja štapnog magneta u zavojnicu, na nju priključen galvanometar registrirao je trenutačno inducirane napone i struje uslijed promjena magnetskog toka. Jednak rezultat dobio je gibanjem zavojnice uz mirni magnet.

5. pokus: gibanjem vodiča između suprotnih magnetskih polova, okomito na smjer magnetskih silnica, galvanometar priključen na krajeve vodiča otklonom je pokazao da se u vodiču inducirao napon i struja. Smjer otklona ovisio

je o smjeru gibanja vodiča kroz magnetsko polje. Inducirani napon i struja nastali su promjenom magnetskog toka unutar petlje koju je tvorio vodič i spojni vodovi galvanometra. Na tom principu razvijeni su i funkcioniraju moderni generatori.

6. pokus: rotacijom okrugle bakrene ploče između polova magneta (tip homopolarnog generatora), okomito na smjer magnetskog toka, između vanjskog ruba rotirajuće ploče i osovine (metalnog ležaja) stvorila se trajna inducirana struja (vrtložna struja) koju je detektirao galvanometar trajnim otklonom kazaljke, spojen između ležaja i kliznog kontakta na rubu ploče. Bio je to prvi električni generator.

Navedenim epohalnim pokusima postavio je temelje daljnjem razvoju teorije elektromagnetskih polja. Godine 1834. otkrio je i efekt samoindukcije, 1837. dielektričnu konstantu, a 1838. pokazao je da je efekt indukcije elektrostatskog naboja na izolatoru analogan efektu indukcije magnetizma u magnetskim materijalima. Valja spomenuti i Faradayjev pokus iz 1821. godine − elektromagnetsku rotaciju, preteču homopolarnog motora − kojim je pokazao mogućnost pretvorbe električne u mehaničku energiju. Slobodno obješena žica umočena je u posudu sa živom s permanentnim magnetom. Nakon uključenja struje kroz žicu, ista je počela rotirati oko magneta, uslijed pojave kružnog magnetskog polja oko žice protjecane strujom.

Eksperimentom sa statičkim elektricitetom i elektrostatskom indukcijom 1843. godine pokazao je da na raspodjelu naboja na vanjskoj površini metalne posude i njezino električno polje ne utječe naboj unutar posude. Približi li se električni naboj vanjskoj strani posude, raspodjela induciranog naboja na vanjskoj površini će se preraspodijeliti i poništiti njegovo električno polje unutar posude. Dakle, naboj unutar posude neće se promijeniti pod utjecajem vanjskog električnog polja, odnosno područja izvan i unutar metalne posude električki su odvojena, a električno polje iz jednog područja ne može ući i utjecati na drugo. Na tom se principu temelji elektrostatsko oklapanje i Faradayjev kavez.

Krajem karijere, Faraday je postavio tezu da se elektromagnetske sile šire u prazan prostor oko vodiča, što predstavlja rani prikaz električnog i magnetskog polja. Iako odbačena od njegovih suvremenika, ta teorija postala je temelj razvoja elektromehaničkih uređaja do kraja XIX. stoljeća. Faradayju u čast jedinica za kapacitet nazvana je farad (1 F = 1 A/Vs).

Nedugo nakon otkrića elektromagnetske indukcije, 1834. je ruski fizičar njemačkog podrijetla Heinrich Friedrich Emil Lenz (1804. – 1865.) postavio pravilo određivanja smjera induciranih struja, Lenzov zakon: inducirana struja u vodiču ima takav smjer da nastoji poništiti uzrok koji ju je proizveo. Njemu u čast simbol za induktivitet je veliko slovo *L*.

Neovisno o Faradayju, ali nedugo nakon njega, međuindukciju je otkrio američki znanstvenik Joseph Henry (1797. – 1878.). Radeći na razvoju i praktičnoj primjeni elektromagneta, otkrio je samoindukciju. Izumio je 1831. godine preteču kućnog zvonca napajanog žicom na daljinu, 1833. je opisao transformator, a 1835. izumio električni relej. Njegovi radovi na električnim relejima poslužili su kao osnova za izum i konstrukciju prvog u praksi primjenjivog telegrafa, što je bila prva praktična primjena elektromagnetske indukcije. Jedinica za induktivitet njemu u čast nazvana je henri (1 H).

Prvi komercijalni telegraf razvili su i patentirali 1837. engleski izumitelj William Fothergill Cooke (1806. – 1879.) i engleski znanstvenik Charles Wheatstone (1802. – 1875.). Učinkovitiju verziju telegrafa za prijenos signala na duljim linijama patentirao je 1847. godine američki slikar i izumitelj Samuel Finley Breese Morse (1791. – 1872.), slike 28., 29. i 30. Prva eksperimentalna linija duljine 61 km između Washingtona D.C. i Baltimorea službeno je otvorena 1844. godine. U godinama koje su slijedile, došlo je do intenzivne izgradnje telegrafskih linija i do 1850. premrežile su udaljenosti veće od 20 000 km. Morseov telegraf postao je 1851. standard i u Europi, osim u Ujedinjenom Kraljevstvu koje je zadržalo Cookeov i Wheatstoneov telegraf.

Slika 28.: Samuel Morse

Slika 29.: Samuel Morse

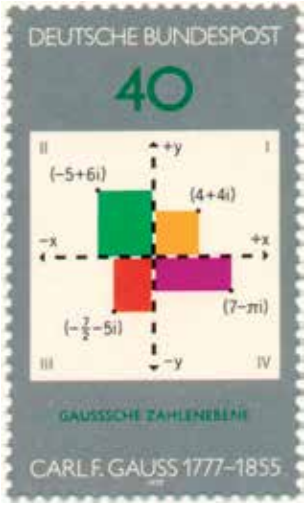
Slika 30.: Samuel Morse

Inicijativom američkog poslovnog čovjeka i financijera Cyrusa Westa Fielda (1819. – 1892.), Morse je iznio ideju telegrafskog povezivanja Europe i Sjeverne Amerike podmorskim kabelom. Zajedno s kanadskim izumiteljem i električarom Fredericom Newtonom Gisborneom (1824. – 1892.), nakon provedenih istraživanja najpovoljnijih lokacija i kartografiranja dna Atlantskog oceana, koje je provela američka mornarica, pristupili su realizaciji tog projekta. Polaganje prvog podmorskog transatlantskog telegrafskog kabela završeno je 1858., a 16. kolovoza te godine uspostavljena je prva veza. S obzirom na vrlo slab signal, brzina prijenosa poruka bila je na granici primjenjivosti. Samo tri tjedna nakon uspostave veze, pokušavajući poboljšati kvalitetu signala povišen je napon na kabelu što je dovelo do njegova uništenja. Kvalitetniji kabel, položen 1866. godine, omogućio je trajnu i pouzdanu interkontinentalnu vezu. Time je počelo doba telekomunikacija, a svijet je postao manji. Do kraja XIX. stoljeća položeno je još nekoliko podmorskih kabela, čime su Stari i Novi svijet

povezani telegrafskom mrežom s mogućnosti istodobnih dvosmjernih komunikacija između niza zemalja.

Vezano uz telegraf, prvi uređaj u praktičnoj primjeni zasnovan na elektromagnetskoj indukciji, ne smijemo zaboraviti znanstvenike i izumitelje koji su svojim radom pridonijeli njegovu razvoju. Prvi spomen telegrafa nalazimo u časopisu *Scots Magazine* 1753. godine; prvi električni telegraf predstavio je 1774. švicarski fizičar Georges-Louis Le Sage (1724. – 1803.); španjolski znanstvenik Francisco Salva Campillo (1751. – 1828.) predstavio je 1795. godine osnove električnog telegrafa, predvidjevši bežični telegraf i podmorske kabele; njemački fizičar i izumitelj Samuel Thomas von Sömmerring (1755. – 1830.) eksperimentirao je 1809. godine s elektrokemijskim telegrafom; engleski znanstvenik i izumitelj Francis Ronalds (1788. – 1873.) izradio je 1816. godine prvi električni telegraf, koji je kao "u potpunosti nepotreban" odbijen strane britanskog Admiraliteta, kojem je ponudio svoj izum; preteču elektromagnetskog telegrafa s prijenosom signala na daljinu i korištenjem binarnog sustava signala predstavio je 1832. godine diplomat Pavel Lvovitich Schilling (1786. – 1837.); ranu telegrafiju s binarnim kodom predstavili su 1833. godine njemački matematičar Johann Carl Friedrich Gauss (1777. – 1855.), slike 31. i 32., i njemački fizičar Wilhelm Eduard Weber (1804. – 1891.), koristeći kao izvor impulsa najprije Voltin stup, a poslije induktor; njemački fizičar i izumitelj Carl August von Steinheil (1801. – 1870.) instalirao je 1835. telegrafsku liniju duž prve njemačke željezničke pruge, a 1851. počeo je rad na švicarskoj telegrafskoj mreži; američki znanstvenik i izumitelj David Alter (1807. – 1881.) koji je izumio, ali nikad u praksi razvio prvi američki električni telegraf; njemački izumitelj i industrijalac Ernst Werner von Siemens (1816. – 1892.) usavršio je telegraf s kazaljkom.

Velik doprinos poznavanju značajki električne struje i električnih krugova dao je njemački fizičar Gustav Robert Kirchoff (1824. – 1887., slike 33. i



Slika 31.: Carl Friedrich Gauss

Slika 32.: Carl Friedrich Gauss

Slika 33.: Gustav Robert Kirchoff

34. Godine 1845. postavio je dvije jednadžbe kojima dokazuje očuvanje električnog naboja i energije, poznate kao Kirchoffovi zakoni o električnoj struji i naponu. Kirchoffove jednadžbe postale su osnova za razmatranje i proračune električnih krugova i mreža istosmjerne i izmjenične struje u svim područjima elektrotehnike.

Temeljem Faradayjevih eksperimentalnih otkrića, škotski matematičar i fizičar James Clark Maxwell (1831. – 1879.), slika 35., postavio je 1865. načelo elektromagnetizma, opisujući ga u obliku međusobno ovisnih matematičkih izraza, poznatih kao četiri Maxwellove jednadžbe koje opisuju kontinuitet električnog i magnetskog polja. Matematički je opisao fenomen nastanka električnog polja promjenom magnetskog polja i obratno te postavio temelje teoriji polja. Demonstrirao je valnu prirodu širenja električnog i magnetskog polja brzinom svjetlosti i formulirao teoriju elektromagnetskog zračenja, povezujući tako prvi put elektricitet i magnetizam. Teorijski je dokazao da je svjetlost različito očitovanje istog fenomena, odnosno elektromagnetski val. Elektromagnetska priroda svjetlosti vodila je spoznaji o radiovalovima. Maxwellove jednadžbe elektromagnetizma smatraju se drugim najvećim zakonom fizike, nakon Newtonovih zakona, a Maxwella se smatra jednim od triju najvećih znanstvenika na području fizike, uz Newtona i Einsteina.

Njemački fizičar profesor Heinrich Rudolf Hertz (1857. – 1894.), slike 36., 37. i 38., eksperimentalno je 1888. godine dokazao Maxwellove jednadžbe, odnosno postojanje elektromagnetskih valova. Dokazao je da se elektromagnetski valovi reflektiraju, lome i polariziraju poput svjetlosti. Opazio je i fotoelektrični učinak (poslije ga je objasnio Albert Einstein). Otkrio je da se električni signali, kao što su pretpostavljali Faraday i Maxwell, mogu širiti zrakom, čime su postavljeni temelji bežične telegrafije i radiotehnike. Proveo je niz eksperimenata s prijenosom elektromagnestkih

Slika 34.: Gustav Robert Kirchoff

Slika 35.: J.C. Maxwell

Slika 36.: Heinrich Rudolf Herz

Slika 37.: Heinrich Rudolf Herz

Slika 38.: Heinrich Rudolf Herz

valova na daljinu, ispočetka prozvanim Hertzovi valovi, a poslije, oko 1910. godine, radiovalovi, ne prepoznajući njihovu praktičnu važnost, osim dokaza Maxwellove teorije. Njemu u čast jedinica za frekvenciju nazvana je herc (1 Hz = = 1 ·1/s).

Neovisno o Hertzu, elektromagnetsko zračenje dokazao je 1884. britanski fizičar i pisac Oliver Joseph Lodge (1851. – 1949.), koji je svojim radovima i patentima znatno pridonio i razvoju radija.

Slika 39.: Guglielmo Marconi

Primjenu elektromagnetskih valova u bežičnoj telegrafiji i za prijenos signala na velike udaljenosti patentirao je 1897. godine talijanski fizičar i inženjer Guglielmo Marconi (1874. – 1937.), slike 39. i 40., a 1901. prvi je uspostavio prijenos radiosignala preko Atlantika. Za svoj doprinos razvoju bežične telegrafije 1909. godine podijelio je Nobelovu nagradu s njemačkim izumiteljem i fizičarom Karlom Ferdinandom Braunom (1850. – 1918.). Marconi je izumiteljem radija smatran do 1943. godine, kad mu je patentno pravo oduzeo Vrhovni sud SAD-a u korist Nikole Tesle, koji je svoj pronalazak prijenosa signala na velike udaljenosti i princip radija patentirao 1897. pod br. 0.645.576, kao sustav bežičnog prijenosa podataka.

Slika 40.: Guglielmo Marconi

Neovisno o Marconiju, ruski fizičar Aleksandar Stepanovič Popov (1859. – 1906.; slike 41., 42. i 43.), razvijao je i demonstrirao 1896. godine primjenu radiovalova za prijenos poruka na daljinu i u Rusiji ga smatraju izumiteljem radija.

Slika 41.: Aleksandar Stepanovič Popov

Slika 42.: Aleksandar Stepanovič Popov

Slika 43.: Aleksandar Stepanovič Popov

Poznavanje principa elektromagnetske indukcije dalo je zamah istraživanjima i izumima na svim područjima elektrotehnike, posebno električnih strojeva i radiokomunikacija.

Spomenuti njemački izumitelj i industrijalac Ernst Werner von Siemens, slike 44. i 45., osim telegrafijom bavio se i mjernom tehnikom i elektrodinamikom. S partnerom J. C. Halskeom osnovao je 1847. tvrtku Siemens-Halske, koja je postala ime u svjetskim razmjerima. Prijavio je niz patenata iz raznih područja elektrotehnike. Tako je 1877. u Njemačkoj patentirao pod br. 2355 elektromehanički pretvarač s pomičnim svitkom koji je u kasnim 1920-im godinama iskorišten u konstrukciji zvučnika. Njegova tvrtka izradila je elektronske cijevi kojima je Wilhelm Conrad Röntgen vršio eksperimente s tzv. X-zrakama. Prijavio je i izum samouzbudnog generatora istosmjerne struje (dinamo stroj), a 1880. u rad pustio prvo električno dizalo u svijetu. Godine 1879. izradio je prvu električnu lokomotivu, a 1882. radio je na ispitivanju trolejbusa. Njemu u čast jedinica električne vodljivosti nazvana je simens (1 S = 1 A/V).

Slika 44.: Werner von Siemens

Slika 45.: Werner von Siemens

Na razvoju samouzbudnog dinamo stroja neovisno su, nekako istodobno, radili i Samuel Alfred Varley (1832. – 1921.), engleski inženjer koji ga je patentirao 1866. godine, te Charles Wheatstone (1802. – 1875.), poznat po Wheatstoneovu mostu, koji je princip rada dinamostroja opisao 1867. godine.

Slika 46.: A. I. Jedlik

Malo je poznato da je na razvoju istosmjernog motora i dinamo stroja prije Siemensa radio mađarski izumitelj i inženjer Ányos István Jedlik (1800. – 1895.), slika 46. Još 1827. godine počeo je eksperimente s rotirajućim elektromagnetima, a 1828. demonstrirao je prvu napravu sastavljenu od statora, rotora i komutatora, triju glavnih sastavnih dijelova istosmjernog motora. Samouzbudni dinamostroj opisao je 1861., nekoliko godina prije Siemensa.

Slika 47. Bellov telefon

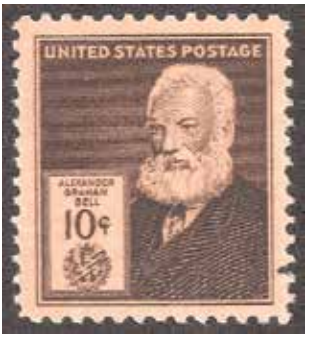
Preteču izmjeničnog generatora s ručnim pogonom, temeljenu na elektromagnetskoj indukciji, izradio je 1832. francuski izumitelj Hippolyte Pixii (1808. – 1835.).

Elektromagnetska indukcija bila je osnova epohalnom izumu indukcijskog telefona, slika 47., koji je 1875. izumio, a 1876. patentirao američki izumitelj škotskog podrijetla Alexander Graham Bell (1847. – 1922.), slike 48. − 51. Bellov telefon koji radi na principu elektromagnetske indukcije koristi se i danas.

Slika 48.: Alexander Graham Bell

Slika 49.: Alexander Graham Bell

Slika 50.: Alexander Graham Bell



Slika 51.: Alexander Graham Bell

Međutim, Bell nije bio prvi koji je došao na ideju telefona. Svakako se trebamo sjetiti i njemačkog izumitelja Johanna Philippa Reisa (1834. – 1874.) koji je prvi telefon, slika 52., iako vrlo skromnih performansi i pokrivanja udaljenosti do 100 m, konstruirao 1861. godine.

Slika 52.: Reisov telefon

Američki inženjer i svestrani izumitelj Elisha Gray (1835. – 1901.), suosnivač kompanije Western Electric Manufacturing Company, razvio je telefon 1876. godine. Neki ga smatraju i stvarnim izumiteljem telefona jer je Bell navodno iskoristio njegovu ideju.

Slika 53.: Antonio Meucci

Možda najzaslužniji za izum i razvoj telefona na elektromagnetskom principu talijanski je izumitelj Antonio Santi Giuseppe Meucci (1808. – 1889.), slika 53. Još 1834. godine izradio je prototip telefona koji radi. Godinama je intenzivno radio na njegovu razvoju te je između 1856. i 1870. razvio 30 varijanti telefona na elektromagnetskom principu, a 1871. prijavio je patent, no nije naveo da je riječ o elektromagnetskom prijenosu zvuka. Zastupnički dom američkog Kongresa potvrdio je 2002. njegove zasluge za razvoj telefona.

Jedan od pionira na području telefonije u Europi bio je i švedski izumitelj i poduzetnik Lars Magnus Ericsson (1846. – 1926.), slika 54. Na temelju telefona koje su već proizvodile tvrtke Bell i Siemens, uzradio je svoju varijantu koja je bila bolja i jeftinija od prethodnih. Prvi telefon prodao je 1878. godine. Osnivač je korporacije Ericsson 1883. godine, današnjeg vlasnika kompanije *Ericsson Nikola Tesla* u Zagrebu. Zanimljivo je spomenuti da L. M. Ericsson nije vjerovao da će telefon postati predmet masovne uporabe, nego ga je smatrao više kao neku vrstu igračke za zabavu bogatih.

Slika 54.: Lars M. Ericsson

Treba napomenuti da su se idejom prijenosa signala i zvuka na daljinu, odnosno razvojem telegrafa i telefona, bavili i mnogi drugi izumitelji, znanstvenici i inženjeri tog vremena. Spominjanje svih njih nadilazi, međutim, okvire ovog rada.

Slika 55.: Thomas Alva Edison

Među najvećim izumiteljima s kraja XIX. stoljeća američki je poslovni čovjek Thomas Alva Edison (1847. – 1931.), slike 55. i 56. Američkom uredu za patente prijavio ih je 1093, uz niz patenata u Ujedinjenom Kraljevstvu, Francuskoj i Njemačkoj i time se svrstao među četiri najplodnija izumitelja svih vremena. Od rane mladosti objavljivao je tehničke izume. U Menlo Parku kod New Yorka osnovao je 1876. tehnički laboratorij, prvi industrijski istraživački laboratorij, u kojem je radio sve do smrti. Razvio je niz uređaja koji su ušli u svakodnevni život i promijenili svijet, od kojih su najpoznatiji mikrofon s ugljenim zrncima za primjenu u telefonskim aparatima, megafon, fonograf, pisaći stroj, telegrafski aparat koji otiskuje slova, kvadrupleks aparat, kinematograf na bazi stroboskopskog efekta. Godine 1892. patentirao je dvosmjerni telegraf. Izum po kojem je možda najpoznatiji je žarulja s ugljenom niti koja je ušla u komercijalnu primjenu 1879. godine, slika 57. Žarulja je, međutim, imala trajnost samo oko 13 sati. S razvojem niti od karboniziranog bambusova vlakna postignuta je trajnost od oko 1200 sati.

Slika 56.: Thomas Alva Edison

Slika 57.: Thomas Alva Edison – žarulja

Poznata je njegova izjava da će električna energija postati tako jeftina da će svijeće koristiti samo bogataši.

Valja napomenuti da je za razvoj žarulje s užarenom niti zaslužan i niz drugih izumitelja. Prvi patent za preteču žarulje s užarenom niti dobio je 1841. godine Englez Frederick de Moleyns. Američki izumitelj John Wellington Starr (1822.? – 1846.) prijavio je 1844. godine američkom uredu za patente patent žarulje s užarenom niti, a njegov suradnik Edward Augustin King predstavio ju je u Europi i 1845. godine dobio britanski patent br. 10.919. Ruski izumitelj i elektrotehničar Aleksandar Nikolajevič Lodigin (1847. – 1923.) patentirao je 1875. godine žarulju s ugljenom niti. Prvu komercijalno isplativu žarulju s metalnom (volframovom) niti patentirali su 1904. godine u Beču pod br. 154262 slovenski fizičar i izumitelj Alexander Friedrich Just (1878. – 1937.), koji je poslije u Mađarskoj koristio ime Just Sándor Frigyes, i hrvatski kemičar i metalurg Franjo Hanaman (1878. – 1941.).

Edisonovi patenti pokrenuli su niz novih elektrotehničkih industrija širom svijeta za proizvode svakodnevne namjene i širenje masovnog korištenja telekomunikacija. Izumio je bateriju za električni automobil. Razvio je i 1880. godine patentirao sustav proizvodnje i distribucije električne energije zasnovan na istosmjernom dinamostroju, u prvom redu za potrebe javne rasvjete i rasvjete zgrada te elektrifikacije industrijskih pogona. Prvu električnu centralu izgradio je u Pearl Streetu u New Yorku. Imala je šest istosmjernih generatora koji su električnom strujom napajali 1200 žarulja od po 60 cd, što je odgovaralo ukupnoj snazi od 300 kW. Osnovao je 1882. prvu elektrodistribuciju s napajanjem 59 korisnika na istosmjernom naponu od 110 V. Prva javna zgrada u svijetu koja je koristila Edisonovu električnu rasvjetu bilo je Mahenovo kazalište u Brnu, Češka, 1882. godine.

Sa sve većim korištenjem električne energije u kućanstvima i javnim zgradama, Edisonov istosmjerni sustav niskonaponske mreže, prvi elektrodistribucijski sustav koji je omogućio masovno korištenje električne energije, postao je usko grlo jer su elektrane mogle opskrbljivati potrošače na kratkim udaljenostima od samo dva do tri kilometra te su bile ekonomične samo za veliku gustoću potrošača na malom prostoru u velikim gradovima. Manja mjesta nisu si mogla priuštiti Edisonov sustav.

U međuvremenu su se pojavile konkurentske kompanije koje su koristile izmjenični napon. Razvoj transformatora u Europi i Americi (Westinghouse Electric) u razdoblju 1885./1886. omogućio je prijenos električne energije i opskrbu potrošača na velikim udaljenostima, čime je električna energija postala svima dostupna. Prvi izmjenični sustav napajan sinkronim generatorom izgradio je 1886. godine George Westinghouse (1846. – 1914.), američki poduzetnik i inženjer, izravno konkurirajući Edisonovu istosmjernom sustavu. Tako je počeo znameniti "rat struja", koji je završio 1891. pobjedom izmjeničnog sustava.

Edisonovu kompaniju, koja je bilježila gubitke, preuzela je nova kompanija General Electric, natječući se s Westinghouseom na području izmjeničnih struja.

Uz navedeno, Edison je zaslužan za izradu i proizvodnju prvog komercijalnog fluoroskopa s rendgenskim zrakama, čije se osnovno rješenje koristi i danas. Poznati su njegovi izumi i razvoj na području kinematografije. Edisonov filmski studio snimio je gotovo 1200 filmova. Godine 1901. osnovao je kompaniju koja je proizvela prve akumulatore za električne automobile. Oko 1910. godine predstavljeni su usavršeni Ni-Fe akumulatori s lužinom kao elektrolitom.

Edison je bio aktivan do kraja života. Samo nekoliko mjeseci prije smrti, 1930. godine javnosti je predstavljena prigradska električna željeznica koja je koristila Edisonov istosmjerni sustav. Edison je provezao vlak duž prve milje trase od kolodvora Hoboken prema South Orangeu. Željeznica je bila u uporabi do 1984. godine

Nakon početnih, dokazanih prednosti, počeo je intenzivan razvoj na području prijenosa električne energije izmjeničnim strujama. Osnivanjem niza elektrotehničkih kompanija i organizacijom Međunarodne elektrotehničke izložbe 1891. godine u Frankfurtu na Majni, Njemačka, počela je druga industrijska revolucija. Prva industrijska revolucija počela je sto godina prije izumom parnog stroja. U to je vrijeme "rat struja" u Americi još trajao, a mišljenja oko korištenja istosmjernog, izmjeničnog jednofaznog, dvofaznog ili trofaznog sustava još su bila podijeljena. Glavni događaj izložbe bio je prvi komercijalni prijenos trofaznim izmjeničnim naponom od 25 kV, nadzemnim vodom duljine 175 km između elektrane u Lauffenu na rijeci Neckaru i Frankfurta na Majni, slika 58., kojim je napajana električna instalacija izložbe. Projekt je razvio njemački inženjer Oscar von Miller (1855. – 1934.), a projektirao jedan od izumitelja trofaznog izmjeničnog sustava poljsko-ruski inženjer i izumitelj Mihail Dolivo-Dobrovoljski (1862. – 1919.). Efikasnost prijenosa električne energije na daljinu trofaznim izmjeničnim sustavom demonstriranim na izložbi označila je kraj "rata struja" i zauvijek otklonila pitanja oko najekonomičnijeg sustava. Nakon izložbe elektrana u Lauffenu nastavila je opskrbljivati električnom energijom administrativno središte Heilbronn, koje je tako postalo prvi grad napajan trofaznim izmjeničnim naponom.

Slika 58.: Lauffen-Frankfurt 1891-1991

Pri spomenu Dolivo-Dobrovoljskog, slika 59., treba istaknuti da je uz Nikolu Teslu, ali i talijanskog fizičara i elektroinženjera Galilea Ferrarisa (1847. – 1897.), te švedskog inženjera i izumitelja Jonasa Wenströma (1855. – 1893.), bio jedan od pionira na

Slika 59.: Mikhail Dolivo-Dobrovolsky

području istraživanja i primjene višefaznih električnih sustava. Godine 1888. razvio je trofazni električni generator i trofazni motor, kavezni motor i transformator, a vrhunac njegova rada bila je navedena prva trofazna hidroelektrana u Lauffenu.

Izniman doprinos daljnjem razvoju i primjeni modernih sustava višefaznih izmjeničnih struja dao je hrvatsko-američki izumitelj, elektroinženjer, fizičar i vizionar Nikola Tesla (1856. – 1943.), slike 60.− 63., srpskog podrijetla, rodom iz Like u Hrvatskoj, u ono vrijeme u Habsburškoj Monarhiji. Nakon obrazovanja na Visokoj tehničkoj školi u Grazu (visokonaponski laboratorij današnjeg Tehničkog sveučilišta u Grazu nosi njegovo ime), prva praktična iskustva na području elektrotehnike stekao je radeći u Središnjem telegrafskom uredu u Budimpešti te u telefonskoj centrali, a zatim u Edisonovoj tvrtki Société Électrique Edison u Parizu. Već je tijekom boravka u Budimpešti isticao mogućnost primjene višefaznih izmjeničnih struja za proizvodnju okretnog magnetskog polja, pokretanje i vrtnju elektromotora. Prvi indukcijski motor konstruirao je 1883. u Strassbourgu, gdje je službeno boravio kao zaposlenik tvrtke Société Électrique Edison.

Godine 1884. emigrirao je u SAD i postaje američki građanin. Zaposlio se u Edisonovoj tvrtki Edison Machine Works s ciljem promicanja i razvoja ideje sustava izmjeničnih struja za proizvodnju i prijenos električne energije, međutim, nisu naišle na razumijevanje. Osamostalio se 1885. godine, osnovavši vlastitu tvrtku za proizvodnju elektrolučnih svjetiljki na čijem je razvoju radio, a 1887. s partnerima osniva tvrtku Tesla Electric Company s vlastitim laboratorijem u kojem je radio sve do kraja života.

Bio je svestran izumitelj u gotovo svim područjima elektrotehnike i danas ga smatraju jednim od najvećih genija svih vremena. Britanska enciklopedija svrstava ga među deset najvažnijih ljudi u svjetskoj povijesti. Stotine izuma prijavio je u

Slika 60.: Nikola Tesla

Slika 61.: Nikola Tesla

Slika 62.: Nikola Tesla

Slika 63.: Nikola Tesla

SAD-u kroz 112 patenata, a praktički jednako toliko u drugim zemljama, većinom iz područja elektrotehnike.

Najpoznatiji je po epohalnim patentima vezanim uz višefazne električne motore i sustave koji su omogućili široku primjenu izmjenične struje u proizvodnji, prijenosu i korištenju električne energije u svim područjima života i postali temelj daljnjem razvoju elektrotehnike. U svojim patentima u godinama 1883. – 1884. eksperimentalno je pokazao nekoliko višefaznih sustava prijenosa električne energije. Godine 1887. razvio je indukcijski motor, slike 64. i 65., pokretan okretnim magnetskim poljem generiranim višefaznim izmjeničnim strujama. Patentirao ga je 1888. godine. Iste je godine registrirao patent pod br. 382.280, kojim opisuje napajanje motora izmjeničnom strujom iz udaljenog sinkronog generatora, odnosno prvi višefazni prijenosni sustav. Tesline patente višefaznog sustava otkupio je 1888. godine George Westinghouse, osnivač kompanije Westinghouse Electric Company (Westinghouse EC). Time je došao u sukob s Edisonovim istosmjernim sustavom, što je pokrenulo nekadašnji "rat struja" iz kojih je, kao što je već navedeno, izmjenični sustav izišao kao pobjednik.

Tvrtka Westinghouse EC s kojom je surađivao prikazala je Tesline izume na području višefaznih struja i elektrolučne rasvjete na Svjetskoj izložbi u Chicagu 1893. godine. Westinghouse EC pobijedio je i na natječaju za rasvjetu izložbe izmjeničnom strujom, što je možda bio jedan od posljednjih presudnih trenutaka u pobjedi "rata struja", s obzirom na to da je na izložbi prikazana efikasnost, pouzdanost i sigurnost izmjeničnog sustava. Tesla je demonstrirao svoje izume i korištenje višefaznih izmjeničnih struja te izume i efekte bežične rasvjete sa svjetiljkama s izbojem u plinu, korištenjem visokih napona visoke frekvencije, slika 66. Te je godine Tesla konzultiran vezano uz izbor sustava za elektranu na slapovima Niagare, slika 67. Predložio je dvofazni izmjenični sustav kao najpouzdaniji, koji

Slika 64.: Nikola Tesla – indukcioni motor

Slika 65.: Teslin indukcioni motor

Slika 66.: Nikola Tesla

Slika 67.: Nikola Tesla – Elektarana na Nijagari

je i usvojen, a ugovor za izgradnju dodijeljen je kompaniji Westinghouse EC temeljem Westinghouseova nastupa i demonstracije izmjeničnog sustava na izložbi u Chicagu. Hidroelektrana je 1896. puštena u pogon. Bila je namijenjena najprije opskrbi grada Buffala putem 40 km dugog nadzemnog voda, a zatim i opskrbi drugih gradova. Treba napomenuti da je nakon 1890. počela intenzivna izgradnja elektrana zasnovanih na izmjeničnom sustavu, pa je tako 1891. godine, uz već spomenuti Lauffen u Njemačkoj, tvrtka General Electric počela izgradnju prve trofazne hidroelektrane kod Redlandsa u Kaliforniji.

Slika 68.: Nikola Tesla – Teslin transformator

Samo četiri godine nakon puštanja u pogon navedenog prvog sustava proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije u Njemačkoj, 1895. godine je u Hrvatskoj (tad u sastavu Austro-Ugarske Monarhije) ispod Skradinskog buka na rijeci Krki kod Šibenika puštena u rad HE *Krka*, poslije nazvana HE Jaruga I.), s vodnom turbinom od 320 KS i dvofaznim generatorom od 3 kV, 42 Hz. Elektrana je na početku napajala rasvjetu grada Šibenika s više od 200 žarulja pojedinačne snage 16 "svijeća" (odnosno vata), te ubrzo i električni mlin u luci, putem 11 km dugog nadzemnog voda, što taj mali elektroenergetski sustav svrstava možda među prvih deset u svijetu.

Slika 69.: Nikola Tesla – Teslin transformator

Sustavi višefaznih, posebno trofaznih izmjeničnih sinusoidalnih struja vremenski međusobno fazno pomaknutih i okretna magnetska polja, sigurno su jedno od najznačajnijih Teslinih otkrića koje je presudilo u "ratu struja" i utrlo put daljnjem razvoju elektrotehnike u području proizvodnje, prijenosa, distribucije i korištenja električne energije kakvu danas poznajemo.

Slika 70.: Nikola Tesla – Teslin transformator

Osim epohalnih izuma strojeva i sustava temeljenih na korištenju višefaznih izmjeničnih struja frekvencije 60 Hz (prema Teslinu prijedlogu), Nikola Tesla eksperimentirao je i s visokofrekvencijskim izmjeničnim strujama i naponima za primjenu u rasvjeti te za bežični prijenos signala i energije. Posebno su značajni njegovi eksperimenti s radiovalovima, čime je dao velik doprinos razvoju radiotehnike. Godine 1891. izumio je transformator za proizvodnju vrlo visokih napona (reda megavolta) i izmjenične struje

Slika 71.: Teslin transformator

visokih frekvencija od 10 kHz do 300 kHz s visokonaponskim kondenzatorom i iskrištem, po njemu nazvan Teslin transformator, slike 68. − 71. Svojim visokofrekventnim transformatorom postizao je vrlo visoke napone i snažna električna polja, s električnim pražnjenjima sličnim munjama. Korištenjem tog transformatora demonstrirao je bežičnu rasvjetu, odnosno kapacitivno inducirane izboje u plinu. Međutim, ti pokusi nisu doveli do komercijalno primjenjivih rasvjetnih sustava.

Teslin visokofrekventni transformator odnosno zavojnica našao je široku primjenu u radiotehnici. Tesline visokofrekvencijske struje primjenjivale su se u medicinskoj elektroterapiji.

Jedna od Teslinih genijalnih ideja bio je bežični prijenos električne energije na daljinu korištenjem jakih visokofrekventnih elektromagnetskih polja. Razvijajući te zamisli, izumio je bežični prijenos signala, radiokomunikacije te bežično daljinsko upravljanje. O tome je raspravljao već 1893. godine, 1897. godine prijavio je, a 1900. dobio patent br. 0.645.576 za bežični prijenos električne energije i signala na velike udaljenosti. Na Elektrotehničkoj izložbi u Madison Square Gardenu 1898. godine demonstrirao je svoj izum bežičnog daljinskog upravljanja modelom broda na jezeru, slika 72.

Slika 72.: Nikola Tesla – čamac na daljinsko upravljanje

Tesla je veliku energiju i sredstva ulagao u istraživanje prijenosa signala i električne energije na velike udaljenosti primjenom vrlo visokih napona od nekoliko megavolta te je s tim ciljem 1899. godine izgradio veliki primopredajnik u Colorado Springsu. Međutim, do danas je neriješen problem mala učinkovitost takvog sustava. Tijekom istraživanja došao je do jednog od svojih najvećih otkrića, stojnih valova.

Godine 1902., želeći u praksu provesti svoje zamisli i eksperimente, izgradio je poznati Wardenclyffeov toranj, slika 73., u državi New Yorku, primopredajnik kojim je namjeravao ostvariti besplatnu bežičnu vezu za slanje poruka, slika, vremenske prognoze, burzovnih izvješća i telefoniju prema Europi i brodovima na moru te besplatan prijenos energije. Zbog nedostatka sredstava, projekt je napušten 1906. godine

Slika 73.: Nikola Tesla – toranj Wardenclyff

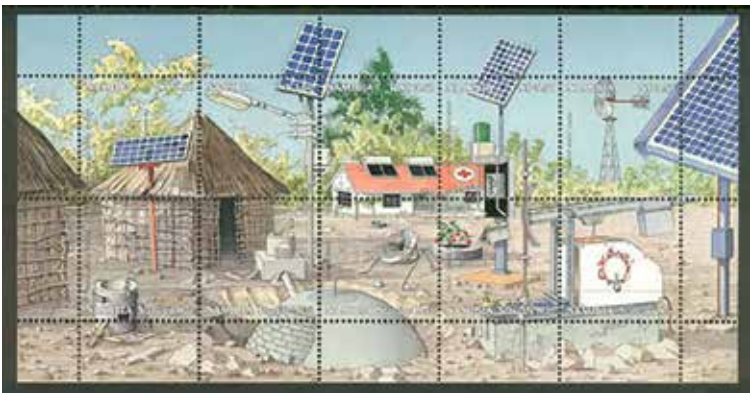
Osim navedenih izuma, Tesla je postavio osnove radara, patentirao princip rezonancije za radiovezu, eksperimentirao s tzv. X-zrakama u isto vrijeme kad i Röntgen, postavio zamisao o međuplanetarnim komunikacijama koristeći ultrakratke valove. Bavio se i strojarstvom te 1906. demonstrirao turbinu bez

lopatica snage 150 kW, međutim, zbog tehnoloških problema tog vremena njezina primjena nije zaživjela u praksi. Međutim, na istom principu konstruirani su precizni brzinometri i drugi mjerni instrumenti u automobilima.

Svojim pokusima i izumima Tesla je, uz prethodnike i suvremenike, postavio osnove daljnjeg razvoja elektroenergetike i radiotehnike kakvu danas poznajemo. Njemu u čast jedinica za gustoću magnetskog toka nazvana je tesla (1 T = 1 $\cdot$Vs/m^2). Najveći spomenik Nikoli Tesli podignut je, na inicijativu Hrvatsko-češkog društva, 2014. godine u Pragu, a prikazuje stilizirani Teslin transformator s električnim pražnjenjem, slika 74.

Slika 74.: Spomenički list povodom otkrivanja spomenika Nikoli Tesli u Pragu s prigodnim poštanskim žigom

Razvoj i izumi na području elektrotehnike nastavili su se i traju i danas. Okviri ovog rada ne dopuštaju spominjanje još mnogih znanstvenika, izumitelja i inovatora koji su obilježili protekla dva stoljeća, a bez kojih bi ljudsko društvo danas izgledalo sasvim drukčije. Među njih svakako spadaju: Lee de Forest (1873. – 1961.), američki izumitelj na području radio prijenosa i telefonije; John Logie Baird (1888. – 1946.), škotski inženjer i jedan od izumitelja tzv. mehaničke televizije; Philo Taylor Farnsworth (1906. – 1971.), američki izumitelj potpuno elektronske televizije, ali i istraživač na području nuklearne tehnike; Donald Davies (1924. – 2000.), velški znanstvenik, te američki izumitelj Paul Baran (1926. – 2011.), zaslužni za razvoj računalnih mreža; Amerikanci Vinton Gray Cerf (1943.) i Robert Elliot Kahn (1938.) izumitelji su TCP/IP protokola, osnova interneta; Englez Tim Berners-Lee (1955.) izumitelj je širokopojasne mreže (www) uz korištenje http komunikacije...



Slika 75.: Električna energija dostupna svima

Zaključak

Elektricitet, magnetizam i njihovi efekti prisutni su na Zemlji i u svemiru od velikog praska. Pojava i razvoj života na našem planetu bez njih ne bi bili mogući. Pa ipak, od pojave čovjeka do prvih spoznaja, ali ne i razumijevanja i korištenja elektriciteta i magnetizma prošle su stotine tisuća godina.

Prvi su misaono razmatrali elektricitet starogrčki filozofi, posebno Tales iz Mileta, koji je proučavao jantar i njegovu sposobnost da nakon trljanja privlači sitna tijela te prirodni mineral magnetit i njegove sposobnosti privlačenja željeznih predmeta. Međutim, ta opažanja ostala su na nerazjašnjivim efektima bez praktične primjene.

Trebalo je proći još dva milenija do početaka kakvog-takvog znanstvenog pristupa električnim pojavama, a zatim još gotovo 400 godina do epohalnog izuma Voltina stupa ili Voltina članka 1800. godine. Taj izum možemo smatrati početkom doba elektriciteta. Međutim, usprkos stjecanju osnovnih znanja o električnoj energiji te nizu otkrića i izuma, njezina široka primjena u praksi i svakodnevnom životu početkom XIX. stoljeća gotovo nije postojala, a eksperimentiranje s učincima elektriciteta i magnetizma bilo je uobičajeno za razonodu na bogatim zabavama.

Intenzivan rad niza znanstvenika i izumitelja na području elektriciteta i magnetizma, ali i fizike u širem smislu, matematike, kemije i drugih prirodnih i društvenih disciplina, od kraja XVIII., tijekom XIX. i početkom XX. stoljeća postavio je temelje brzog i dotad neslućenog razvoja elektrotehnike, uključujući telekomunikacije i informatiku, kakve doživljavamo i koristimo i u našim danima. Korištenje učinaka električne energije počelo je na široka vrata ulaziti u svakodnevni život tijekom druge polovine XIX. stoljeća i otad nezaustavljivo raste. Otkriće elektromagnetske indukcije postalo je temelj i poticaj daljnjem razvoju elektrotehnike, i to izgradnje svih vrsta rotirajućih strojeva i transformatora te elektroenergetskih mreža, ali i uređaja i sustava telekomunikacija, relejne tehnike i radiotehnike.

Prva je praktična primjena električne energije elektroliza, a slijede telegraf, telefon i električna rasvjeta, čija je implementacija nakon prvih elektrolučnih svjetiljki, a posebno s pojavom Edisonove žarulje, masovno počela u velikim gradovima Amerike i Europe. Izum sustava izmjeničnih struja omogućio je elektrifikaciju i najudaljenijih krajeva, električna energija postala je gotovo svima dostupna, njezinim korištenjem nepovratno se promijenio način života, a svijet je postao manji. Počela je druga industrijska revolucija.

Danas je električna energija jedan od postulata moderne civilizacije i temelj sveukupnog tehnološkog razvoja: elektroenergetike, telekomunikacija i informatičke tehnologije, koja se, možemo slobodno reći, razvija donedavno nezamislivom brzinom. Pomislimo samo na medicinu bez elektrotehnike! A promet, trgovina, bankarstvo, poslovanje, obrazovanje, informiranost... Mnogo toga smo

spoznali, ali još mnogo toga čeka da tek bude otkriveno. Civilizacija je zahvaljujući elektricitetu u zadnja dva stoljeća doživjela veći razvoj i uzlet nego u protekla dva milenija. Sjetimo se samo genijalnih izumitelja i vizionara Leonarda da Vincija i našeg Fausta Vrančića. Jedina kvalitetna raspoloživa pogonska snaga u njihovo vrijeme bili su konji. Možemo zamisliti utjecaj njihovih izuma na razvoj civilizacije da su već tad imali samo parni stroj. A tek elektromotorne pogone!

Novi su izazovi elektrotehnike proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora (vjetar, Sunce...) te njezino korištenje i dostupnost svima, slika 75. Razvoj i široka primjena električne energije za pokretanje cestovnih vozila dodatno će intenzivirati razvoj pametnih, integriranih elektroenergetskih, informatičkih i telekomunikacijskih mreža temeljenih na suvremenoj tehnologiji uz ispunjenje kriterija ekologija-ekonomija-tehnologija.

Literatura

[1] Dostupni materijali na internetu.

History, Inventions and Great Names in Electronic Engineering and their effect on Philately

Miroslav Křepela

Abstract: The life of mankind today is unthinkable without electricity, which has become one of the pillars of modern society. Although electricity has existed at least since the Great Bang and the creation of the universe, its effects were unknown to people for thousands of years, and its visible effects, such as lightning, were attributed to supernatural forces. From the beginning of the New Age (1492) to the present time of the Modern Age (from 1918) only about 318 years have passed since the first significant insights and research into electrical charges, and less than two hundred years from the initial discoveries in the field of electromagnetism. This laid the foundations for the later intensive development of the science of electricity, which is far from the end, and whose results we use in our daily lives, not thinking that life was, not so long time ago, unimaginably different. Some electrical phenomena were observed already in the Ancient Period (3500 BC until 476 AD), but philosophers and scientists at that time could not interpret them. Scientists, inventors and their discoveries in the field of electricity have also found a significant response in philately. Postal administrations of almost all countries have the practice of issuing commemorative postal stamps, seals and envelopes on anniversaries related to their own but also world-famous geniuses, their discoveries and events that have marked the history of the science of electricity.

Keywords: history, electricity, invention, philately

Vanja Flegar, Martin Kuhar

Radioaktivnost u Hrvatskoj u prvoj polovini XX. stoljeća – utjecaj na razvoj kemije i medicine[1]

Sažetak: Zasluga za otkriće prirodne radioaktivnosti pripada francuskom kemičaru Henriju Becquerelu (1851. – 1908.), koji je u ožujku 1896. godine radio eksperiment kojim je otkrio da uranij emitira zračenje koje ostavlja trag na fotografskoj ploči te se probija kroz metalnu ploču. Röntgenovo otkriće X-zraka potkraj 1895. bilo je poticaj za otkriće radioaktivnosti. Marie i Pierre Curie, zainteresirani Becquerelovim otkrićima, počeli su istraživanja radioaktivnih elemenata koja su rezultirala brojnim otkrićima. Marie Skłodowska Curie, Pierre Curie i Henri Becquerel podijelili su Nobelovu nagradu za fiziku 1903. godine za otkriće radioaktivnosti. Mjerna jedinica za radioaktivnost tad je dobila ime curie (Ci), no danas nosi ime bekerel (Bq). Otkriće radioaktivnosti otvorilo je vrata novim spoznajama o prirodi tvari, a nezaobilazno je i temelj za istraživanja vezana uz strukturu atoma, otkriće subatomskih čestica i nuklearne energije.

U radu će se prikazati prvi odjeci otkrića radioaktivnosti koji se mogu pratiti u hrvatskoj znanstvenoj zajednici, s posebnim naglaskom na situaciju u kemiji i medicini. Prve odjeka otkrića radioaktivnosti nalazimo u djelu *Valovi i zrake* Otona Kučere iz 1903. godine. Kemičar dr. Srećko Bošnjaković napravio je i prvu javnu demonstraciju radioaktivnosti u Zagrebu (1904.). Profesor kemije na Medicinskom fakultetu Fran Bubanović objavljuje rezultate istraživanja o radioaktivnosti u mineralnim vodama u *Liječničkom*

[1]Rad je izrađen u okviru projekta Hrvatska filozofija i znanost u europskom kontekstu od 12. do 20. stoljeća, koji podupire Hrvatska zaklada za znanost.

vjesniku (1924.). U svoj udžbenik *Kemija* (1930.), prvi sveučilišni udžbenik iz kemije na hrvatskom jeziku, profesor Fran Bubanović također uvodi poglavlja o radioaktivnosti.

Hrvatska je medicinska zajednica odmah popratila otkriće rendgenskih zraka i ubrzo implementirala njihove dijagnostičke mogućnosti. S druge strane, s malo većim zakašnjenjem govorilo se i o otkriću radija, a prva institucija isključivo posvećena terapiji radijem bio je Zavod za liječenje radijem osnovan 1931. godine. Najzaslužniji za njegovo otvaranje bio je hrvatski liječnik Juraj Körbler. Otkriće radioaktivnosti, pokazat ćemo, promijenilo je vizualizaciju ljudskog tijela i odnos liječnika i pacijenta.

Ključne riječi: Fran Bubanović, Hrvatska, Juraj Körbler, kemija, medicina, Oton Kučera, radioaktivnost, Srećko Bošnjaković

Uvod

U XIX. su stoljeću u Hrvatskoj položeni trajni temelji za daljnji razvitak prirodnih znanosti unatoč činjenici da je država bila politički razjedinjena i odvojen život njezinih dijelova očitovao se i na području školstva. Usprkos tomu, prosvjetna politika državnog središta bila je odlučna u izgradnji školstva koje će imati zajedničko obilježje. Hrvatski preporodni pokret, ilirski pokret, postiže jedan od svojih vrhunaca 23. listopada 1847. godine, kad se hrvatski uvodi kao službeni jezik banske Hrvatske. Poslije hrvatskog narodnog preporoda, u Hrvatskoj dolazi do osnivanja Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti (1866.) i obnavljanja Sveučilišta u Zagrebu (1874.). Samo Sveučilište u Zagrebu utemeljeno je u drugoj polovini XVII. stoljeća. Poveljom kralja Leopolda I. iz 1669. godine, Isusovačkoj školi u Zagrebu priznati su status i dodijeljene povlastice sveučilišne ustanove te je odobren trogodišnji visokoškolski studij iz kojeg su se s vremenom razvili studij filozofije, prava i teologije. No, te povlastice nisu bile korištene do obnove Sveučilišta 1874. godine. Nepune dvije godine nakon obnove Sveučilišta počinju predavanja iz prirodoslovnih predmeta na Prirodoslovno-matematičkom odjelu Mudroslovnog fakulteta. U svibnju 1862. ban Jelačić izdao je bansku naredbu koja se bavi pitanjem prevođenja i pisanja udžbenika na hrvatskom jeziku. Profesorima je ponuđena i velika novčana nagrada za pisanje udžbenika na hrvatskom jeziku. Tako s 1865. godinom počinje izdavanje kemijskih udžbenika te stručnih i znanstvenih članaka na hrvatskom jeziku. Do kraja stoljeća tiskano je oko 60 udžbenika iz svih grana kemije.

Nastava kemije u Hrvatskoj uvedena je prvo u kurikul realnih gimnazija. Josip Torbar (1824. – 1900.) bio je prvi nastavnik kemije na zagrebačkoj realci od 1856. godine. U toj školi od 1859. godine kemiju predaje Pavao Žulić (1831. – 1922.), autor prvog udžbenika iz tog predmeta na hrvatskom jeziku (*Obća kemija za male realke*, 1866.). Međutim, tek obnovom Sveučilišta u Zagrebu (1874.) te utemeljenjem prirodoslovnih zavoda (1876.) počinje vrlo važno i intenzivno razdoblje na uspostavljanju, promicanju i razvoju znanstvene kemije u Hrvatskoj. Za potrebe provođenja sveučilišne nastave u Hrvatskoj nije postajao adekvatan nastavni kadar. Stoga su kandidati za izvođenje nastave birani iz drugih srednjoeuropskih sveučilišnih središta te su dolaskom u Zagreb prenosili suvremene znanstvene spoznaje na Sveučilište. Time su stvoreni uvjeti za početak visokoškolske nastave i znanstveni rad u Hrvatskoj na području kemije krajem XIX. stoljeća.[2]

Hrvatska je medicina kraja XIX. i početka XX. stoljeća ponajprije obilježena lošim javnozdravstvenim pokazateljima, malim brojem liječnika i njihovim lošim geografskim rasporedom. Polovina liječnika radila je u urbanim sredinama, dok su mnogi ruralni dijelovi zemlje bili bez stalnog medicinskog kadra. Također, Medicinski fakultet u Zagrebu osnovan je tek 1917. godine, a prije toga hrvatski su se liječnici, obično samo oni iz imućnijih obitelji, obrazovali u Beču, Pragu, Berlinu, Grazu, Padovi i Budimpešti. Ipak, ti problemi nisu značajno utjecali na brzu i snažnu recepciju i primjenu radioaktivnosti u Hrvatskoj iz dvaju osnovnih razloga. Prvo, premda malen, broj liječnika u urbanim sredinama koje su razvijale kliničku medicinu i gdje su radili liječnici obrazovani na najboljim europskim sveučilištima bio je dovoljan da prihvati i primijeni najnovija medicinska otkrića. Zagreb je tako na prijelazu stoljeća imao dvije bolnice (Bolnica milosrdne braće i Bolnica sestara milosrdnica), a široka bolnička mreža postojala je i u ostatku Hrvatske. Drugo, određeni su se institucionalni pomaci u hrvatskoj medicini ipak dogodili u drugoj polovini XIX. stoljeća. Tako je 1874. godine, osim osnutka Sveučilišta, počeo i rad Zbora liječnika Hrvatske te je donesen i prvi hrvatski zdravstveni zakon. Zbor je tri godine poslije pokrenuo i svoje službeno glasilo *Liječnički vjesnik*, jedan od najdugotrajnijih medicinskih časopisa u Europi koji i danas izlazi. *Liječnički vjesnik* u prvim je desetljećima izlaženja služio prije svega kao medij razmjene kliničkih iskustava liječnika i edukacije o novim tehnologijama i terapijskim mogućnostima.

U vrijeme otkrića radioaktivnosti i istraživanja supružnika Curie na tom području, znanstvena sredina iz prirodoslovlja u Hrvatskoj je formirana i

[2]Snježana Paušek-Baždar i Nenad Trinajstić, *Hrvatska kemija u 20. stoljeću − Ljudi i događaji* (Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti i Školska knjiga, 2014.), str. 11−47.

razvija se te tako u djelima i aktivnostima različitih autora možemo pratiti odraz otkrića i utjecaj daljnjeg razvoja znanosti vezano uz to područje.[3]

Otkriće rendgenskih zraka

Važan doprinos otkriću radioaktivnosti dao je njemački fizičar Wilhelm Conrad Röntgen (1845. – 1923.), koji je 1895. objavio da je u modificiranoj Crookesovoj cijevi otkrio nevidljive zrake koje izazivaju fluorescenciju, prolaze kroz tvar te se ne otklanjaju u magnetskom polju. Nazvao ih je X-zrakama zbog njihove nepoznate prirode. Iako se poslije pokazalo da su takve zrake već bile uočene u nekim pokusima, npr. Nikola Tesla proizveo ih je djelovanjem električnog polja visoke frekvencije, Röntgen ih je prvi istražio, primijenio i shvatio njihovu prirodu. Za svoja je otkrića 1901. dobio prvu Nobelovu nagradu za fiziku.

Röntgen je odmah uočio mnoge sličnosti s vidljivom svjetlošću. Rendgenske zrake šire se u pravcima, bacaju oštre sjene, djeluju na fotografsku ploču i u nekim tvarima izazivaju fluorescenciju. Ali, po nekim svojstvima činilo se da se razlikuju od vidljive svjetlosti. Zapazio je njihovu izvanrednu prodornost i nije ih mogao sabiti lećom u žarište, a pokusi s lomom svjetlosti (refleksija) i refrakcijom novih zraka nisu mu uspjeli. Tek kad je Max von Laue dokazao 1912. da se rendgenske zrake mogu ogibati (difrakcija), postalo je jasno da su one transverzalni elektromagnetski valovi, kao i vidljiva svjetlost, od koje se razlikuju po mnogo kraćim valnim duljinama.

Otkriće radioaktivnosti

Godinu nakon Röntgenova otkrića, prirodnu je radioaktivnost 1896. otkrio francuski fizičar Henri Becquerel. Uočio je da uranijeve soli emitiraju nevidljivo zračenje koje djeluje na fotografsku ploču kroz zaštitni papir slično rendgenskim zrakama te da pod utjecajem tog zračenja elektroskop gubi naboj.

[3]Dušan Ražem, Odjeci otkrića radioaktivnosti u Hrvatskoj, *Zbornik radova Trećeg simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja, Proceedings of the Symposium of the 3th Croatian Radiation Protection Association*, Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, Zagreb, 1996., str. 27−32; Zlatko Horvat, *Nastava i nauka kemije kod nas u 19. stoljeću* (Samobor: A. G. Matoš, 1963.); Snježana Paušek-Baždar i Nenad Trinajstić, Hrvatska kemija u 19. stoljeću, *Kemija u industriji*, 55, 2006., str. 333−339.; Ilinka Senčar-Čupović, Sto godina sveučilišne kemijske nastave u Hrvatskoj, *Croatica Chemica Acta*, 50, 1977., str. 59−76; Ilinka Senčar-Čupović, Razvoj kemije na realnim školama u Hrvatskoj u 19. stoljeću, *Drugi simpozij iz povijesti znanosti prirodne znanosti u 19. stoječu,* Zagreb*,* 1980., str. 167−182.

Primijetio je da uranijeve soli u mraku stalno fluoresciraju. Tako, na primjer, čisti kalijev uranil sulfat u mraku stalno svijetli slabom zelenkastom luminiscentnom svjetlošću. Daljnjim ispitivanjem Becquerel je pronašao da zračenje koje izazivaju uranijevi spojevi ionizira zrak (ionizirajuće zračenje), izaziva fluorescenciju i prolazi kroz papir, pločice aluminija i bakra. Kroz zatvoreni spremnik ono djeluje na fotografsku ploču, ali i na našu kožu i klice raznih biljaka. Utvrdio je da te zrake imaju slična svojstva kao rendgenske zrake (X-zrake), pa su se u početku nazivale i Becquerelove zrake. Becquerel je 1899. otkrio da te zrake skreću u magnetskom polju pa se razlikuju od rendgenskih, koje ne skreću. Nakon Becquerelovih otkrića daljnje eksperimente u tom području provodili su supružnici Curie. Oni su se u istraživanjima vratili ne samo na uranij, nego na uranijevu rudu te došli do spoznaje de se u rudi nalaze i drugi elementi koji su radioaktivni. Prvi element koji je poljska kemičarka i fizičarka koja je djelovala u Francuskoj Marie Curie (1867. – 1934.) izdvojila nazvala je polonij, dok je daljnjim eksperimentiranjem i razdvajanjem pronašla i radij (1910.). Predložila je da se kemijski elementi koji izazivaju Becquerelove zrake nazovu radioaktivni elementi.

Slika 1.: Dobitnici Nobelove nagrade za kemiju 1903. godine: Henry Becquerel, Pierre i Marie Currie

Marie i Pierre Currie (1859. – 1906.) te Henri Becquerel podijelili su Nobelovu nagradu za fiziku 1903. godine. Obrazloženje Švedske akademije znanosti bilo je: "(...) kao priznanje za izuzetne zasluge koje su iskazali zajedničkim istraživanjem fenomena radioaktivnog zračenja, kojeg je otkrio profesor Henri Becquerel."[4] Marie Curie bila je prva žena koja je osvojila Nobelovu

[4]https://hr.wikipedia.org/wiki/Maria_Sk%C5%82odowska-Curie

nagradu. Osam godina poslije, 1911., dobila je i Nobelovu nagradu za kemiju: "kao priznanje za njene zasluge za unaprjeđenje kemije otkrivanjem elemenata radija i polonija, izolacijom radija i proučavanjem osobina i spojeva tog osobitog elementa."[5]

Marie Curie napravila je neobičan potez. Nije patentirala proces izolacije radija i tako su ga znanstvena društva mogla neometano istraživati. Bila je prva osoba koja je osvojila ili podijelila dvije Nobelove nagrade. Jedna je od dvije osobe koja je dobila Nobelovu nagradu u dvama različitim područjima (drugi je Linus Pauling (1901. − 1994.)), i jedina žena koja je dobila dvije Nobelove nagrade. Činjenica koju je Marie Curie zabilježila – da radij emitira toplinu − zainteresirala je mnoge znanstvenike. Otkriće radioaktivnosti omogućilo je znanosti uvid u atomsku energiju.[6]

Odjek otkrića radioaktivnosti u hrvatskoj kemiji

Oton Kučera

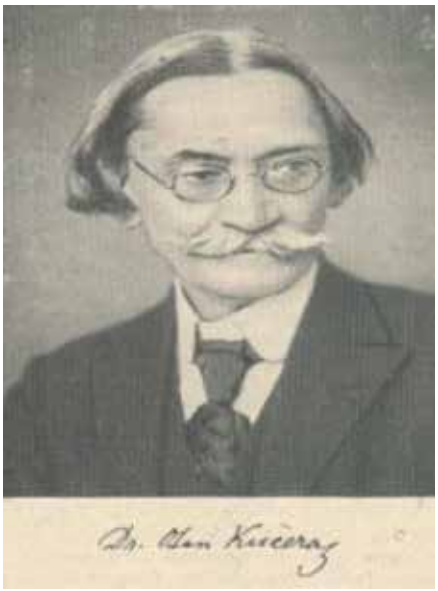
Oton Kučera (1857. – 1931.) bio je profesor fizike, prirodoslovac, astronom, najveći hrvatski popularizator tehnike i prirodoslovlja, književnik, predsjednik Matice hrvatske, autor nekoliko udžbenika iz fizike za srednje škole te niza znanstveno-popularnih djela iz fizike, astronomije i elektrotehnike. Nakon završene gimnazije u Vinkovcima, u Beču studira matematiku, fiziku i astronomiju. Na novoobnovljenom zagrebačkom sveučilištu stječe 1899. prvi doktorat iz povijesti matematike s temom *O Marinu Getaldiću, patriciju dubrovačkom, znamenitom matematiku i fiziku na početku XVII. vijeka*. Djelovao je kao profesor u gimnazijama u Vinkovcima, Požegi i Zagrebu te bio nastavnik matematike na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Potaknuo je osnivanje Zvjezdarnice Hrvatskog prirodoslovnog društva na Popovu tornju u Zagrebu i bio njezin ravnatelj od 1903. do 1913. i od 1920. do 1925. Bio je djelatan u društvenom životu kao član i predsjednik Matice hrvatske, Hrvatskog prirodoslovnog društva, predsjednik prvog radiokluba u Zagrebu, predsjednik Društva srednjoškolskih profesora te urednik Almanaha *Bošković*.[7]

---

[5]Ibid.

[6]James Riddick Partington, *A History of Chemistry*, vol. IV (London: MacMillan and Co., 1964.); Aaron John Ihde, *The Development of Modern Chemistry* (New York: Harper and Row, 1964.); Drago Grdenić, *Povijest kemije* (Zagreb: Novi Liber, 2001.).

[7]Robert Krog, Kučera, Oton, u: *Hrvatski biografski leksikon*, sv. 8, ur. Trpimir Macan, (Zagreb: Leksikografski zavod *Miroslav Krleža*, 2013.), str. 291−293; Stipe Kutleša, Oton Kučera, u: *Spomenica Hrvatskog prirodoslovnog društva 1885-1985*, ur: Žarko Dadić, (Zagreb: Hrvatsko prirodoslovno društvo, 1985.), str. 61−63.



Slika 2.: Oton Kučera (1857. – 1931.)

Oton Kučera u knjizi *Valovi i zrake*, popularnom djelu koje je 1903. izdala Matica hrvatska, u poglavlju *Hladna svjetlost i nove zrake* (11. poglavlje, 22 str.) vrlo detaljno govori o otkriću i primjenama radioaktivnosti. Uz tu, Matica hrvatska izdala je još tri Kučerine popularne knjige: *Crtice o magnetizmu i elektricitetu* (1891.), *Naše nebo, crtice iz astronomije* (1895.) te *Vrime, crtice iz meteorologije* (1897.). Unutar navedenog poglavlja Kučera uvodi samostalna potpoglavlja posvećena rendgenskim zrakama, Becquerelovim zrakama, radioaktivnim tvarima te pretvorbi radija u helij. Kad govori o otkriću radioaktivnosti, Kučera navodi kako je Henry Becquerel 1897. godine učenu svijetu priopćio rezultate svojih pokusa u kojima je našao druge izvore koji prema njegovim navodima daju nevidljive zrake koje imaju čudnovata svojstva da prolaze i kroz kovine. Navodi kako je sam Becquerel radio te pokuse godinu dana prije objave svojih rezultata i saznanja te da su mu se njegova otkrića činila protivnim zakonu očuvanja energije. Također navodi kako "(...) čitava vojska stručnjaka na prosvjetljenom zapadu i istoku", radi na tome da objasni tu pojavu, dok je nama preostalo da "(...) gledamo s prikrajka rad većih i prosvjetljenijih naroda."[8] Kučera u svojem djelu uspoređuje narav rendgenskih i Becquerelovih zraka te dodaje kako su nekoliko godina nakon Becquerelova otkrića supružnici Curie nastavili pokuse i iz ruda izlučili dvije nove tvari koje su imale svojstvo izbijanja takvih zraka. Prvo Kučera navodi radij, a zatim opisuje kako je

[8]Ibid., str. 353

Slika 3: Naslovna stranica knjige Otona Kučere *Valovi i zrake*, izdane u Zagrebu 1903. godine u nakladi Matice hrvatske

gospođa Curie, rođena Poljakinja, izolirala kemijski element polonij iz kojeg izbijaju te zrake. Usto, detaljno opisuje svojstva te sličnosti i razlike rendgenskih i Becquerelovih zraka. Nadalje, opisuje i pokuse koje su radili Becquerel i supružnici Curie kako bi ispitali novootkrivena svojstva, odnosno kako su Rutherford i Soddy prvi izrekli misao kako bi radij u svojoj pretvorbi mogao kao konačni produkt dati helij. Kučera ocjenjuje kako bi ta slutnja mogla imati velik potencijal, jer kako se čini prema zadnjim pokusima koje su 1903. godine izveli Ramsay i Soddy, jedan se kemijski element pretvorio u drugi, tj. od radija su dobili helij.[9]

[9]Ibid., str. 356.

VALOVI I ZRAKE.

NAPISAO

DR. OTON KUČERA.

SA 230 SLIKA I 2 TABLE.

U ZAGREBU.
IZDALA „MATICA HRVATSKA".
1903.

Slika 4.: Unutarnja naslovnica knjige Otona Kučere *Valovi i zrake*, izdane u Zagrebu 1903. godine u nakladi Matice hrvatske

Poglavlje o radioaktivnosti zaključuje Kučera sljedećim citatom: "Obret radioaktivnih tvari svakako je prvi korak u područje fizike i kemije, koje je do sada bilo sasvim nepoznato. Nitko danas ne može reći, kakvih će nam novih vidika otvoriti u razokrivanju prirodnih tajni, ali to stoji, da se danas na taj obret vežu velike nade i da se danas radioaktivne tvari na čitavom svijetu ispituju gotovo nervoznim nemirom."[10]

Srećko Bošnjaković

Srećko Bošnjaković (1865. – 1907.) bio je u zadnjoj četvrtini XIX. stoljeća prvi hrvatski kemičar koji se istaknuo kao znanstvenik i poduzetnik.

[10]Oton Kučera, *Valovi i zrake*, Zagreb: Matica Hrvatska, 1903.

Slika 5.: Srećko Bošnjaković

Nakon završene Gornjogradske gimnazije 1886. godine, upisao je studij na Sveučilištu Franje Josipa u Zagrebu. Doktorirao je 1893., i to kao treći doktorand kemije na novoutemeljenom Sveučilištu. Tema rada bila je *Gerhardtov helenin*, a preporučio ju je njegov profesor, utemeljitelj moderne kemije u Hrvatskoj Gustav Janeček (1848. – 1929.). Vjerojatno se tek nakon obrane doktorata odlučio za otvaranje prvog i jedinog privatnog Javnog kemičko-analitičkog zavoda. Taj je Zavod bio u njegovu vlasništvu do 1897., kad je Zakonom o promicanju gospodarstva u Hrvatskoj i Slavoniji otkupljen, postao je državno vlasništvo i preimenovan je u Kraljevski zemaljsko-analitički zavod. Bošnjaković je ostao njegov predstojnik. Utemeljenjem Šumarske akademije pri Mudroslovnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, od akad. god. 1897./1898., Bošnjaković preuzima katedru kemije.[11]

Upravo je Srećko Bošnjaković održao prvu demonstraciju radioaktivnosti pred Zborom liječnika kraljevina Hrvatske i Slavonije na mjesečnoj skupštini 29. ožujka 1904. Priopćenje o tome nalazimo u časopisu *Liečnički viestnik*.[12] Tako izvješće donosi kako je prof. Bošnjaković kratko rastumačio najvažnija svojstva radija, čije se otkriće pripisuje supruzima Curie te je posebno istaknuo važnost tih otkrića vezano uz spoznaje o strukturi tvari. Uslijedila je demonstracija za koju je prof. Bošnjaković određenu količinu radija stavio u Crookseov spintariskop.[13] Pokazao je kako radij emitira tri različite vrste zračenja i znatnu količinu topline. Jedne od tih zraka posve su analogne X-zrakama, druge Crookseovim katodnim zrakama, dok su treća vrsta zraka elektropozitivno nabijene materijalne čestice. Referirao se i na otkrića drugih znanstvenika, poput

[11] Branko Bošnjaković, Životni put i prerana smrt Srećka Bošnjakovića, u: *Srećko Bošnjaković (1865.-1907.) znanstvenik i poduzetnik*, ur. Snježana Paušek-Baždar, Ksenofont Ilakovac i Željko Kućan (Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 2016.), str. 13–28; Snježana Paušek-Baždar i Vanja Flegar, Srećko Bošnjaković, utemeljitelj prvog privatnog Javnog kemijsko-analitičkog zavoda u Zagrebu, u: *Srećko Bošnjaković (1865.-1907.) znanstvenik i poduzetnik*, ur. Snježana Paušek-Baždar, Ksenofont Ilakovac i Željko Kućan (Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 2016.), str. 45–64; Snježana Paušek-Baždar, Bošnjaković, Srećko, u: *Hrvatski biografski leksikon*, sv. 2, Aleksandar Stipčević (Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod *Miroslav Krleža*, 1989.), str. 210.

[12] Mjesečna skupština zbora liečnika kraljevina Hrvatske i Slavonije dne 29. ožujka 1904, *Liečnički viestnik*, 26, 1904., str. 129.

[13] 'Spintariskop' je prvi mjerni instrument za promatranje radioaktivnih zraka. Konstruirao ga je William Crookes 1903. godine.

God. XXVI. U Zagrebu 15. travnja 1904. Br. 4.

LIEČNIČKI VIESTNIK.

Dr. S. Bošnjaković: Raztumačivši u kratko najglavnija svojstva po supruzima Curie odkritog *radija* i iztaknuvši zamašaj tih svojstava naročito u spoznaji o konstituciji materije, demonstrira nešto radija u Crookesovu spinthariskopu. Radium sipa 3 osobite vrsti zraka (uz to i znatnu količinu topline) u okolinu. Jedne od tih zraka posve su analogne Röntgenovim X zrakama; one prolaze kroz mnoge za svjetlo nepropustne stiene. Druge su posve analogne katodnim zrakama Crookesove cievi; one prolaze mnogo teže kroz tjelesa, a Thompson ih smatra „tjelešcima manjim od atoma", koja su elektronegativno nabita. Zovu ih elektroni. Treća vrst zraka jesu elektropozitivno nabite materijalne čestice, koje ne prodiru ni kroz najtanje listiće kovine ili papira. Iz vrlo razpadljivih atoma radijevih lete one neizmjernom brzinom u okolinu. Ta se emanacija vidi u spinthariskopu u podobi sjajnih kriesnica, što bombardiraju na zaslon, obučen cinkovim sulfidom i stavljen iza radija. Zaslon scintilira krasno i to sveudilj dan i noć. Atomi radija neprestano razpadaju, a od razpalih i izletjelih čestica tih atoma radijevih kano da se grade atomi drugog posve drugačijeg (plinovitog) elementa, helija; bar na to upućuje osbiljni Sir William Ramsay svojim eksperimentima.

Slika 6.: Obavijest o prvoj javnoj demonstraciji radioaktivnosti u Hrvatskoj pred Zborom liječnika kraljevine Hrvatske i Slavonije koju je napravio profesor Srećko Bošnjaković

Thompsona, Ramseyja i Becquerela. Izvješće je zaključeno naglašavanjem važnosti tih otkrića: "Doista, kano da nas radium budi iz krasnog sna o bitnosti materije, pak da nam svjetli u onu tamu, u kojoj borave naše teorije!"[14]

Fran Bubanović

Fran Bubanović (1883. – 1956.) osnovnu je školu završio u rodnom Sisku, dok je u Zagrebu pohađao Klasičnu gimnaziju i Sjemenište Zagrebačko. Kemiju i prirodopis studirao je u Zagrebu kod profesora Gustava Janečeka. Od 1909. usavršavao se u Austriji (Beč) i Nizozemskoj (Gröningen) te kod nobelovca Svantea Arrheniusa u Stockholmu u Švedskoj, s kojim je njegovao doživotno prijateljstvo. Godine 1918. izabran je za profesora kemije na novoosnovanom Medicinskom fakultetu u Zagrebu, gdje je razvio opsežnu znanstvenu i

[14]Mjesečna skupština, str. 129.

pedagošku djelatnost. Osnovao je Zavod za medicinsku kemiju. Istaknuo se kao pisac modernih sveučilišnih udžbenika u kojima je, prvi u Hrvatskoj, obuhvatio cjelokupnu anorgansku i organsku kemiju te biokemiju. Njegov znanstveni rad obuhvaća uglavnom područje fizikalne kemije (tekuće stanje, živa stanica, membrane), analitičke kemije i biokemije. Bavio se i popularizacijom kemije te esejistikom, pišući o problemima nastave, znanstvene politike i filozofije znanosti.[15]

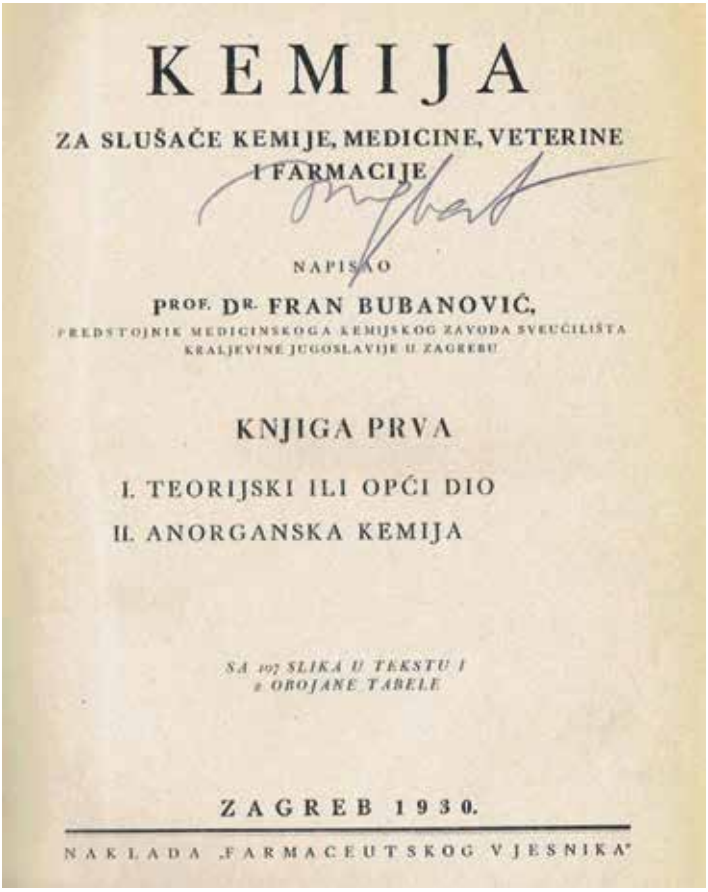
Slika 7.: Fran Bubanović

U Hrvatskoj su eksperimentalna istraživanja vezana uz radioaktivnost bila skromna zbog nedostatka radioaktivnih uzoraka i opreme, sve do osnivanja Instituta *Ruđer Bošković* 1951. godine. Ipak, istraživanja koja su se provodila i koja su bila moguća svodila su se na određivanje radioaktivnog sadržaja prirodnih mineralnih vrela i stijenja. Takva istraživanja provodio je upravo profesor Fran Bubanović. U *Liječničkom vjesniku* iz 1924. godine tako nalazimo njegov članak Radioaktivnost termalne vode kupališta Laško.[16] Istraživanje radioaktivnosti vode obavljeno je u medicinsko-kemijskom zavodu Kraljevskog sveučilišta u Zagrebu. Sam eksperiment ponavljan je više puta. U članku je detaljno opisano na koji se način pokus radio te su prikazani dobiveni rezultati. Bubanović je na temelju istraživanja zaključio kako je termalna voda kupališta Laško radioaktivna da radioaktivnost potječe od radija koji se nalazi u plinovitom stanju u vodi. Uzevši u obzir radioaktivnost same vode, ali i plina koji se iz vode diže, možemo zaključiti kako radioaktivnost cijelog medija u kojem se čovjek kreće za vrijeme kupanja dosiže upravo onu povoljnu granicu radioaktivnosti za koju je radioterapija konstatirala da dovodi do uspješnih poboljšanja kod niza bolesti.

Bubanović i u ostalim svojim publikacijama govori o radioaktivnosti. Tako u knjizi *Iz moderne kemije* (1929.), koju je kao i Kučerinu izdala Matica hrvatska, nalazimo cijela poglavlja o radioaktivnosti, njezinu otkriću, radu

[15]J. Mikšić, Povodom pedesetogodišnjice Prof. Dr. Frana Bubanovića, *Farmaceutski vjesnik*, 22, 1933., str. 1–8; D. Grdenić, Fran Bubanović: Povodom sedamdesetgodišnjice života, *Priroda*, 40, 1953., str. 369–374; Ilinka Senčar-Čupović, Bubanović, Fran, u: *Hrvatski biografski leksikon*, sv. 2, ur. Aleksandar Stipčević (Zagreb: Jugoslavenski leksikografski zavod *Miroslav Krleža*, 1989.), str. 394–395.

[16]Fran Bubanović, Radioaktivna vrela, *Liječnički vjesnik*, 1924., str. 46.


KEMIJA

ZA SLUŠAČE KEMIJE, MEDICINE, VETERINE I FARMACIJE

NAPISAO

PROF. DR. FRAN BUBANOVIĆ,

PREDSTOJNIK MEDICINSKOGA KEMIJSKOG ZAVODA SVEUČILIŠTA KRALJEVINE JUGOSLAVIJE U ZAGREBU

KNJIGA PRVA

I. TEORIJSKI ILI OPĆI DIO

II. ANORGANSKA KEMIJA

SA 107 SLIKA U TEKSTU I 2 OBOJANE TABELE

ZAGREB 1930.

NAKLADA „FARMACEUTSKOG VJESNIKA"

Slika 8.: Naslovnica udžbenika *Kemija* profesora Frana Bubanovića, izdanog 1930. godine u Zagrebu

supružnika Curie i daljnjem razvoju tog područja.[17] Godine 1921. izdaje svoj prvi udžbenik *Kemija za medicinare*, a 1930. prvi cjelokupni sveučilišni udžbenik kemije *Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije* u nakladi *Farmaceutskog vjesnika*. Taj je udžbenik doživio još dva izdanja (1946. – 1948., 1948. – 1950.). Čine ga dvije knjige, a svaka od njih je sastavljena još od dva dijela. Prva knjiga sadrži opću i anorgansku kemiju, a druga organsku i biokemiju.[18]

Udžbenik sadrži i poglavlja o radioaktivnosti. Bubanović studente poučava povijesnim otkrićima vezanim uz radioaktivnost, kao i razvoju tog dijela

[17]Fran Bubanović, *Kemija za slušače kemije, medicine, veterine i farmacije* (Zagreb: Naklada *Farmaceutskog vjesnika*, 1930.).

[18]Ibid.

POJAVE RADIOAKTIVNOSTI I NJIHOVO ZNAČENJE ZA KEMIJU.

1. ELEMENAT RADIJ VRELO JE VANREDNO VELIKIH KOLIČINA ENERGIJE. Radioaktivnost elementa radija i njegovih spojeva sastoji se u rasprostiranju posebnih zraka. Potanje proučavanje tih zraka pokazalo je, da se one dadu razvrstati u tri grupe. Naša nam slika pokazuje te tri vrste radijevih zraka, kako one nastaju, kad prolaze kroz elektromagnetsko polje. Mi razbiramo, da je jedna vrsta zraka prošla kroz to polje neotklonjena, dok su se dvije druge vrste, jedna većma, a druga manje, priklonile svaka drugomu polu.

Slika 65. Radijeve zrake u elektromagnetskom polju.

Ona vrsta zraka, štono su se nešto malo priklonile k negativnom polu, nose sa sobom pozitivnu elektricitetu i nazivaju se α-zrake. Kod bližega proučavanja tih zraka nađeno je, da se one sastoje iz materijalnih čestica i to iz helijevih atoma, od kojih je svaki nabijen s dvije jedinice pozitivne elektricitete. Brzina širenja tih zraka iznosi okruglo 15.000 km u jednoj se-

304

Slika 9.: Poglavlje o radioaktivnosti u udžbeniku *Kemija* profesora Frana Bubanovića, izdanog 1930. godine u Zagrebu

kemije i fizike. No, prije samog poglavlja o radioaktivnosti u poglavlju *Kovinski elementi druge skupine* u dijelu o svojstvima alkalijskih zemalja govori Bubanović o otkriću radija te ističe kako je 1896. godine Francuz Becquerel otkrio kako uranijevi spojevi i rude "(...) puštaju iz sebe posebne, do tada nepoznate zrake."[19] Bubanović navodi kako su se istraživala svojstva tih zraka. Nakon toga

[19]Ibid., str. 300.

navodi kako su 1898. supružnici Curie uspjeli izolirati element nalik na barij, kojem su dali ime radij (Ra). Također navodi kako radijevi spojevi privlače posebnu pažnju fizike i kemije jer pokazuju posebnu pojavu koja se naziva radioaktivnost. U tom poglavlju navodi kako je Marie Curie sa svojim suradnicima, nakon suprugove smrti, 1910. godine otkrila način dobivanja radija elektrolizom vodene otopine radijeva klorida. Usto, Bubanović u udžbeniku iznosi i podatke o proizvodnji radija u svijetu.

Iduće poglavlje nosi naslov *Pojave radioaktivnosti i njihovo značenje za kemiju*.[20] U njemu Bubanović govori o trima vrstama radioaktivnih zraka te o njihovim svojstvima i učincima. Ističe kako je bit radioaktivnosti u transmutaciji elemenata (pretvaranju jednog elementa u drugi). U poglavlju govori i o načinu na koji radioaktivne elemente smjestiti u periodni sustav elemenata, kao i o pojavi izotopije. Samo poglavlje zaključuje raspravama o dokazima postojanja čestica tvari (molekule, atomi, ioni i elektroni) i raspravom o građi atoma i njegovoj unutarnjoj strukturi.

Medicina i fizika

Veze između fizike i medicine nalaze se već u zapisima starih civilizacija. Primjerice, u staroegipatskom papirusu Edwina Smitha, koji je nastao između 3000. i 2500. prije Krista, spominje se tretman apscesa dojke kauterizacijom.[21] U antičkoj je Grčkoj Hipokrat (oko 460. − 377. prije Krista) opisao prvu metodu za mjerenje tjelesne temperature, dok je aleksandrijski liječnik Herofil (335. – oko 280. prije Krista), koristio vodeni sat kako bi mjerio puls.[22] Ipak, najčešće se počeci novije medicinske fizike vežu uz vrijeme talijanske renesanse i XVII. stoljeće, kad je znanstvena revolucija donijela promjene u filozofiji i praksi znanosti. Znanost i razum zamijenili su religiju kao glavni izvor znanja o prirodi, a nastale su i glavne znanstvene discipline. U tom je kontekstu moguće promatrati i rad liječnika Santorija Santorija (1561. – 1636.) koji je prvi primijenio metodu vaganja iz fizike na medicinu i fiziologiju. Projektirao je vagu za cijelo tijelo, kojom je tijekom godina redovito mjerio sebe i sve što je pojeo, popio i izlučio. Iz tih je mjerenja razvio teoriju nevidljivog isparavanja kako bi mogao objasniti razliku između unesenog i izlučenog materijala, a njegov je

[20]Ibid., str. 304–330.

[21]Stephen F. Keevil, Physics and medicine: a historical perspective, *Lancet*, 379, 2011, str. 1517–1524; M. P. Osborne, S. A. Hundahl i J. A. Urban, Radical Surgery: Rationale, Indications, and Techniques, u: *Breast Cancer*, ur. B. Hoogstraten, I. Burn i H. J. G. Bloom (Berlin and Heidelberg: Springer, 1989.), str. 133.

[22]Heinrich von Staden, *Herophilus: The Art of Medicine in Early Alexandria* (Cambridge: Cambridge University Press, 1989.), str. 283.

pogled na ljudsko tijelo kao stroj postao široko korištena metafora u idućim desetljećima. Santorio je jedan od osnivača ijatrofizike, discipline koja je nastojala objasniti sve tjelesne funkcije u čistim mehanicističkim terminima i ta se dogma osobito zrcali u otkriću uloge srca kao pumpe Andreasa Vesaliusa (1514. – 1564.) i cirkulacije Williama Harveyja (1578. – 1657.).[23] Krajem XIX. stoljeća fizika sve snažnije sudjeluje u dijagnostičkom i terapijskom prodiranju u ljudsko tijelo: od Helmholtzova oftalmoskopa[24] 1851. godine, preko ezofagoskopa[25] i prve gastroskopije 1868. godine, koju je poduzeo asistent Adolfa Kussmaula koji je nagovorio profesionalnog gutača mačeva da proguta cijev, te konačno do rektoskopa[26] 1895. godine, koji je kreirao američki kirurg Howard Kelly.

U takvom se kontekstu dogodio i prodor nevidljivih zraka u tijelo, opet pod utjecajem otkrića fizičara. Najpoznatije su bile X-zrake, koje je otkrio u studenom 1895. godine Wilhelm Conrad Röntgen, profesor fizike u Würzburgu. U jednom od pokusa Röntgen je rukom držao olovo između cijevi i ekrana pa se na ekranu vidjela sjena olova, ali i kostiju njegove ruke. Svjestan da katodne cijevi zatamnjuju fotografske ploče, zamolio je suprugu da jednu takvu drži u ruci dok on pušta zrake na nju; njezina se ruka jasno vidjela, odnosno kosti i prstenje bili su jasno vidljivi u silueti okolnih struktura.

Dijagnostičke mogućnosti rendgenskih zraka vrlo brzo su se počele koristiti. Već 7. siječnja 1896. napravljena je rendgenska snimka u kliničke svrhe, a te se godine prvi put koristila i na bojištu.[27] Premda su se rendgenske snimke isprva koristile samo za pregled kostiju, ubrzo su se na njima prikazivale i druge strukture poput žučnih kamenaca, a koristile su se i u dijagnostici prijeloma i lociranju stranih tijela. Rane snimke srca i pluća bile su nezadovoljavajuće jer je ekspozicija bila preduga, a kontrasti slabi. Ipak, tijekom Prvog svjetskog rata rendgenski aparati bili su u širokoj upotrebi u bolnicama, kao i u vozilima hitne pomoći na ratištu.[28]

Javnost je novim zrakama i njihovim implikacijama za svakodnevicu bila podjednako zadivljena i uplašena: kako bi profitirala na strahu od voajerstva, jedna je tvrtka reklamirala gaćice otporne na rendgenske zrake. Osim medicinskih, uočene su ubrzo i potencijalne zabavne koristi od rendgena. Fluoroskop

[23]Branko Hanžek, Medicinska fizika: prema spoju živog i neživog, u: *Mjesta dodira: fizika i medicina*, ur. Marko Pećina i Stella Fatović-Ferenčić (Zagreb: HAZU, 2011.), str. 11–18, 13.

[24]Oftalmoskop je medicinski instrument koji služi za pregled očne pozadine.

[25]Ezofagoskop je medicinski instrument koji služi za pregled gornje probavne cijevi.

[26]Rektoskop je medicinski instrument koji služi za pregled završnog dijela debelog crijeva.

[27]Keevil, *Physics and medicine*, 1520.

[28]R. F. Mould, The discovery of radium in 1898 by Maria Sklodowska-Curie (1867–1934) and Pierre Curie (1859–1906) with commentary on their life and times, *The British Journal of Radiology*, 71, 1998., str. 1229–1254, 1244.

Slika 10: Rendgenska snimka ruke Anne Berthe Ludwig, supruge Wilhelma Conrada Röntgena

je, primjerice, korišten u prodavaonicama cipela kako bi se pokazalo da cipele dobro pristaju, dok su ljudi bili zabavljeni gledanjem kostiju svojih stopala.[29]

I prije otkrića radija bilo je poznato da rendgenske zrake imaju epilatorno djelovanje.[30] Godine 1901. u pomno planiranim eksperimentima Henri Becquerel i Pierre Curie odlučili su provjeriti djelovanje radija na kožu. Becquerel je uzeo malu bocu (duljine 10-15 mm i promjera 3 mm) radioaktivnog barijeva klorida, omotao je listom papira i zatvorio u kartonsku kutijicu te je kroz dva dana više puta stavljao u džep jakne uz sveukupno šest sati izloženosti. Nakon deset dana pojavila se crvena točka na mjestu džepa koja je idućih nekoliko dana potamnjela, velika 6 cm × 4 cm. Nakon još desetak dana koža je otpala i nastao je ulkus s iscjetkom. Rana je tretirana idućih mjesec dana zavojem s uljem. Nekroza je otpala i nakon 49 dana rana je ožiljkasto zarasla. Na drugim su džepovima gdje je izloženost bila kraća nastale manje rane, a ondje gdje je radioaktivna tvar bila omotana olovom rana nije nastala. Tako se zaključilo da je intenzitet radijacije i duljina izloženosti ključna u određivanju utjecaja na

[29]http://www.memoriamundi.org/the-curious-history-of-the-rontgen-ray-part-vi-completely-harmless-odorless-safe-and-educational/

[30]Mould, *The discovery of radium*, str. 1241.

kožu. Takva su opažanja prokrčila put prema brahiterapiji – postavljanju radioaktivnih izvora na površinu tijela, u tjelesne šupljine ili intersticijski – kako bi se tretirale različite bolesti kože i tumori.[31]

Porastom proizvodnje radij se počeo pojavljivati ne samo u medicinskim preparatima nego i u najrazličitijim proizvodima široke potrošnje. Prodavane su radijeve kreme, radioaktivne paste za zube, sredstva za čišćenje pokućstva. Posebno su postale popularne radioaktivne toplice i izvori vode. Prve su radioaktivne toplice otvorene 1906. blizu poznatih rudnika kod Jáchymova (njem. Joachimsthal) u ondašnjoj Bohemiji. Mnogi su bolesnici pohrlili onamo kako bi se kupali, inhalirali ili pili radioaktivnu vodu. Takvoj su se vodi pripisivala ljekovita svojstva uz preporuke da je se pije bez ograničenja.[32]

Rendgenske zrake i radijacija općenito pobudili su golem interes među liječnicima. U mnogim se institutima primjenjivao radij, osnivana su stručna društva i časopisi posvećeni radiologiji. U naletu velikog optimizma oko terapijskih mogućnosti radijacije nekritički su se primjenjivale još nedovoljno istražene tehnologije. Vidjeli smo da je i velik dio javnosti bio izložen radijaciji preko fluoroskopa za cipele, a posebno su s današnjeg aspekta nepotrebno radijaciji bile izlagane trudnice čija se trudnoća pratila rendgenskim snimkama. Nažalost, svijest o opasnostima od radijacije probudila se tek potkraj Drugog svjetskog rata, kad su bačene atomske bombe na Hirošimu i Nagasaki i kad je konačno postalo jasno da radijacija nosi potencijalno velike zdravstvene rizike.

Odjek otkrića radioaktivnosti u hrvatskoj medicini

Detaljan historiografski pregled odjeka otkrića radioaktivnosti u hrvatskoj medicini donijela je Stella Fatović-Ferenčić u knjizi posvećenoj životu i djelu Bože Metzgera.[33] Ovdje će se donijeti tek skraćena verzija najvažnijih događaja u recepciji otkrića radijacije u hrvatskoj medicini u prvoj polovini XX. stoljeća. Vijest o Röntgenovu otkriću "čarobnih" zraka prenesena je u službenom glasilu Zbora liječnika *Liečničkom viestniku* već nakon 49 dana, a ubrzo su održana i prva predavanja i demonstracije s rendgenskim zrakama u Rijeci i Zagrebu.[34] Rendgenski su se aparati počeli postavljati u hrvatske bolnice već od

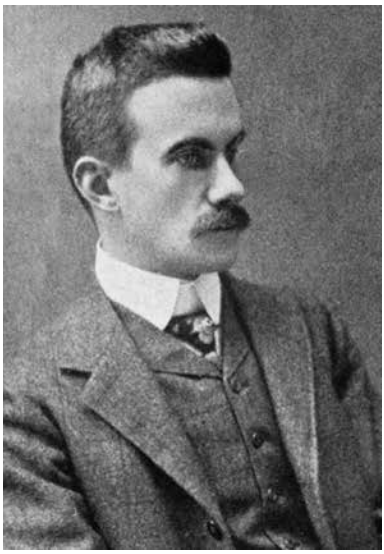
[31] Ibid., str. 1241–1245.

[32] Stella Fatović-Ferenčić, Iz fizike u medicinu: zračenje i njegova primjena u medicini, u: *Mjesta dodira: fizika i medicina*, ur. Marko Pećina i Stella Fatović-Ferenčić (Zagreb: HAZU, 2011.), str. 67–87.

[33] Ibid.

[34] Anonimno, Rontgenovi traci, *Liečnički viestnik*, 18, 1896., str. 41–42.

1899. godine, a 1919. godine u Zakladnoj bolnici u Zagrebu Laza Popović osniva rendgenski laboratorij.[35]



Slika 11.: Miroslav Čačković

Premda se, dakle, o otkriću rendgenskih zraka često pisalo i raspravljalo, pa su tako čak učinjene i rendgenske snimke krapinskog pračovjeka, tek 1913. godine poznati hrvatski kirurg i jedan od utemeljitelja Medicinskog fakulteta u Zagrebu Miroslav Čačković piše prvi rad iz rendgenologije u Hrvatskoj, ekstenzivan članak u kojem se raspravlja o prikazu probavnih organa rendgenskim zrakama, kontrastnim sredstvima i o nalazu stranih tijela u probavnom traktu.[36]

Čačković u članku kontrastira doba anatomije odnosno sudske medicine s dobom rendgenologije. Dok se anatomska sekcija poduzimala na mrtvom tijelu u ležećem položaju na koje djeluju procesi truljenja i atmosferskog tlaka kad se zareže, dotle je rendgenografija omogućavala pogled na ljudski organizam u njegovu živom, nepromijenjenom stanju, na tijelo koje se giba i koje dopušta pogled na funkcionalnost pojedinih anatomskih cjelina. Važnost članka je i u tome da se donosi pregled nekoliko slučajeva iz Hrvatske, i to stranih tijela u crijevu, jednjaku i lijevom glavnom bronhu, lokaliziranih rendgenskim snimkama.

Iduće, 1914. godine, značajan članak piše kirurg Vatroslav Florschütz. Donosi svoja iskustva s rendgenskom dijagnostikom, čiju je vrijednost testirao izvođenjem postoperativnih rendgenskih pretraga.[37] U članku donosi mnoštvo prikaza slučajeva bolesnika s različitim bolestima želuca i crijeva, primjerice karcinomom i ulkusom želuca, ulkusom dvanaesnika, odnosno stenozom pilorusa. Florschütz navodi da je u svojoj dotadašnjoj praksi rendgenski pregledao čak 82 bolesnika. Kod 18 njih operacija je pokazala ispravnost početne dijagnoze, dok se kod ostalih radilo o bolestima kod kojih operacija nije bila potrebna ili koji na nju nisu pristali.

Premda su se tijekom prvih desetljeća XX. stoljeća u inozemnoj literaturi sve češće pojavljivala upozorenja o mogućoj štetnosti ionizirajućeg zračenja,

[35]Stela Fatović-Ferenčić, Iz fizike u medicinu, str. 70.

[36]Miroslav Čačković, O topografiji i funkciji probavnih organa na temelju rentgenološke pretrage te o lokalizaciji stranih tjelesa u njima, *Liječnički vijesnik*, 35, 1913., str. 90–102, 149–159, 214–221.

[37]Vatroslav Florschütz, O rentgenološkoj dijagnozi želučanih i crijevnih bolesti, *Liječnički vijesnik*, 36, 1914., str. 115–126.

tekstove koji tematiziraju negativne aspekte radijacije ne nalazimo na stranicama *Liječničkog vjesnika*. Tek se u članku Vladimira Bazale iz 1933. donosi kratko upozorenje o mogućoj štetnosti radijacije za plod u ranim fazama trudnoće, no ostatak teksta donosi velik broj stanja i dijagnoza kod kojih se preporuča rendgenski pregled u trudnoći.[38]

Tijekom prve polovine XX. stoljeća institucionalizacija medicinskih znanosti u Hrvatskoj u punom je zamahu. Kao što je spomenuto, 1917. godine osniva se Medicinski fakultet u Zagrebu, čime se stvaraju preduvjeti za porast broja liječnika, razvoj kliničke medicine i grananje specijalizacija. Također, utemeljenjem Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca 1918. osniva se i Ministarstvo narodnog zdravlja, čime na državnoj razini zdravstvo dobiva važan politički aspekt. To se posebno ogleda u djelovanju Andrije Štampara, koji dvadesetih godina diljem zemlje osniva 250 zdravstvenih institucija. Nadalje, u okviru Zbora liječnika osnivaju se posebne sekcije, pa se tako ona za radiologiju, elektrologiju, fizikalnu terapiju i balneologiju osniva 1936. godine. Prvo glasilo posvećeno radiologiji izišlo je godinu poslije pod uredničkom palicom pionira jugoslavenske radiologije Laze Popovića, koji je još od 1922. predavao radiologiju na Medicinskom fakultetu u Zagrebu.[39]

Dok je otkriće rendgenskih zraka bilo, kako vidimo, dosta popraćeno u literaturi, u nešto manjem opsegu i s većim zakašnjenjem pratila su se zbivanja vezana uz otkriće i primjenu radija. Prva su se kratka izvješća o primjeni radija pojavila u prvom desetljeću XX. stoljeća, točnije 1906. godine vezano uz terapiju trahoma,[40] odnosno 1907. vezano uz opservaciju da kupke u radioaktivnoj vodi izazivaju bol u zglobovima koji su bolesnike nekad prije boljeli. Kako je izvjestitelj opazio takve reakcije i kod bolesnika koji su se kupali u Topuskom, smatrao je da to dokazuje kako tamošnje toplice sadrže znatnu količinu radijeve emanacije.[41] Prvo predavanje u Zboru liječnika o radiju i povoljnom djelovanju vode obogaćene radijem, osobito kod reumatskih bolesti, neuralgije i kod mijelitisa prouzročenog sifilisom (*tabes dorsalis*) održao je dr. Wilhelm Benedik 1909. godine.[42]

Terapijske mogućnosti radija intenzivnije se koriste tek od 1925., kad je nastojanjem Ministarstva socijalne politike i narodnog zdravlja, odnosno načelnika Odjeljenja za javnu, rasnu i socijalnu higijenu Andrije Štampara za Jugoslaviju nabavljena određena količina radija. Jedan je dio prepušten Zagrebu pa

[38] Vladimir Bazala, Rendgenska dijagnostika u trudnoći i porodu, *Liječnički vjesnik*, 55, 1933., str. 417–426, 554–559.

[39] Stella Fatović-Ferenčić, Iz fizike u medicinu, str. 75.

[40] A. Culek Cohn: Liječenje trachoma radijem, *Liečnički viestnik*, 28, 1906., str. 121.; vidi i D. Altman Dinger: Liječenje trachoma radijem, *Liečnički viestnik*, 29, 1907., str. 360.

[41] D. Altman Loewenthal: Djelovanje radijeve emanacije, *Liečnički viestnik*, 29, 1907., str. 330.

[42] Stella Fatović-Ferenčić, Iz fizike u medicinu, str. 76–78.

je odlučeno da se u okviru Ginekološke klinike podigne Zavod za liječenje radijem kao zajednička ustanova Medicinskog fakulteta i Zakladne bolnice.[43] Zgrada Zavoda otvorena je 1931., a najzaslužniji za njegovo utemeljenje bio je Juraj Körbler, koji je već godinu prije knjižicom *Radioterapija* upoznao hrvatsku medicinsku zajednicu s radioaktivnošću.[44]

Slika 12.: Juraj Körbler

U tom je tekstu Körbler donio osnovne zakonitosti radijacije, njezino djelovanje na biološko tkivo, metode aplikacije, opisao terapijske mogućnosti i upozorio na moguću štetnost na embrionalno tkivo. Zanimljivo, pozvao je na oprez i dužnost liječnika da ne nasjednu na pretjerani optimizam oko mogućnosti radioterapije, ali i na razračunavanje s pesimizmom koji se javlja kao rezultat "nerazumijevanja naučnih radova".[45] Upozorio je i na tad čestu pojavu korištenja termina "radioaktivnost" u vezi s najrazličitijim proizvodima. Pozvao je na zabranu takvih "problematičnih proizvoda" koji se izravno reklamiraju bolesnicima, primjerice razne komprese s minimalnim količinama radija koje samo destimuliraju bolesnika da potraži efikasnu terapiju.[46] Također, kritizirao je dovođenje u vezu radioaktivnosti s proizvodima poput uložaka za cipele, sapuna, sredstava za rast kose i drugih, što je primijetio da se događa i u Hrvatskoj.[47]

Körbler je duboko poznavanje radioterapije stekao nakon studija medicine u Zagrebu i Freiburgu. Na kirurškoj klinici u Parizu proveo je 1925. godinu, a usto je radio u Fondation Curie, koja je već tad bila priznat centar znanosti o raku i terapiji zračenjem, te je ondje često bio u kontaktu s Marie Curie i njezinom kćeri Irène Joliot-Curie.[48] Vladimir Dugački navodi kako je Körbler rad Zavoda zamislio na širokim osnovama, s ciljem liječenja raka radijem, operativnih zahvata kod bolesnika s rakom, surađivanja sa svim ustanovama koje se

[43] Vladimir Dugački, Prof. dr. Juraj Körbler – začetnik hrvatske onkologije i radioterapije, u: *Mjesta dodira: fizika i medicina*, ur. Marko Pećina i Stella Fatović-Ferenčić (Zagreb: HAZU, 2011.), str. 103–109.

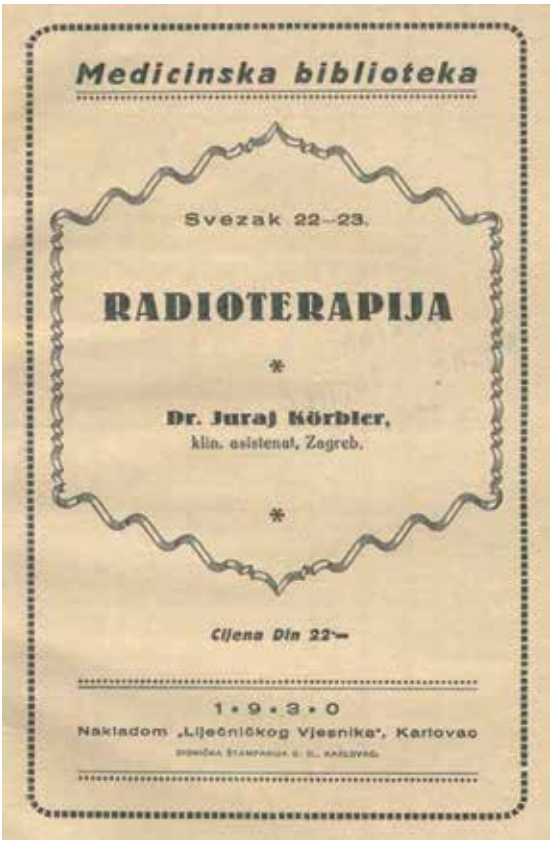
[44] Juraj Körbler, *Radioterapija* (Karlovac: Naklada *Liječničkog Vjesnika*, 1930.).

[45] Ibid., str. 45.

[46] Ibid., str. 44.

[47] Ibid., str. 44–45.

[48] Dugački, Prof. dr. Juraj Körbler – začetnik hrvatske onkologije i radioterapije, str. 103.



Slika 13.: Naslovnica knjige *Radioterapija* Jurja Körblera

bave suzbijanjem raka, organiziranja lokalnih centara za detekciju raka, prikupljanja podataka o raku i njegovu suzbijanju u Hrvatskoj, proučavanja epidemiologije raka u Hrvatskoj, provođenja znanstvenih istraživanja o raku i usavršavanja novih metoda liječenja, organiziranja predavanja, odnosno tečajeva za laike i liječnike te vođenja evidencije o liječenim bolesnicima pet godina nakon liječenja.[49] Glavna su domena radioterapije u Zavodu bili karcinomi kože, usta, usnice, čeljusti i jezika.[50]

Primjena radioaktivnosti u medicini dubinski je izmijenila pogled na ljudsko tijelo i odnos liječnika i pacijenta. Pioniri radiologije u Hrvatskoj govorili su o estetskom defektu novih slika koje "ne gode oku", te o "naporu mišljenja" da se "na negativ doda pozitiv", odnosno da se na radiološkoj snimci kognitivnom aktivnošću zamisli živo tkivo sa strukturama koje se na njoj ne vide. S

[49]Ibid., str. 104–105.

[50]Juraj Körbler, Liječenje radijem, *Liječnički vjesnik*, 52, 1930., str. 552–556.

druge strane, mogućnosti terapije karcinoma zračenjem uvjetovale su nužnost individualizacije tretmana i prolongiranog kontakta između liječnika i pacijenta. Također, pojava sve kompleksnijih uređaja i proširenih indikacija za radiološku dijagnostiku dovela je do obrazovanja radioloških tehničara i specijalista radiologije, koji postaju most između različitih liječničkih struka, ali i između liječnika koji ordinira terapiju i pacijenta.

Zaključak

U vrijeme otkrića radioaktivnosti i intenzivnih istraživanja bračnog para Curie, znanstvena sredina u Hrvatskoj postoji. Na novoobnovljenom Sveučilištu održavaju se predavanja iz prirodoslovnih predmeta, izgrađen je prvi kemijski zavod u kojem se uz predavanja provode i znanstvena istraživanja. Rezultati tih istraživanja objavljuju se u stranim časopisima i u *Radu* Akademije. U Hrvatskoj do osnivanja Instituta *Ruđer Bošković* (1951.) ne možemo govoriti o sustavnim eksperimentima vezanim uz radioaktivnost, no u popularnim, stručnim i znanstvenim časopisima i glasilima možemo pratiti recepciju otkrića radioaktivnosti. Tako prvi detaljan i suvremen prikaz radioaktivnosti na hrvatskom jeziku nalazimo u knjizi *Valovi i zrake* Otona Kučere, iz 1903. godine. Hrvatski znanstvenici nisu samo prenosili otkrića, nego je 1904. kemičar Srećko Bošnjaković napravio i prvu javnu demonstraciju radioaktivnosti u Zagrebu. Profesor kemije na Medicinskom fakultetu Fran Bubanović objavljuje rezultate istraživanja o radioaktivnosti u mineralnim vodama u *Liječničkom vjesniku* (1924.), dok o radioaktivnosti piše i druge radove. U svoj udžbenik *Kemija* (1930.), prvi sveučilišni udžbenik iz kemije, Bubanović također uvodi poglavlja o radioaktivnosti. Osim Bubanovića, i drugi autori proučavaju radioaktivnost, pišu radove, te se ona uvodi i u hrvatske prirodoslovne udžbenike (J. Körbler, S. Miholić, V. Njegovan, Z. Pinterović, S. Hondl, S. Mohorovičić, I. Supek). Hrvatska medicinska zajednica također prati zbivanja oko otkrića i primjene rendgenskih zraka, kao i oko mogućnosti primjene radioterapije. Liječnici vrlo brzo i sami počinju proučavati i izvještavati o dijagnostici različitih bolesti. Za diseminaciju početnih rezultata značajno je bilo službeno glasilo Zbora liječnika *Liječnički vjesnik*. Za primjenu radioterapije ključna osoba bio je Juraj Körbler, koji je najzaslužniji za osnivanje Zavoda za liječenje radijem 1931. godine. Primjena radijacije u medicini duboko je izmijenila odnos liječnika i bolesnika, ali i konceptualizaciju patoloških stanja, dijagnostiku i vizualizaciju ljudskog tijela.

Radioactivity in Croatia in the First Half of the Twentieth Century – Impact on the Development of Chemistry and Medicine

Vanja Flegar, Martin Kuhar

Abstract: The credit for the discovery of natural radioactivity belongs to the French chemist, Henri Becquerel (1851–1908), who in March 1896 experimented with radiation emitted by uranium that left a mark on a photographic plate and penetrated through the metal plate. Röntgen's discovery of X-rays at the end of 1895 was an incentive for the detection of radioactivity. Marie and Pierre Curie, interested in Becquerel's discoveries, began exploring radioactive elements that resulted in numerous discoveries. Marie Skłodowska Curie, Pierre Curie and Henri Becquerel shared the Nobel Prize in Physics in 1903 for the discovery of radioactivity. The physical unit of radioactivity was then named the curie (Ci), but today it is called the becquerel (Bq).

The discovery of radioactivity opened the door to new knowledge of the nature of matter, and represents the foundation for research related to the structure of the atom, the discovery of subatomic particles and nuclear energy. This paper shows the reception of the discovery of radioactivity in the Croatian scientific community, with special emphasis on the fields of chemistry and medicine. The first reaction to the discovery of radioactivity can be found in the book Valovi i zrake (Waves and rays) (1903), written by Oton Kučera. The chemist Dr. Srećko Bošnjaković gave the first public demonstration of radioactivity in Zagreb (1904). A professor of Chemistry at the Faculty of Medicine, Fran Bubanović, published the results of his scientific research into radioactivity in mineral water in Liječnički vjesnik (Medical journal) (1924). Bubanović, in his textbook Kemija (1930), the first complete university textbook of chemistry in Croatian, also introduced chapters on radioactivity.

The Croatian medical community immediately addressed the impact of the discovery of X-rays and soon implemented the new technology for diagnostic purposes. On the other hand, the response to the discovery of radium was somewhat delayed. The first institution devoted exclusively to radium therapy was the Zavod za liječenje radijem (Radiation Treatment Institute) founded in 1931. The Croatian physician Juraj Körbler was the man most responsible for the establishment of this institution. This article also shows how the discovery of radioactivity altered the visualization of the human body and the relationship between the physician and the patient.

Keywords: Fran Bubanović, Croatia, Juraj Körbler, chemistry, medicine, Oton Kučera, radioactivity, Srećko Bošnjaković

Franjo Jović

Moje ratne godine na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku 1991. − 1997.

Sažetak: Prikaz nastavne i organizacijske aktivnosti na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku iz osobne perspektive. Organizacija istraživanja i laboratorija tijekom rata od 1991. do 1997. u Osijeku. Prikaz izravnih šteta i razaranja tijekom rata. Glavni akteri i osobne situacije u tom razdoblju.

Ključne riječi: Elektrotehnički fakultet Osijek, organizacija nastave, organizacija visokog učilišta, ratni uvjeti, istraživanja u ratnim uvjetima, osobna iskustva

Uvod

Kad je u siječnju 1991. godine na moj upit došao odgovor da se javim na razgovor s ravnateljem Studija elektrotehnike u Osijeku prof. dr. sc. Radoslavom Galićem[1], nisam imao osjećaj u što će se to za mene razviti. Prvi dojam grada u ono zimsko vrijeme – a to je bio moj prvi posjet gradu na Dravi − bio je pomiješani osjećaj povratka kući i izokrenute prostorne orijentacije. Ono prvo nastupalo je zato što je tad Osijek jako nalikovao na Zagreb moje prve mladosti iz ranih 40-ih godina XX. stoljeća. Možda ne toliko po arhitekturi, iako je i toga bilo, nego više po ljudima – osjetio sam se kao da su se probudili oni u meni odavno zaspali i nestali pomalo opušteni Zagrepčani – zaspali u vremenu i nestali u vrtlozima ratnog i poratnog Zagreba. Ono drugo – prostorna orijentacija, bilo je izokrenuto – grad je na njegovu sjeveru u obliku udubljenog luka oplakivala Drava, a Zagreb je s južne strane u obliku izbočenog luka ocrtavala

[1]Titule navodim u današnjem stanju, gdje god ih znam.

Sava. Lukovi rijeka s obzirom na položaj gradova jednaki, a orijentacija gradova suprotna.

U oba su grada "brižne" komunističke vlasti postupno nakon Drugog svjetskog rata demontirale gradska kupališta da se ljudi ne bi previše približavali vodi i valjda da se ne probude neki drugi sumnjivi buržujski običaji. Došljacima nenaviklim tad ljetnom kupanju to uopće nije smetalo, a domaći su bili prepušteni drugim brigama, poratnim. I tako su gradovi ostali bez kupališta i do dana današnjeg.

No, ulice su tog ne prehladnog siječnja bile živahne, a izlozi su natpisima i sadržajem odavali mješavinu nasilu premještenih slika i natpisa s izloga Trsta duboko u kontinent, u Panoniju. Ubrzo sam posjetio kazalište i otkrio na svoje čuđenje da se ondje nalazi ljepuškasta i meni nedovoljno poznata mješavina triju "rasa", jedne više svijetle i okruglijih lica, jedne tamnije puti i uglatih lica i jedne svjetlije izduljenih lica – tako posložena publika u obliku mladih djevojaka djelovala je kozmopolitskije od njima suprotstavljenih dežmekastijih, usporenih i opuštenih muškaraca. Ljubaznost se mogla očitavati na velikoj većini lica, a osobito su muški bili susretljivi, gostoljubivi i pristojno radoznali.

Dolazak na Elektrotehnički fakultet − Osijek

Mene krasi brza i odsječna komunikacija što uopće nije u skladu s dosta mekom i osjećajnom percepcijom – ovo mi je bila glavna diskursna mana u Osijeku – kad bih relativno brzo iscrpio temu, našao bih način za odlazak i opraštanje – domaćini su redom ostajali u šoku, a moj je dojam nakon svega bio da sam vjerojatno trebao divaniti barem još četiri sata. Kako je moj domaćin profesor Galić iz šireg imotskog kraja iz kojeg potječu i moji daleki predci, razgovor je bio vrlo učinkovit i učas smo se dogovorili da uz ispunjenje formalne procedure preuzmem dio nastave u ljetnom semestru na tek osnovanom Fakultetu.

Radio sam još mjesec dana na dva razboja – kao voditelj razvojnog odjela tvrtke za automatizaciju ATM − Zagreb i kao nastavnik na Elektrotehničkom fakultetu u Osijeku. Moj izbor potvrđen je do ljeta 1991. godine jer sam imao više nego dovoljno staža kao honorarni profesor na Fakultetu strojarstva i brodogradnje (FSB) i Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF) Sveučilišta u Zagrebu te na Visokoj tehničkoj školi kopnene vojske na Črnomercu u Zagrebu (VTŠKoV). Grupu predmeta koju sam zamislio predavati nazvao sam Tehnička informatika i tako pokrio područje prikupljanja, obrade podataka, modeliranja, informacije i automatike te onoga što se uvelike nazivalo umjetna inteligencija. Nastavnika s izborom u sveučilišna zvanja jedva da je bilo na fakultetu, a prema ljetu počele su se usložnjavati i prilike u gradu.

Malobrojni studenti, njih dvadesetak, prorijedili su se na nastavi (Tablica 1.), poneki je profesor zamijenio osječku adresu za njemačku ili bosanskohercegovačku ili zagrebačku i tako se svelo na to da me Nastavničko vijeće izabralo za dekana u mandatu 1. listopada 1991. – 1. listopada 1993. godine.

Početak Domovinskog rata u Osijeku

Od osamostaljenja Hrvatske 25. lipnja 1991. godine pa nadalje život je u Osijeku postajao sve samo ne siguran i puzajući je rat osvanuo na širokim gradskim ulicama [1]. Prvi osjećaj što se javi kad počne granatiranje jest trenutačna pretvorba vlastitog tijela u meso! Taj neobjašnjivo konkretan osjećaj opet se postupno gubi čim prestane napad, no vrati se ponovno jednakom žestinom kod sljedećeg napada. Taj sam osjećaj imao još iz Drugog svjetskog rata, kad su poneki savezнички bombarderi ispuštali bombe na borongajski aerodrom povratno u preletu iz Njemačke za Bari u Italiji. No, rat je Osijeku donio više od 7000 ranjenih i više od 1000 poginulih, većinom te 1991. i 1992. godine [2].

Ljeto 1991. prošlo je kao košmar, s izbjeglicama iz Aljmaša, Dalja i Erduta, s povremenim granatiranjem grada iz Baranje i Tenje, sve u mojoj naivnoj nadi da će se naći netko tko će tu spravu za plašenje, ranjavanje, ubijanje i istjerivanje građana iz Osijeka zaustaviti. Broj stanovnika Osijeka smanjivao se i smanjivao – a to se dobro vidjelo po potrošnji kruha, da bi negdje oko Nove godine 1992. spao sa 165 000 (s okolicom) na svega desetak tisuća [1]. U gradu su boravili vojnici, gradske službe i pokoji ‘entuzijast’. Ostali su navraćali po potrebi u grad. Jedan popularni osječki pjevač čak se ‘usudio’ boraviti u Pečuhu za vrijeme rata! Ni putovanje u grad nije bilo bez poteškoća – sjećam se zračne bitke za virovitičku šećeranu kad su avioni iz Mađarske otjerali jugoavione kako je ne bi uništili. Bila je noć, vlak se sklonio u jednom usjeku iza Virovitice, a nebo su parali avioni obiju strana. Sjedili smo u tami kupea i čekali.

Do kraja rujna 1991. poginula su dvojica naših asistenata: Damir Pavičić 4. srpnja kao izviđač u Ćelijama, a Zlatko Mudrovčić 24. rujna u obrani Vukovara. Pitam se samo tko je te vrlo sposobne mlade ljude, poslijediplomce i očeve četvero djece, izložio u prve redove obrane? Do svibnja 1992. poginulo je i pet naših studenata: Robert Sesar, Mario Stipurinac, Tomislav Tutnjević, Miroslav Tabak i Ivica Škorić.

Početkom rujna 1991. mogao sam nazočiti dramatičnom okupljanju srednjoškolaca – mnogi od njih bili su u maskirnim odorama ispred srednje Elektrometalske škole koja je tad bila domaćin Elektrotehničkom fakultetu. Dramatičnom zato što je gomilu od dvjestotinjak učenika mogao gađati bilo tko s položaja južno ili sjeverno od grada. Pitao sam se što sad, gledajući te posve

neiskusne mlade ljude u skalupljenim maskirnim odorama i sjetio se sličnog prizora iz davne 1945., kad su i dva moja susjeda studenta iz Petrove 28 u Zagrebu otišla kao guske u maglu prema Bleiburgu. Nisam ih više nikad vidio.

No, prema naputku Kriznog stožera, nastavu smo za studente fakultetskog smjera prebacili na Elektrotehnički fakultet (današnji FER) u Zagrebu, a ostali su studenti bili stavljeni na konzultantsku nastavu. Bilo kakvo grupiranje ljudi pokazalo se kao krajnje opasno – iako to nije bilo doba mobitela dojave su bile zle, a izvršenja precizna i ubojita – telefonska mreža besprijekorno je radila i uz prekinute državno-pravne odnose. I motorole su radile, dakako. Mi smo se, nastavno i ostalo osoblje, tijekom uzbune skupljali u sklonište u pregibu zgrade, u ovećoj prizemnoj prostoriji, odakle smo mogli promatrati kako po Trpimirovoj povremeno "bubaju" granate – bliže ili dalje. Ako nas je i bilo dvadesetak.

Sve je bilo donekle podnošljivo dok nije pao Vukovar – s terase stana gospodina Đurića, ravnatelja Elektrometalske škole, na devetom katu nebodera, mogao sam gledati kako se u daljini postupno gase svjetla ratnog požara nad Vukovarom. Stislo je, smještaj po pansionima koji je bio dosta nezgodan – slavonski su apartmani okrenuti prema željama arhitekata iz socijalizma uglavnom prema jugu, i morali smo pažljivo birati. Ukoliko sam dobio sobu na višem katu s orijentacijom na jug, odmah sam tražio nešto nižu lokaciju s orijentacijom na zapad. No, nije bilo garancije: u hotelu *Royal* jedan je "roj" šrapnela uletio iz Baranje kroz najlonom improvizirano pokriven prozor u hodniku i kolektivno usmjeren uredno se odbijajući od zidova zaputio iza drugog ugla – *bon jour*! Meni su šrapneli dva puta sasuli staklo s razbijenog prozora u krevet, jedan put dosta nezgodno u prenoćištu kod Bijelo-plavih[2]– i tad su već u grad bili došli unproforci. Vozio me kolega Pintarić prema Zagrebu kad smo ih sreli negdje oko Bjelovara. Vrištao sam od sreće! No, sa srećom oprezno.

Nastava akad. god. 1991./1992.

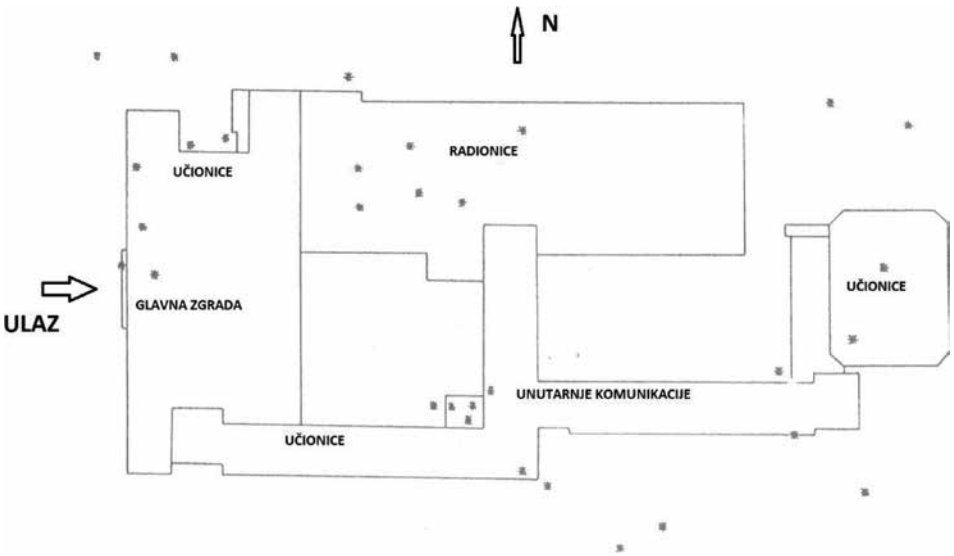
Nastava se u akad. god. 1991./1992. odvijala konzultantski. Prema kraju ljetnog semestra valjalo se pripremiti za sljedeću akademsku godinu. Imao sam sreću u tome što su me pozvale moje sestre u goste u Cleveland, Ohio. Naumile su me malo rastresti od ratnih tenzija, no iskoristio sam priliku i zamolio kontakt na Case Western Reserve Universityju, School of Electrical Engineering. Ondje sam s dobronamjernim i mjerodavnim profesorom sjeo i dugo razgovarao o tome kako bi se trebao ustrojiti što bolji studij računarstva. Nabavio sam i neke knjige iz osnova računalnih mreža u njihovoj skriptarnici. Morate

[2]Drugom prilikom uletio mi je u sobu sav unezvjeren profesor Flegar i pitao zašto tako glasno svira TV – da ne čujem granatiranje, odgovorih.

imati predmete iz programiranja, baze podataka, telekomunikacija te dobre bazične predmete, rekao mi je profesor. Po povratku sam u ljeto 1992. godine sjeo s prijateljem i nastavnikom prof. dr. sc. Ivanom Flegarom s ciljem sastavljanja boljeg plana studija od postojećeg. Studij, naime, valja svako malo unapređivati u skladu s tehnikom i znanosti, no ne smiju se zaboraviti osnovni predmeti, oni opće vrijednosti: osnove mehanike, fizike, elektrotehnike i, naravno, matematike tehničkog profila. Prednost naše situacije u Osijeku bila je očita – nismo imali nikakve tutore niti ograde od strane Sveučilišta, fakultetskih zavoda ili profesora – tih ograda jednostavno nije bilo.

Nastava akad. god. 1992./1993.

Obnovljeni nastavni program tražio je nove nastavnike i onda smo uz pomoć okretnog profesora Galića 'vrbovali' veću grupu stručnjaka s bivšeg Elektrotehničkog instituta *Rade Končar* – koji su svi odreda imali izvrsnu praksu u *Končaru*: dr. sc. Zdenko Godec, dr. sc. Stjepan Štefanko, dr. sc. Tomislav Švedek,… Oni su dali stvarni zamah Fakultetu. U međuvremenu su se nagomilale i počele zbrajati ratne štete, slika 1. Prozori su bili zalijepljeni najlonima, približavala se i zima 1993., novoupisani studenti tražili su smještaj – jedna rasprskavajuća granata na prvom katu načinila je verandu od hodnika. Laboratoriji i prilazni prostori bili su devastirani od eksplozivnih djelovanja granata,



Slika 1.: Tlocrt zgrade Fakulteta: mjesta pogodaka mina i tenkovskih granata

Slika 2.: Predvorje zgrade Fakulteta pogođeno granatom

slika 2. Jedva da smo imali sredstava i za krpanje rupa. Umjesto nepostojećih zahodskih vješalica, jednog sam dana uzeo čekić i zabio desetak čavala po zahodskim vratima. Moja su primanja bila na razini tadašnjih mogućnosti društva, nekih 70-ak eura mjesečno. Znam da sam jednom otvorio kasicu-prasicu najmlađeg sina da bi se nabavilo najnužnije. Još ni danas mu nisam to vratio…

Veliku materijalnu pomoć dobili smo od jednog talijanskog poduzetnika – bio se čovjek zagledao u Osječanku, nije to bilo ni prvi ni zadnji put pri stvaranju i razvoju Fakulteta. Okolnosti su bile stvarno nevažne, no donacije su dolazile redovito.

Preporučio sam svojim asistentima da ne čekaju, nego da si potraže koji posao gdje god mogu. Tako sam i bez velikog nagovaranja u kratko vrijeme promijenio četiri paraasistenata – dolazili su i odlazili uglavnom u parovima. Sjajni ljudi. Jedan od njih, prezimena Arbanas, nedugo potom me kao tajnik pri Eurolaser Academyju[3] negdje krajem 1993. povezao s prof. Dieterom Schouckerom s Tehničkog sveučilišta u Beču (Technische Universität Wien − TUW) i ubrzo smo skrpali novac da bih mogao otići put Beča – k nama nitko

[3]Organizacija akademskih i proizvodnih tvrtki na području istraživanja laserske energetske tehnologije.

Slika 3.: S promocije studenata 1993. godine – desno: prof. Jović i prof. Galić

nije imao dozvolu ni priviriti – pa bili smo ratna zona. Dolaskom u Beč mora da sam izgledao prilično materijalno zapušteno, da upotrijebim taj eufemizam, jer je taj isti naš bivši asistent izvadio svojih 500 austrijskih šilinga da si nešto u Beču priuštim. Progutao sam ponos i uzeo novac sa zahvalnošću – nikad se ne zna tko će biti kad i čiji anđeo!

S krajnjim smo, dakle, oprezom radili ljetni semestar akad. god. 1992./1993. sa studentima sveučilišnog studija sveudilj u Zagrebu. Studenti su kojekako dolazili na konzultacije i promocije, u vojničkim odorama i slično, slika 3. Zamolili smo ih da ne dolaze s oružjem, što su poštivali. Još uvijek smo morali biti na oprezu, usprkos unproforcima – pratili smo kretanje policije – kad je bila na ulici onda je sve bilo čisto, a kad se policija povlačila bilo je jasno da se moramo i mi skloniti. Ipak, bilo je i komičnih situacija. Od početka ratnih zbivanja u hotelu *Osijek* utorkom navečer održavali su se sastanci određenih 'malih hrvatskih masona'. Ako ste tad naumili izići na ulicu, sve je bilo čisto – nije se granatiralo. Da se ne bi slučajno pulene organizatora rata obeshrabrilo u nastojanju za mirom i blagostanjem hrvatskog im naroda. To me podsjeća na sekvenciju iz Drugog svjetskog rata koju mi je ispričao jedan *maquis*[4], tad

[4]Pripadnik francuskog Pokreta otpora.

16-godišnji Židov. Bili su naumili dignuti teretni vlak na putu iz Marseillea za IG Farbenindustrie u Hamburgu. Pitali su, naravno, London za privolu. London im to nije dopustio, da ne smanji vrijednosti engleskih i inih vlasnika dionica te zamašne njemačke industrije za proizvodnju streljiva.

Nastava akad. god. 1993./1994.

Akad. god. 1993./1994. već smo počeli redovitije održavati nastavu – zgrada se pokrpala, studenti su se skupili u sve većem broju, tablica 1. Tehnologija i struka razvijale su se svjetlosnom brzinom, a kako ni te godine nije još bilo nastavnika u odgovarajućem zvanju ponovili su moj izbor za dekana do 30. rujna 1995. godine. Mjesto ravnatelja bilo je ukinuto po naputku Ministarstva i prof. Galić uzeo je zadatak prodekana za razvoj i investicije te pomalo besposlen nastojao iz mene izvući što veći radni tempo.

Tablica 1. Studenti – upis u ratnim godinama od 1991. do 1997.

Akad. god.	VII. st.	VI. st.	VI. st. uz rad	Ukupno
1991./1992.	53	98	–	151
1992./1993.	69	95	3	167
1993./1994.	50	105	12	167
1994./1995.	55	84	11	150
1995./1996.	62	70	25	157
1996./1997.	78	77	31	186
1997./1998.	85	90	24	199

Imao sam obitelj, suprugu i četiri sina u Zagrebu, putovao redovito u ponedjeljak popodne za Osijek i ostajao ondje do četvrtka. Nije bilo interneta, mobitela ni druge slične pomoći. Valjalo je početi istraživačke projekte. Na svu sreću, Ministarstvo je skucalo neka sredstva i novopečeni nastavnici dobili su kakav-takav novac za putovanja na konferencije i za osnovne rashode u laboratoriju. Dakle, za leđima mi je puhao prof. Galić, povećan broj studenata i velik broj kolegija te svakotjedno putovanje. U Zagrebu su me koliko su mogli opet angažirali prof. dr. sc. Juraj Božičević i ostali u stvaranju Hrvatskog društva za sustave i poslije u organizaciji Hrvatske akademije tehničkih znanosti. Mene je pak više veselilo istraživanje.

U istraživanju sam se, osim područja modeliranja, orijentirao prema koherentnoj laserskoj stimulaciji zrnatog materijala i poradio na toj interakciji. Kolege asistenti Josip Job i Krešimir Nenadić konstruirali su mali karusel sa zrnima kukuruza u jamicama i vrtjeli ga ispred 'laserskog topa' koji smo posudili iz laboratorija kolegice Željke Mioković. Svake sam zime od 1993. godine putovao u malo tirolsko mjesto Igls iznad Innsbrucka − mjesto gdje je nekoć redovito ljetovala austrijska carska obitelj. Mjesto je čarobno, s iznimno gustim šumama, punim 'mirne energije' i nekim čudnim nazivima lokalnih sela – zaostalih keltskih toponima. Ondje sam, dakle, izlagao ono što smo dobili stimulacijom zrnatog materijala niskoenergetskim koherentnim svjetlom – laserima. Na taj istraživački put prethodno me usmjerila kolegica Melita Mihaljević, onom svojom pomalo teatralnom gestom – "Pa, evo Vam profesore i dobro se zabavite", gestom koju poznamo mi, njezini prijatelji. Iza te geste bila je i gorčina zbog zabrane osječkih vlasti gospodina Kramarića da se nekakvi 'ukrajinski mistifikatori' šeću po gradu na Dravi s laserima i plaše mirnu gradsku gospodu i dame… Nama su te iste vlasti mogle samo puhnuti pod rep. Bili smo autonomni!

U Iglsu je bio skup od najviše petnaestak vrhunskih laserskih stručnjaka iz Engleske, Njemačke i Austrije. Čehe nisu puštali da im ne ukradu tehnologiju. Mi im nismo valjda bili opasni. Nisam se usudio isprva puno raspravljati jer sam bio novi u području, ali kad sam jednom dignuo glas u raspravi, onda se engleski profesor indijskog podrijetla prilično otresao na mene. Tad kao, nisam trebao shvatiti zapravo čemu to. No znao sam. Bio sam iz ratne zone koja nije po volji njihovim prijateljima… Ne trebam nastavljati, zar ne. Otpor određenih vanjskih krugova Hrvatskoj je tek počeo – nije on ni prestao… a čudio bih se i da prestane.

Nastava akad. god. 1994./1995.

Akad. god. 1994./1995. može se reći, bilo je čarobno – nastava se uhodala[5], broj nastavnika i kolegija koji su funkcionirali dovoljno se umnožio i uz pomoć prof. Galića, koji je bio prodekan za razvoj i investicije Fakulteta i doc. dr. sc. Branimira Kovačića koji je bio prodekan zadužen za nastavu, sve se glatko odvijalo. Docent Kovačić je kao vrstan strojarski inženjer redovito nabavljao švicarske stručne časopise i uživao sam s njim razgovarati, jer sam i sâm proveo dobar broj godina u tvornici *Prvomajska* na konstrukciji upravljačkih uređaja za tokarilice. A *Končar* je, u kojem sam radio 11 godina i pokoji put i popravljao

[5]Osim što se nisu predavali predmeti *Kemija za elektroinženjere* i *Osnove termodinamike*, uvedeni akad. god. 1992./1993.

kakav ruski karusel tokarski stroj s relejskom tehnologijom, bio i ostao ‘leglo izvrsnog strojarstva’. Docent Kovačić nastupao je u maniri ozbiljnog bauka za mlađe kolege, a mene je njegova maska strogoće uvijek zabavljala – rijetko fin gospodin i dobar sportaš!

Akcije unutar Sveučilišta bile su uglavnom harmonizirane – kad nisu bile uzbune, naravno. Rektor prof. emer. Stanislav Marijanović uspješno je prije rektora prof. emer. Josipa Planinića vodio tu veliku instituciju koja je malo-pomalo postajala *vis magna* osječke stvarnosti. Rektor Planinić, kao trećeredac, bio je osebujan čovjek i dobar fizičar. Jednom mi je poklonio svoju knjigu o astrofizici. To me podsjetilo na mojeg profesora fizike Vladimira Mužinića iz srednje škole – imao je taj velike čupave obrve, bio je bivši šef Opservatorija u Beogradu i stalno nam je predavao astronomiju iz knjige *De revolutionibus orbium coelestium* i tako to. O fizici nismo bogznašto naučili. I Planinić je po mojem shvaćanju bio pomalo ‘u zraku’, jer kad sam od rektora kao dekan službeno zatražio da se pokrene istraživački život na Sveučilištu i ustroji 1993. godine istraživački institut za tehničke znanosti, e onda sam dobio “ugriz” da neka zašutim jer da ću biti sankcioniran. Šteta da taj ‘dokument’ nemam sad pri ruci. Poslije su se odnosi znatno popravili, no njegove akcije tog tipa i danas osuđujem. Tako se to ne radi! Mogao me barem saslušati. Makar kao trećeredac.

S vremenom se broj četničkih provokacija i granatiranja smanjivao i ljudi su se polako počeli vraćali kakvom-takvom civilnom životu – a to, vjerujte mi, ni danas nije dovršeno.

Nastava u poraću akad. god. 1995./1996. i akad. god. 1996./1997.

Krajem svojeg drugog mandata u ljeto 1995. godine odlučio sam se za dosta smion potez – prijavu europskog projekta. Smion i zato što traži puno posla i nije jeftin, a jedva je izgledan za dobivanje! Znao sam da ću sljedeće razdoblje života imati ‘samo za sebe’ jer je već bio imenovan novi dekan s mandatom od 1. listopada 1995. – prof. dr. sc. Rudolf Scitovski.

Put k organizaciji ustanova zainteresiranih za projekt doveo me na jug Švedske. Bilo je rano ljetno jutro. Ljeta su predivna u Švedskoj. Jeseni su nizašto – garantiram, bio sam ondje 1976. godine ujesen u tvrtki ASEA. Sjedio sam, dakle, na klupi ispred hostela, što li, ne sjećam se više točno tog detalja. Ravno preda mnom sterao se širok šumski put, s obje strane obrašten u rijetko drveće i grmlje. Posvuda svjetlo, iz svih kutova – pravi Richard Feynman na djelu − fotoni, veličanstveno. Tad primijetim da po tom putu postupno izranja par ušiju u opreznom trku. Srna, pomislih, i potpuno se smirih. No, kako se put uspinjao,

tako je preda mnom "izronio" zekan. Pogledao me ovlaš i odbrusio u grmlje. Tako i taj projekt. Tek što sam složio nekakvu ekipu i počeo pisati prijedlog projekta došla je *Oluja* i pomela sve moje EU planove u nepovrat. Morao sam se vratiti svojim lokalnim istraživačkim institucijama, našim ljudima i njihovim mogućnostima. Za istraživača – gotovo bijedno. Tek puno, puno poslije probao sam i EU projekte. No, tad je na Fakultetu već i bila služba za to, hvala Bogu i upornom radu Ministarstva te upravama sveučilišta.

Akad. god. 1995./1996. i akad. god. 1996./1997. proveo sam, dakle, vrlo udobno kao prodekan za znanost. Novoizabrani dekan prof. Scitovski koji se vratio iz Njemačke s novim je snagama nastavio na unapređivanju nastave i istraživanja. Prodekan prof. Galić sadašnjem je bio "za petama". No, kako su obojica matematičari i dobro su se poznavali, to je kolegi Scitovskom bilo puno jednostavnije nego meni. Znao je njegove 'slabe točke'.

Nakon *Oluje* i s početkom pregovora o mirnoj reintegraciji moglo se mirnije živjeti. Počeli smo organizirati i bolje opremati laboratorije, a Fakultet se počeo popunjavati kadrovima koji su došli iz stručnih institucija poput nekadašnjeg PTT-a. Dug put razvoja, te 1997. godine, stajao je pred institucijom – borba za kvalitetne ljude.

Kad su me pri dolasku na Fakultet 1991. pitali koliko mu vremena treba da stasa, odgovorio sam onom standardnom frazom: "Kad naši prvi studenti postanu redoviti profesori, dakle 25 godina." Kako sad vidim, trebat će nam još barem dvadeset – da se prvi naši stručnjaci opet vrate iz prakse! Toliko.

Ljudi, događaji, suradnja, situacije

Osoba referentna za moje osječke ratne godine svakako je prof. dr. sc. Darko Fischer. Bio je naš nastavnik, ondašnji predsjednik Židovske općine i izvrstan softveraš. I nekidan sam ga zamolio za Fortran 77 *interpreter*. Treba jednom mladom postdoktorandu. Koristili smo tad priliku dolaska unproforaca i kad smo god mogli zaigrali bismo tenis u klubu okruženom hrastovima u parku – vjerojatno najljepšim teniskim terenima u Hrvatskoj! Poznavatelj osječkog života i moj stari znanac s FER-a u Zagrebu, gdje smo nakratko radili u istom Zavodu – on kao asistent, a ja kao demonstrator profesora Vinka Alberta. Bio je nesebična stručna pomoć svima na Fakultetu. Bio sam mu slab sparing partner u tenisu, a svakako puno bolji u struci – izradili smo nekoliko dobrih radova o procesnim rizicima. No, vezano uz tu temu bilo je i drugih suradnji!

Jedna takva suradnja bila je s biologinjom prof. dr. sc. Melitom Mihaljević. Upoznao sam je tako što sam jednom studentu zadao da načini model biosfere Kopačkog rita kao 'nelinearnog kondenzatora'. Park prirode Kopački rit je biser Osijeka! Bilo je potpuno jasno da kandidat mora prikupiti podatke od Odjela za

biologiju Sveučilišta. Oni su sezonski obilazili rit i izvodili sva referentna mjerenja fizikalnih, kemijskih i bioloških – prehrambenih čimbenika. Valjalo je, dakle, mojem studentu otići kolegama s Odjela biologije po podatke. S biolozima sam se naviknuo družiti još šezdesetih godina, u vrijeme kad sam radio na Institutu *Ruđer Bošković* i prijateljevao s dr. sc. Antom Pađenom s tamošnjeg Odjela biologije. Stoga sam studenta jednostavno poslao 'u vatru'. Kad je student iznio temu rada, biologinja Melita Mihaljević i prof. dr. sc. Jasna Vidaković zainteresirale su se za idejnog nositelja te 'sulude teme' i tražile su sastanak, objašnjenje. Bio je, dakako, rat i one nisu mogle ni pristupiti Kopačkom ritu, no imale su dovoljno podataka o temi koju je trebalo izraditi. Poslije smo surađivali na više poslova te osobito na jednom projektu Svjetske banke za revitalizaciju tog enormno važnog biološkog rezervata. Ona, Melita Mihaljević, bila je borac.

Drugu vrstu rizika, onog društvenog, približio mi je dr. sc. Milan Ivanović, ekonomist i energetičar, predratni ravnatelj Sveučilišnog studija elektrotehnike u Osijeku, trajni suradnik na osjetljivim pitanjima društvene zrelosti. Nije još ni prestalo "bubanje" po Osijeku, a već smo zajedno znali popiti po koju kavu izvan radnog vremena i raspravljati o tranziciji. Tranzicija jest stanje društva, veli naš Milan, kad društvene institucije postoje ali ih 'narod zaobilazi' – u širem smislu to je današnji problem hrvatskog društva. Zajedno smo zadavali studentima teme poput modeliranja općinskog bruto proizvoda. Kao osnovnu mjernu jedinicu koristili smo barele nafte – u konačnici, nitko u Slavoniji ne pogoni traktore kunama. No, što se tiče tranzicije nisam mu previše vjerovao – otišao sam tako do golemog osječkog teretnog pristaništa – tek je prestalo granatiranje – da potražim kakvu moguću temu suradnje. Prijevoz do njih nije bio osiguran, valjalo je pješačiti. Ljudi su boravili u dosta skučenim uvjetima – kad sam mjerodavnog upitao za suradnju s Elektrotehničkim fakultetom pogledao me kao da sam 'skrenuo' i rekao da dok se golemi kranovi izrešetani granatama ne puste u pogon i dok ne proradi ostala infrastruktura – nema govora o suradnji. Materijalna tranzicija s obilaženjem društvene institucije na djelu.

Prof. dr. sc. Ankica Mašek-Tonković s Ekonomskog fakulteta u Osijeku surađivala je sa mnom na modeliraju kretanja kapitala – u ovom slučaju ponašanja multinacionalnih kompanija. Koristili smo jedan moj modelski postupak i vrlo lako zavirivali u "utrobu" tih financijskih divova, secirali im moć. Imala je zarazan zdravi smijeh i ponašanje gospođe čija je obitelj doživjela i bolje dane. No, ona je bila borac.

Diplomirani inženjer Drago Radman, direktor osječke Termoelektrane-Toplane bio je moj kolega sa studija elektrotehnike u Zagrebu. Kako je Osijek bio u poluokruženju, energetski prsten bio je razbijen i 'visjeli' smo na jednom vodu prema ostalom dijelu elektroenergetskog sustava Hrvatske. Zajedno s

energetičarom prof. dr. sc. Sretom Nikolovskim izradili smo zahtjevan diplomski rad koji je obuhvatio 'ljuljanja' frekvencije i napona u takvom režimu rada uslijed prekida – kad bismo u Osijeku bili ostavljeni na inerciji gibanja rotora termoelektrane, dok se ponovno ne uspostavi veza. U tom slučaju valjalo je izraditi simulaciju ponašanja relejnih zaštita koje ne bi trebale izbaciti elektranu, nego joj produljiti rad i u takvom 'otočkom radu'. Model elektrane, model zaštite i model elektroenergetskog sustava, zajedno i usklađeno. Kandidat Tomić valjano se potrudio, izradio i obranio rad. Sav zadovoljan odnio sam kopiju rada inženjeru Radmanu. Moj stari prijatelj naručio je kavu za mene, gurnuo studiju u ladicu i – to je bilo to. A valjalo je samo prepodesiti zaštitne releje! Rat je pregurao, ali on očito nije bio više taj tip borca.

Literatura

[1] https://www.hkv.hr/.../2087-zaboravljeni-osijek-u-vrijeme-domovi.

[2] Mihanović, Ivan, *Borba za vojarne i oružje u Osijeku 1991. godine,* Polemos 19 (2016.) 1, 11−31, ISSN 1331-5595.

Following my War Years at the Faculty of Electrical Engineering in Osijek 1991–1997

Franjo Jović

Abstract: Overview of education and organization activities at the Faculty of Electrical Engineering in Osijek from personal standpoint. Organization of research and laboratory activity during war in Osijek 1991–1997. Description of direct losses and devastations in war period. Main actors and personal situations in the war period.

Keywords: Faculty of Electrical Engineering Osijek, education organization, faculty organization, war conditions, research in war conditions, personal experience

Višnja Henč-Bartolić, Lahorija Bistričić

Uvođenje lasera u Zavodu za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu

Sažetak: U radu je prikazano uvođenje lasera u nastavu fizike na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Na diplomskom studiju uveden je kolegij Fizika lasera za koji je organiziran laboratorij i napisan udžbenik. Na doktorskom studiju uveden je kolegij Fizika lasera i elektrooptika. Prikazana je konstrukcija dušikova lasera i istraživanje interakcije laserskog snopa s površinama metala i legura.

Ključne riječi: fizika lasera, dušikov laser, Zavod za primijenjenu fiziku

Uvod

Laser je uređaj koji generira elektromagnetske valove u infracrvenom i vidljivom dijelu spektra mehanizmom stimulirane emisije (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Zračenje koje emitira laser vrlo često je koherentno, monokromatsko i vrlo dobro usmjereno. Prvi laser napravio je 1960. godine Theodore H. Maiman, zaposlen na Hughes Research Laboratories Malibu, Kalifornija, i u časopisu *Nature* objavio prvi članak koji opisuje rad lasera (T. H. Maiman: Stimulated optical radiation in ruby, *Nature* **187**, 493–494; 1960.). Njegov je laser emitirao svjetlost valne duljine 694 nm u impulsnom režimu, a lasersku emisiju postigao je stimuliranom emisijom iz rubinskog kristala pobuđenog svjetlosnom bljeskalicom. Prvi plinski laser (He-Ne)

koji je emitirao svjetlost valne duljine 632,8 nm konstruirao je Ali Javan 1962. godine u Bell Telephoneovu laboratoriju.

Nepune dvije godine nakon pojave He-Ne lasera u svijetu (1964.), profesor Branimir Marković[1] (1917. − 1973.) je na Institutu *Ruđer Bošković* u Laboratoriju za atomska istraživanja sa suradnicima Lidijom Colombo[2], Željkom Pavlovićem i Antunom Peršinom[3], konstruirao prvi plinski He-Ne laser u ovom dijelu Europe. (Marković B., Peršin A.: Plinski laseri, *Elektrotehnika* 8(1964.)83.). Laser je emitirao u infracrvenom području. Branimir Marković dobio je 1966. Republičku nagradu *Nikola Tesla*: "Za uspješnu konstrukciju i izvedbu prvoga He-Ne lasera sagrađenog u zemlji te za istraživački rad izvršen pomoću toga lasera."

1. Uvođenje lasera u nastavu fizike

Profesorica Višnja Henč-Bartolić[4] radila je u Zavodu za primijenjenu fiziku (ZPF) Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) (od 1956. do 1994. Zavod za Fiziku Elektrotehničkog fakulteta) od 1959. do umirovljenja 2004. godine. Znanstveni rad Višnje Henč-Bartolić odvijao se u području fizike ioniziranih plinova i fizike plinskih lasera. U vrijeme kad je predstojnik ZPF-a bio profesor Vatroslav Lopašić[5] (predstojnik: 1950. − 1967.) počela je suradnju s Laboratorijem za atomska istraživanja (IRB) (poslije Zavod za laserska i atomska istraživanja i razvoj – LAIR) u istraživanjima atomskih procesa vezanih uz djelovanje lasera. Proučavale su se zakonitosti u izbojima plinskih smjesa vezanim uz nastajanje inverzije naseljenosti energijskih nivoa. U suradnji s Dunjom Soldo Roudnicky[6] i Antunom Peršinom objavljeni su radovi u međunarodnim časopisima. Iskustva stečena u LAIR-u prenijela je u Zavod za primijenjenu fiziku. Na poticaj tadašnjeg predstojnika ZPF-a profesora Vladimira Knappa[7] (predstojnik: 1967. − 1982.), laser se uveo kao nastavno pomagalo i počeo se koristiti u znanstvenim istraživanjima. Nabavljeno je pet 'školskih' He-Ne lasera iz

[1] Profesor Branimir Marković (1917. − 1973.), Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Visoka industrijsko-pedagoška škola u Rijeci.

[2] Dr. sc. Lidija Colombo (1922. − 2015.), Institut *Ruđer Bošković* u Zagrebu.

[3] Dr. sc. Antun Peršin, Institut *Ruđer Boško*vić u Zagrebu.

[4] Prof. dr. sc. Višnja Henč-Bartolić, Zavod za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.

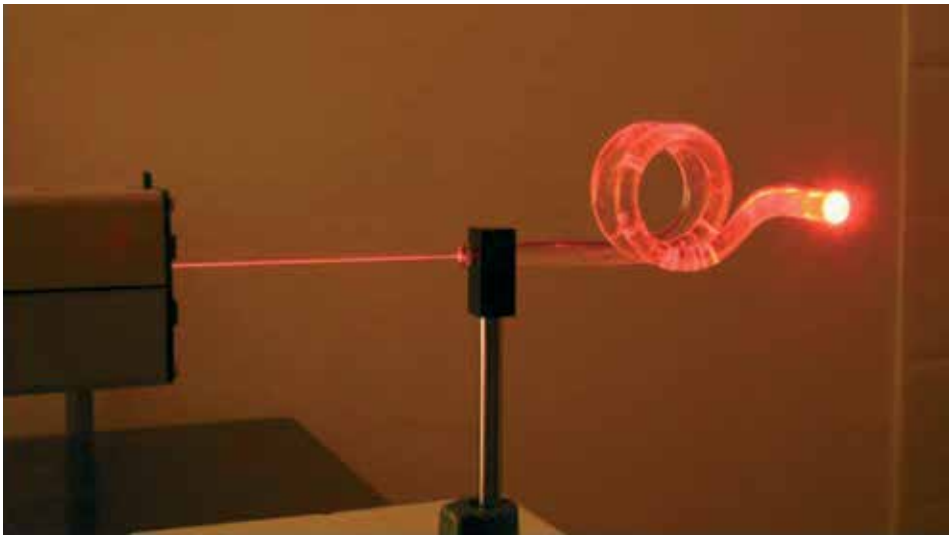
[5] Prof. dr. sc. Vatroslav Lopašić (1911. – 2003.), Zavod za fiziku Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu.

[6] Dr. sc. Dunja Soldo Roudnicky, Institut *Ruđer Bošković* u Zagrebu.

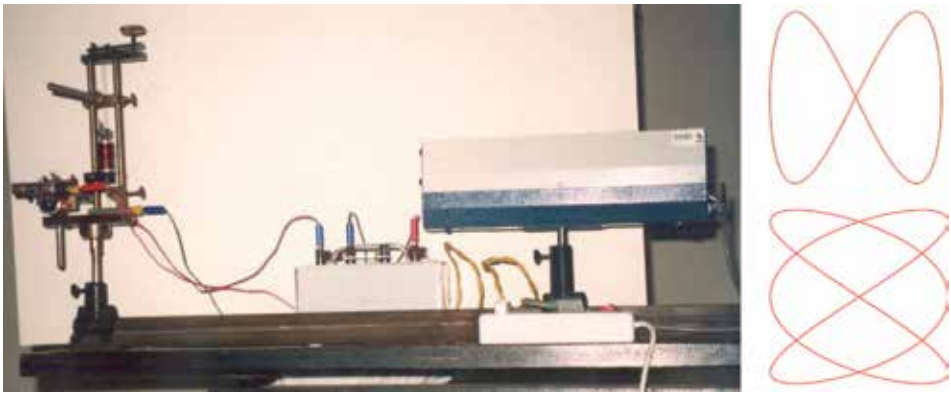
[7] Prof. dr. sc. Vladimir Knapp, Zavod za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.

tvornice Iskra u Kranju, a jedan laser nabavljen je iz uvoza. Laser se koristio na predavanjima iz opće fizike, najčešće u pokusima iz optike uz sudjelovanje asistenta Tomislava Gjurića. Neki od pokusa u kojima se koristio laser su: Primjena totalne refleksije svjetlosti iz lasera u optičkom vlaknu, Lissajousove krivulje, Difrakcija svjetlosti na pukotinama, Rekonstrukcija holograma, Michelsonov intereferometar, Faradayev efekt. Neki primjeri pokusa koji se pokazuju na predavanjima dani su na slikama 1. − 4.

U laboratorijskim vježbama iz Fizike 2 laser se kao izvor koherentne svjetlosti koristi u nekoliko vježbi (Modulacija stalne snage laserskog snopa pomoću polaroida, Interferencija svjetlosti − Youngov pokus).



Slika 1.: Primjena totalne refleksije svjetlosti iz lasera u optičkom vlaknu



Slika 2.: Lissajousove krivulje

Slika 3.: Michelsonov intereferometar

Slika 4.: Rekonstrukcija holograma

Kolegij Fizika lasera uveden je kao izborni u programu ETF-4 u akademskoj godini 1978./1979. Kolegij se sastojao od dva sata predavanja i dva sata laboratorijskih vježbi. Ustrojen je i laboratorij za potrebe održavanja vježbi. Upute za laboratorijske vježbe nalazile su se u udžbeniku: V. Lopašić, V. Kos, V. Henč-Bartolić: *Mjere i mjerenja u fizici*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1981. Sastavni dio kolegija bile su laboratorijske vježbe:

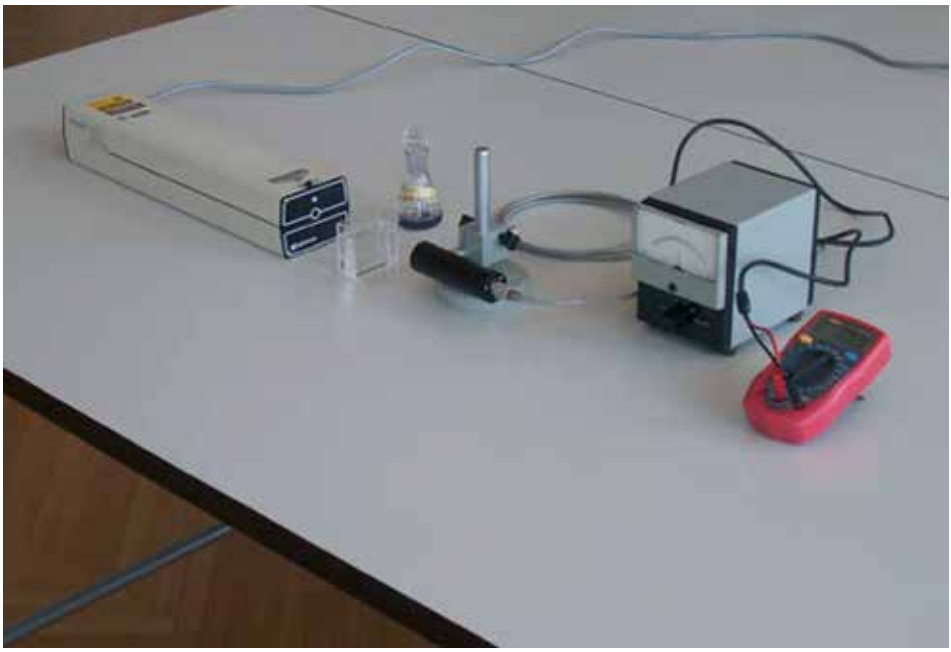
1. Određivanje indeksa loma prizme
2. Određivanje koeficijenta apsorpcije otopine
3. Raspodjela zračenja u optičkom vlaknu
4. Određivanje Verdetove konstante – Faradayev efekt
5. Proračun nestabilnog konfokalnog rezonatora.

Kolegij je izazvao velik interes studenata zbog sve veće primjene lasera u znanosti, tehnici i svakodnevnom životu. Kolegij Fizika lasera nastavio se i na FER-1 programu koji je počeo akad. god. 1994./1995. U izvođenju nastave tad se pridružila profesorica Lahorija Bistričić koja je uvela auditorne vježbe. U novom nastavnom planu FER-2, uvedenom akad. god. 2004./2005., kolegij Fizika lasera uveden je na diplomskom studiju u grupi Predmeta matematike, fizike i prirodoslovlja. Nositelj kolegija bila je Lahorija Bistričić, a u dotjerivanju laboratorijskih vježbi i izradi nove vježbe (Određivanje polumjera laserskog snopa) i pisanju uputa sudjelovao je profesor Saša Ilijić[8]. Neke od laboratorijskih vježbi prikazane su na slikama 5. − 7.

Kolegij Fizika lasera nalazi se i u novom FER-3 programu, a predviđeno je povećanje broja laboratorijskih vježbi. Za potrebe kolegija napisani su nastavni materijali:

Slika 5.: Određivanje indeksa loma prizme

8 Izv. prof. dr. sc. Saša Ilijić, Zavod za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.



Slika 6.: Određivanje koeficijenta apsorpcije otopine

Slika 7.: Određivanje polumjera laserskog snopa

1. V. Henč-Bartolić, L. Bistričić, *Predavanja i auditorne vježbe iz fizike lasera*, Sveučilšni udžbenik − odobrio Senat Sveučilišta u Zagrebu odlukom br. 02-1485-3-1999 od 16. 05. 2000. godine, Element, 2003.
2. L. Bistričić: *Fizika lasera, predavanja*; www.fer.unizg.hr/predmet/fizlas_a
3. L. Bistričić, S. Ilijić: *Laboratorijske vježbe iz fizike lasera*, ww.fer.unizg.hr/predmet/ fizlas_a

Na poslijediplomskom studiju FER-a kolegij Fizika lasera uveden je 1983. godine u grupi Temeljnih i znanstvenousmjeravajućih kolegija. Nositelji kolegija su bili V. Henč-Bartolić i akademik Goran Pichler[9]. Naziv kolegija 1997. godine promijenjen je u Fizika lasera i elektrooptika. Nositelji kolegija su bili: od 2002. do 2004. V. Henč-Bartolić, G. Pichler i profesor Hans-Joachim Kunze[10]; od 2004. do 2008. L. Bistričić, G. Pichler, H.-J. Kunze, od 2009. L. Bistričić i G. Pichler.

2. Dušikov laser

Višnja Henč-Bartolić je 1983. i 1991. godine koristila tromjesečnu DAAD stipendiju na Sveučilištu Ruhr u Bochumu, SR Njemačka, i uspostavila dugogodišnju suradnju na znanstvenim projektima koje je vodio prof. dr. sc. Hans-Joachim Kunze. Radu na tim projektima pridružilo se nekoliko znanstvenika iz Hrvatske: Željko Andreić[11], Sanda Pleslić[12], Vesna Borjanović[13], Davor Gracin[14], Eva Kovačević[15].

Na Sveučilištu Ruhr u Bochumu razvijen je pod vodstvom H.-J. Kunzea dušikov laser sličan laseru opisanom u prethodno objavljenim radovima [3, 4]. Kao rezultat suradnje sa Sveučilištem Ruhr, Zavod za primijenjenu fiziku FER-a dobio je dvije laserske cijevi s priborom za dušikov laser. Dušikov laser konstruiran na ZPF-u pušten je u pogon 1997. godine kao uređaj za znanstvena istraživanja i kao nastavno pomagalo. U konstrukciji lasera uz Višnju Henč-Bartolić sudjelovao je Stjepan Bobeta, laborant na Zavodu za osnove elektrotehnike i električka mjerenja te student Davor Pipić.

[9] Akademik Goran Pichler, HAZU.

[10] Hans-Joachim Kunze, Ruhr Universität Bochum, Njemačka.

[11] Prof. dr. sc. Željko Andreić, Rudarsko-geološko naftni fakulte Sveučilišta u Zagrebu.

[12] Doc. dr. sc. Sanda Pleslić, Zavod za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva.

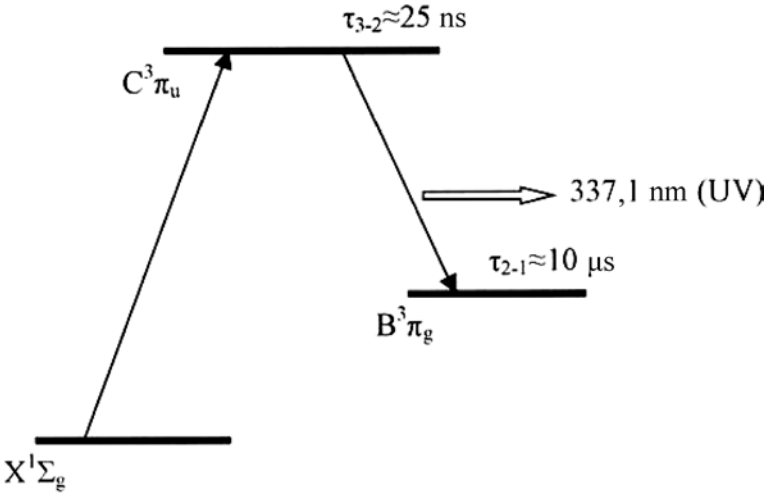
[13] Izv. prof. dr. sc. Vesna Borjanović (1958. – 2016.), Zavod za primijenjenu fiziku Fakulteta elektrotehnike i računarstva.

[14] Dr. sc. Davor Gracin, Institut *Ruđer Bošković* u Zagrebu.

[15] Dr. sc. Eva Kovačević, Université d'Orléans, Francuska.

2.1. Konstrukcija N_2 lasera

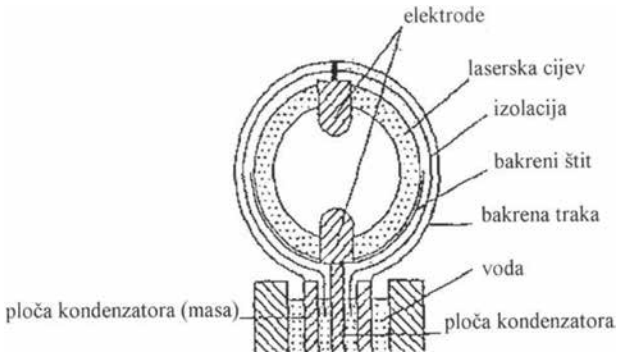
Laserska akcija u molekulama dušika odvija se između elektronskih razina, slika 8. Postoji nekoliko mogućnosti za ostvarenje laserske akcije. Prva mogućnost odgovara prijelazima između elektronskih stanja $B^3\Pi_g$ i $A^3Z_{\mu+}$, pri čemu se dobije velik broj prijelaza u području valnih duljina ~760 nm (vidljivi dio spektra). Emisija se ostvaruje u impulsnom načinu rada s vršnom snagom od 100 W. Druga su mogućnost prijelazi između tripletnih stanja $C^3\Pi_u \rightarrow B^3\Pi_g$ koji su u UV području. U spektru se pojavljuju 24 linije s valnim duljinama između 337,044 nm i 337,144 nm. Postoji još jedna grupa prijelaza između singletnih stanja kod kojih je emisija u infracrvenom području.



Slika 8.: Energijske razine molekule N_2

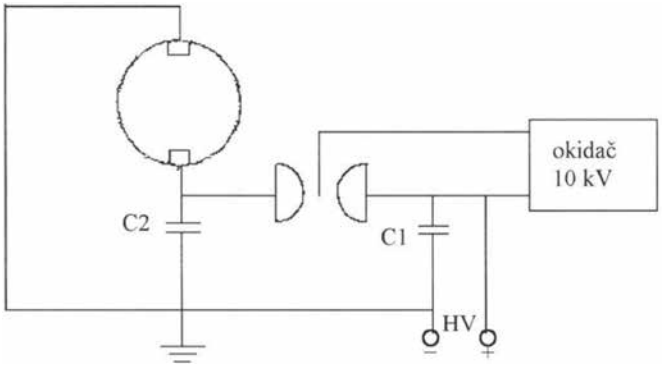
Kod N_2 lasera koriste se prijelazi u UV području. Brzim elektronskim pražnjenjem dobivaju se elektroni kinetičke energije 16 eV koji u sudaru pobuđuju molekulu dušika s osnovne razine $X^1\Sigma_g$ na gornju razinu $C^3\Pi_u$. Vrijeme života gornje razine je 25 ns, što je vrlo kratko, a donja razina je dugoživuća (10 μs) pa laser radi u impulsnom načinu rada. Dušikov laser razlikuje se od ostalih lasera upravo po tome što je gornja laserska razina kratkoživuća, a kod ostalih je lasera ona dugoživuća.

Slika 9. prikazuje osnovnu strukturu lasera na ZPF-u. Laserska cijev postavljena je iznad vodenog kondenzatora. Donja elektroda lasera spojena je direktno na srednju ploču kondenzatora po cijeloj njezinoj duljini (1 m). Takvim spajanjem znatno je smanjena induktivnost veze i osigurano brže i homogenije



Slika 9.: Izvedba dušikova lasera

pražnjenje. Gornja elektroda lasera spojena je pomoću bakrene cilindrične trake na vanjske ploče vodenog kondenzatora. Elektrode su udaljene 38 mm. Radi što bolje homogenosti pražnjenja i veće neosjetljivosti na tranzijentno polje (koje generira bakrena traka), niži dio laserske cijevi zaštićen je bakrenim oklopom spojenim na nižu elektrodu lasera. Bakrene trake međusobno su izolirane slojem hostafan (*mylar*) folije debljine 0,25 mm. Ta izolacija ograničava radni napon na oko 30 kV.



Slika 10.: Shema napajanja

Slika 10. prikazuje električnu shemu napajanja dušikova lasera. Vodeni kondenzator nabija se indirektno, izbijanjem drugog niskoinduktivnog kondenzatora. Prvo se nabija kondenzator C1, pa se okine C2 koji na taj način nabija elektrode. Nužan je vrlo nagli izboj pa se koriste posebni kondenzatori bez induktiviteta, koji se prazne kad se postigne određeni napon. Brzina repeticije je 0,5 − 1,0 Hz. Laserska cijev, vodeni kondenzator i uređaj za napajanje smješteni su u zatvorenom metalnom kućištu, slike 11. i 12. Laserska cijev evakuira se

Slika 11.: a) Laserska cijev iznad vodenog kondenzatora, b) uređaj za napajanje

Slika 12.: Dušikov laser

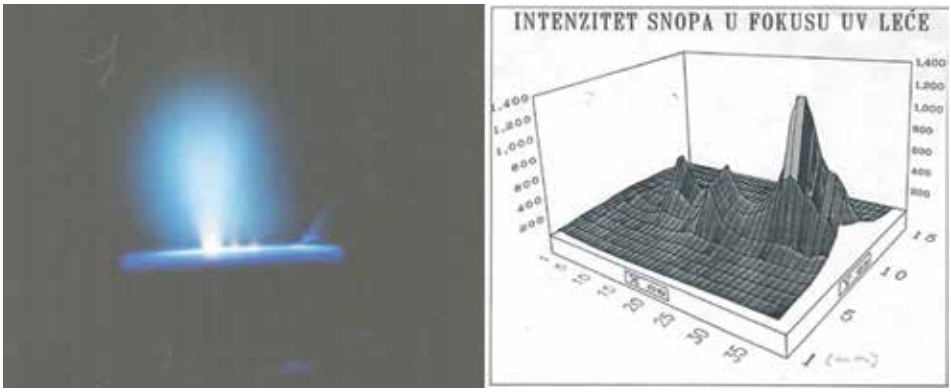
s pomoću vakuumske pumpe, a nakon toga u cijev se pušta dušik iz spremnika (boce) u kojem se nalazi dušik čistoće 99,999 %.

Pojačanje laserskog medija iznimno je veliko tako da nije potreban rezonator. Umjesto rezonatora koristi se zrcalo koje usmjerava zračenje na drugi kraj cijevi, odnosno na izlaz lasera. Laserska cijev zatvorena je dvama kvarcnim prozorima postavljenim pod Brewsterovim kutom. Duljina trajanja impulsa je 6 ns. Laser emitira zračenje valne duljine 337,1 nm, najveća snaga po jedinici površine je 130 MW/cm^2, a energija po jedinici površine 1,1 J/cm^2.

Slika 13.: Studenti tijekom rada s dušikovim laserom

2.2. Istraživanja s dušikovim laserom

Konstruirani dušikov laser koristio se u znanstvenim istraživanjima u kojima se promatrala interakcija laserskog snopa i površine metala ili legure, slika 13. Mete su bile na sobnoj temperaturi ili zagrijane na 360 ± 20 °C. Kod fokusiranja laserskog zračenja na metalnu površinu, na njoj se pojavljuje plazma, slika 14. Plazma se analizirala spektroskopski.



Slika 14.: Plazma nastala nakon ozračivanja aluminijske mete

U istraživanja su bili uključeni studenti, što je rezultiralo dvama magistarskim radovima i dvama radovima za koje su studenti dobili Rektorovu nagradu:

1. Kovačević, Eva. *Mjerenje djelovanja laserskog snopa na čvrste podloge*, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 22. 11. 2000., 61 str., voditelj: Višnja Henč-Bartolić.

2. Pipić, Davor. *Interakcija nanosekundnog ultraljubičastog laserskog snopa s metalnim površinama*, magistarski rad, Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 06. 12. 2011, 71 str., voditelj: Bistričić, Lahorija.

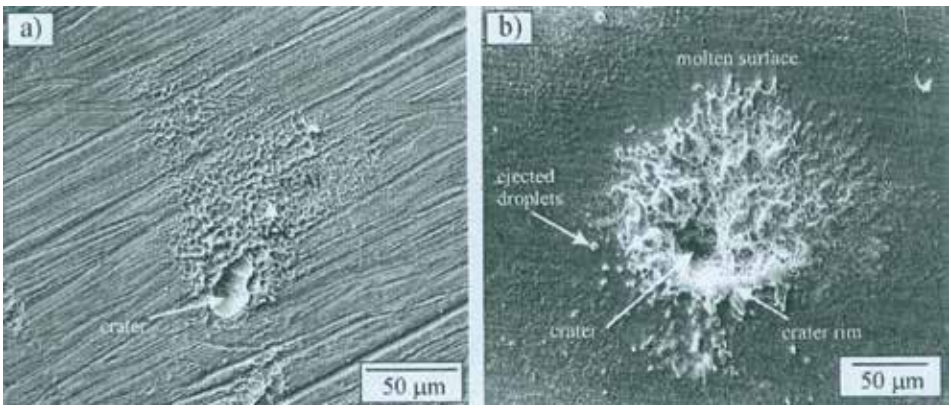
3. Dijana Slačanac, Eva Kovačević, *Svojstva lasera s bojom pobuđenog dušikovim laserom*, Rektorova nagrada ak. god. 1995./1995., Voditelj: Višnja Henč-Bartolić.

4. Zvonimir Čimić, Igor Perović, *Sastavljanje i ispitivanje dušikovog lasera*, Rektorova nagrada ak. god. 1997./1998., voditelj: Višnja Henč-Bartolić.

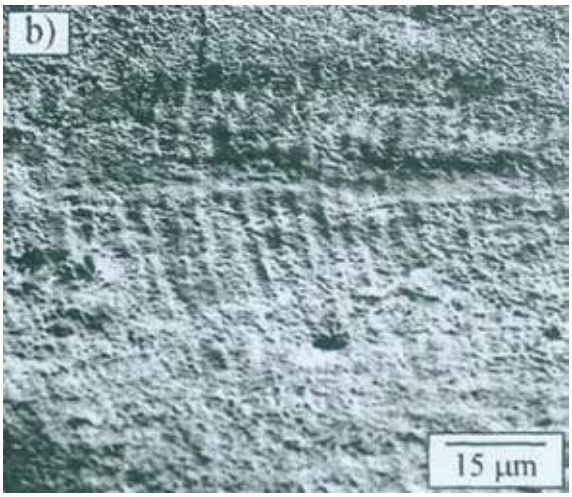
Istraživanja s dušikovim laserom rezultirala su s više objavljenih znanstvenih radova. Prvi radovi vezani su uz istraživanje dinamike plazme nastale interakcijom laserskog snopa i čiste aluminijske površine [5, 6]. Plazma nastala na površini čistog titanija analizirana je spektroskopski [7].

Kod interakcije laserskog snopa s površinom kristalnog silicija i bakra uočena je pojava kapljica oko područja oštećenja površine koje su se pojavile kao rezultat hidrodinamičke nestabilnosti otopljenog površinskog sloja [8, 9].

Numeričko modeliranje interakcije laserskog snopa s površinom omogućilo je procjenu temperature površine mete u ovisnosti o vremenu. Teorijske vrijednosti uspoređene su s eksperimentalnim podacima za laserski proizvedenu plazmu na metama od Mg, Al i Si [10, 11].



Slika 15.: Površina bakra na sobnoj temperaturi nakon ozračivanja dušikovim laserom: a) nakon 10 impulsa, b) nakon 100 impulsa [14]



Slika 16.: Dio zagrijane površine bakra nakon ozračivanja sa 100 impulsa [14]

U radovima u kojima se istraživala interakcija laserskog snopa s površinom legura Cu-Sn-Zn-Pb, topografija površine promatrana je s pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa te s pomoću fokusiranog ionskog snopa [12, 13].

U zadnjem radu istraživan je utjecaj temperature površine bakra na morfologiju površine nakon ozračivanja laserskim snopom, slike 15. i 16. [14].

Literatura

[1] Monografija *Istinita čarolija BRANIMIR MARKOVIĆ, Učenici o učitelju*, Školska knjiga, Zagreb, 2009. – urednica Branka Milotić.

[2] Spomenica, *40. obljetnica Fakulteta elektrotehnike i računarstva 1956. − 1996.*

[3] R. Cubeddu, S. Curry. A simple high-power pulsed nitrogen laser, *IEEE Journal of Quantum Electronics*, Volume 9, Issue 4, April 1973.

[4] U. Rebhan, J. Hildebrandt, G. Skopp. A high power N_2-laser of long pulse duration, *Applied Physic*, 23, 341–344 (1980).

[5] Andreić, Željko; Henč-Bartolić, Višnja; Kunze, Hans-Joachim. Aluminum plasma produced by a nitrogen laser, *Physica Scripta*, 47 (1993), 3; 405–412.

[6] Andreić, Željko; Henč-Bartolić, Višnja; Kunze, Hans-Joachim. Dynamics of Aluminum plasma produced by a nitrogen laser, *Physica Scripta*, 48 (1993), 3; 331–39.

[7] Henč-Bartolić, Višnja; Andreić, Željko; Kunze, Hans-Joachim. Titanium Plasma produced by a nitrogen laser, *Physica Scripta*, 50 (1994), 4; 368–370.

[8] Andreić, Željko; Henč-Bartolić, Višnja; Gracin, Davor; Stubičar, Mirko. Droplet formation during laser sputtering of silicon, *Applied surface science*, 136 (1998) , 1–2; 73–80.

[9] Henč-Bartolić, Višnja; Andreić, Željko; Stubičar, Mirko; Kunze, Hans-Joachim. Nitrogen Laser Beam Interaction with Copper Surface. *Fizika A*, 7 (1998), 4; 105–112.

[10] Pleslić, Sanda; Andreić, Željko. Laser-produced plasmas on Mg, Al and Si surfaces, *Fizika A*., 14 (2005); 107–118.

[11] Pleslić, Sanda; Andreić, Željko. Numerical modelling of laser beam-target interaction near the plasma-formation threshold, *Vacuum*, 72 (2004), 4; 439–444.

[12] Henč-Bartolić, Višnja; Bončina, Tonica; Jakovljević, Suzana; Pipić, Davor; Zupanič, Franc. The action of laser on an Aluminium target, *Materiali in tehnologije*, 42 (2008), 3; 111–115.

[13] Zupanič, Franc; Bončina, Tonica; Pipić, Davor; Henč-Bartolić, Višnja. UV N-2 laser ablation of a Cu-Sn-Zn-Pb alloy: Microstructure and topography studied by focused ion beam, *Journal of Alloys and Compounds*, 465 (2008), 1–2; 197–204.

[14] Henč-Bartolić, Višnja; Bončina, Tonica; Jakovljević, Suzana; Panjan, Petar; Zupanič, Franc. Damage caused by a nanosecond UV laser on a heated copper surface, *Applied surface science*, 378 (2016); 357–361.

Introduction of Lasers to the Department of Applied Physics at the University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing

Višnja Henč-Bartolić and Lahorija Bistričić

Abstract: The paper presents the introduction of lasers to physics classess at the University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing. The course "Laser Physics" was introduced to the graduate study course, with laboratory work and a textbook was written. The course "Laser Physics and Electro-Optics" was introduced to the PhD course. The construction of the nitrogen laser and the interaction of laser beam with metallic and alloy surfaces are presented.

Keywords: laser physics, nitrogen laser, Department of Applied Physics

Darko Žubrinić

Nastava hrvatskog jezika, matematike i fizike tijekom školovanja Nikole Tesle u Hrvatskoj

Sažetak: Tijekom školovanja Nikole Tesle u Velikoj realki u Rakovcu (koji je danas dio Karlovca), ključnu je ulogu imao njegov profesor Martin Sekulić. O njemu Tesla piše u svojoj *Autobiografiji*: "Jako sam se zainteresirao za elektricitet pod poticajnim utjecajem mojeg profesora fizike, koji je bio genijalan čovjek i često je prikazivao fizikalne zakone s pomoću aparata koje je sam izmislio." U članku je dan prikaz o nastavi u toj školi u vrijeme kad ju je Nikola Tesla pohađao u razdoblju 1870. − 1873. (od svoje 14 do 17 godine), s osobitim naglaskom na nastavu hrvatskog jezika, matematike i fizike. Temelj za ovaj članak izvorni je ljetopis Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu u hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini za školsku godinu 1872./3. i 1873./4., objavljen na hrvatskom i njemačkom jeziku u gradu Zagrebu godine 1874.

Ključne riječi: Nikola Tesla, Hrvatska, Rakovac, Karlovac, Velika realka, hrvatsko-slavonska vojna granica, izobrazba Nikole Tesle, hrvatski jezik, matematika, fizika, Martin Sekulić, ljetopis, Gimnazija u Karlovcu

Članak čini cjelinu s već objavljenim člankom (Žubrinić: 2017.), iako se može čitati i neovisno o njemu. U spomenutom članku podrobno je obrađen iznimno velik značaj Martina Sekulića kao Teslina profesora u području fizike i elektrotehnike, u razdoblju od 1870. do 1873. godine, kad je Tesla pohađao Veliku realku u Rakovcu, tada pored Karlovca. U ovom ćemo se članku

uglavnom pozabaviti nekim od ključnih predmeta tijekom izobrazbe u spomenutoj školi, koja je Teslu nadahnula za ozbiljno proučavanje elektrotehnike.

Temelj za članak dvojezični je hrvatsko-njemački ljetopis Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu (danas dio Karlovca), objavljene u Zagrebu godine 1874. pod naslovom:

> *Achter Jahresbericht der k. k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k. k. kroatisch-slavonischen Militär-Grenze am Ende der Schuljahre 1872/3 und 1873/4*. (*Osmo godišnje izvješće Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu u hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini za školsku godinu 1872./3. i 1873./4.*, 60 str.)

Ažurnošću sadašnje Gimnazije u Karlovcu, a to je upravo nekadašnja Velika realka, ova je knjiga svima dostupna putem mreže; vidi Digitalizirana školska izvješća u popisu literature na kraju članka. Knjiga obaseže 60 stranica te još dva dvolista, označena kao dodatne stranice 61 i 62. Veći dio otisnut je usporedno na hrvatskom i njemačkom jeziku, dok je dio objavljen samo na hrvatskom jeziku, a dio samo na njemačkom.

Achter Jahresbericht

der

k. k. Ober-Realschule

zu

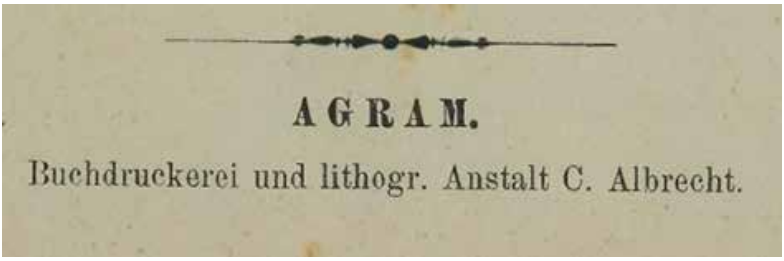
RAKOVAC

in der k. k. kroatisch-slavonischen Militär-Grenze

am Ende

der Schuljahre 187²/₃ und 187³/₄.

Slika 1.: Dio naslovne stranice ljetopisa Velike realke u Rakovcu za dvije školske godine, 1872./1873. i 1873./1874. Primijetite da se Vojna granica (Krajina) zove hrvatsko-slavonska vojna granica.



Slika 2.: Donji dio naslovne stranice na kojoj je naznačena zagrebačka tiskara C. Albrechta u kojoj je ljetopis Velike realke u Rakovcu tiskan

Ljetopis Velike realke sadrži sljedeće cjeline: stručno-znanstvenu studiju jednog od nastavnika, školske vijesti, okvirni nastavni plan i program, teme školskih zadaća, popis djelatnika, podatke o opremljenosti profesorske knjižnice i stručnih kabineta te tablice mjesečnih i godišnjih mjerenja obavljenih u školskoj meteorološkoj postaji. Ljetopis pokazuje visoku organiziranost rakovačke škole (koja je danas Gimnazija u Karlovcu) te izvrsne kvalifikacije i entuzijazam njezinih profesora. Svi nastavnici bili su lijepo uniformirani; vidi fotografiju u (Žubrinić: 2017.). U knjizi je uvijek ispred njihova imena stavljana titula 'profesor' bez kraćenja, što ukazuje na dignitet učiteljske struke.

U vrijeme nastanka ljetopisa dijelovi hrvatskog teritorija pod službenim nazivom Hrvatsko-slavonska vojna granica bili su radi još uvijek postojeće turske opasnosti isključeni iz izravne uprave Hrvatske te podvrgnuti upravi Beča.

Ljetopis počinje zanimljivom studijom Mije Brašnića, namjesnog učitelja povijesti na Velikoj realki u Rakovcu, pisanoj hrvatskim jezikom pod naslovom *Županije u današnjoj Hrvatskoj, Slavoniji i vojnoj krajini od g 1102−1301*, na stranicama 3−18. Na tu se studiju na stranicama 18−23 odmah nadovezuje još jedna Brašnićeva vrlo interesantna rasprava pod naslovom *Panonski grad Cibalium*. Riječ je o savjesno pisanim člancima visoke stručnosti, s elementima izvornog znanstvenog rada. Tako Brašnić ispravlja neke pogrešne podatke iz postojeće literature. Popis korištene literature za ta dva članka dosta je opsežan i sastoji se od knjiga i citata izvorno pisanih na latinskom, grčkom, njemačkom i hrvatskom jeziku. Brašnićev članak vrlo je jasan dokaz visoke razine profesora u rakovačkoj školi u vrijeme kad se ondje školovao Nikola Tesla. Raniji i kasniji ljetopisi Velike realke u Rakovcu, koji su u pravilu objavljivani svake dvije godine, stavljali su na početku knjige članke svojih nastavnika iz raznih struka, uključujući i matematiku.

Čitatelju će biti zanimljivo na primjeru Mije Brašnića vidjeti kakva pravila vladaju u hrvatskom jeziku u vrijeme kad školu u Rakovcu pohađa Nikola Tesla, tj. početkom 1870-ih. Primjerice, pravopis je tradicionalni, ne provodi se jednačenje suglasnika po zvučnosti, tzv. dugi jat bilježi skupinom *ie*, a što se tiče gramatičkih razlika, prepoznatljiv je nastavak *-ah* u genitivu množine, kao i neujednačeni

nastavci u drugom licu množine. Pogledajmo za ilustraciju neke nasumce odabrane riječi koje se pojavljuju u Brašnićevim prilozima (ovdje i kasnije u članku u uglate su zagrade stavljena objašnjenja i primjedbe autora ovog članka D. Ž.):

> priobćena, priobćio, nacrtah [nacrtima], spomenicih [spomenicima], poviest, stanovničtvo, izključivo, Frankapani, cielosti, sviet, dvovrstni, njekoje [neke], nu, mnienja, izpod, sbirci, po bliže [pobliže], sudcem [sudcima], sudca, Niemci, ako prem [premda, iako], siečnja, naselbina, mlogih listinah [mnogih listina], opazke, razpravljahu, požežka [požeška], parižkom [pariškom], mnienje, jerbo, na pokon [napokon], viest.

Na isti način u to vrijeme pišu August Šenoa (iako se po njegovim posmrtno objavljenim knjigama to ne bi reklo), Bogoslav Šulek, Dragutin Antun Parčić i mnogi drugi istaknuti hrvatski književnici i leksikografi.

U ljetopisu Velike realke slijedi zatim Poglavlje II. s naslovom na hrvatskom (Školske věsti) i njemačkom jeziku (*Schulnachrichten*). Pritom se u to vrijeme često pojavljuje znak **ě** (npr. u riječima bělo i pěsma). Riječ je o tzv. znaku 'jat' (ili 'rogatom e'), čija svrha je da se izgovara kao *ije* ili *je* za ijekavce (na pr. b*ije*lo, p*je*sma), kao *i* za ikavce (b*i*lo, p*i*sma), te kao *e* za ekavce (b*e*lo, p*e*sma). Uveo ga je Belostenec (iz češkog pravopisa, gdje se koristi i danas), prihvatio Ljudevit Gaj, ali je već tijekom XIX. stoljeća napušten, uz kasniju povremenu uporabu **ie** umjesto **ě** (na pr. b*ie*lo i p*ie*sma), što se može vidjeti u spomenutim člancima Mije Brašnića. Pritom treba primijetiti da je **ě** uveden u češki pravopis još u vrijeme Jana Husa (početkom XV. stoljeća, a također i **č**, **ž**, **š**, **ř**), nadahnut hrvatskom glagoljicom kod hrvatskih glagoljaša benediktinaca u Pragu, za koje je znameniti češki kralj Karlo IV. dao izgraditi poseban samostan Emaus (ili Na Slovanech, u dijelu Praga koji se i danas zove Nové Město), odlukom donesenom s dopuštenjem tadašnjeg pape još godine 1348. Time se zatvara jedan vrlo interesantan prostorni i vremenski lingvistički krug, koji putem hrvatske glagoljice snažno spaja hrvatsku i češku pisanu kulturu. Više o tome pogledajte u (Žubrinić: Hrvatska glagoljica u Češkoj). Zanimljivo je da dva članka Mije Brašnića nigdje ne sadrže znak **ě** za 'jat', nego samo **ie**, što je odraz pravopisnih previranja u hrvatskom jeziku tijekom XIX. stoljeća. Iz tog je razloga spomenuti ljetopis pravopisno neujednačen. To, međutim, ne stvara nikakve poteškoće za razumijevanju štiva. Evo, dakle, naslova Poglavlja II., u kojem se na mnogim mjestima pojavljuje znak **ě** za 'jat':

I. Školske věsti
SCHULNACHRICHTEN.

Osim u očitim iznimkama, citirani dijelovi ljetopisa bit će osjenčeni sivom bojom, kao što je vidljivo u navedenom naslovu. U Poglavlju II. Ljetopisa štivo

je pisano usporedno na njemačkom (na parnim stranicama, tj. lijevim) i na hrvatskom jeziku (na neparnim stranicama, tj. desnim). Za potrebe našeg članka prenosimo, razumije se, samo odgovarajuće štivo na hrvatskom jeziku. Navodimo najprije imena profesora koji su u Velikoj realki u Rakovcu predavali Nikoli Tesli. Među njima je svakako najvažniji Martin Sekulić koji je Nikolu Teslu oduševio za elektrotehniku (a o čemu nam Tesla piše značajne riječi u svojoj *Autobiografiji*: "(...) imao sam genijalnog professora u Karlovcu, koji me je oduševio za elektrotehniku..."), te je već radi toga jedan od najvažnijih profesora koje je Tesla imao u cjelokupnom svojem školovanju; vidi (Žubrinić: 2017.). Njegovo je ime u postojećoj literaturi, domaćoj i stranoj, gotovo sasvim prešućeno. Vrijeme je da se ta nepravda ispravi.

A. Učiteljsko osoblje.
a) **obligatni** [obvezni] **predmeti**.
1. **Ravnatelj** Šišman Šoštarić pl. Letovanić, član zemaljskoga školskoga věća za hrvatsko-slavonsku Krajinu; za prirodopis, matematiku i fiziku.
2. **Profesor** Augustin Löffler, dopisujući član matematičkoga družtva u Pragu, pravi član meteorologičkoga zavoda u Beču, za matematiku i fiziku, vodio je meteorologička opažanja na ovom zavodu; čuvar gimnastičkih učilah.
3. **Profesor** Martin Sekulić, za mechaniku i matematiku; čuvar prirodoslovne sbirke.
4. **Profesor** Franjo Kreminger, član izpitnoga pověrenstva za obće pučke i gradjanske škole u Petrinji; za opisno měrstvo i matematiku; knjižničar i čuvar prirodopisne i geometričke sbirke.
5. **Profesor** Josip Jagunić, član kotarskoga školskoga věća, za rimo-katoličku věrouku i hrvataki jezik.
6. **Profesor** Nikola Živković, prisědnik duhovnoga stola, za grčko-iztočnu věrouku i hrvatski jezik.
7. **Profesor** Petar Tomić, za pověst, zemljopis i francuzki jezik.
8. **Realni učitelj** Ivan Jamnicky, pravi član austrijskoga družtva za meteorologiu, dopisujući član Gabelsbergerovoga stenograf. družtva u Beču, za lučbu [kemiju], němački jezik i krasopis, čuvar lučbarnice [kemijskog kabineta]; prideljen od c. kr. male realke u Gospiću.
9. **Realni učitelj** Stěpan Vorgić za pověst, zemljopis i hrvatski jezik, čuvar učilah za zemljopis; priděljen od c. kr. male realke u Gospiću.
10. **Nam. učitelj** Mio Brašnić, za pověst, zemljopis i němački jezik. -
11. **Nam. učitelj** Gjuro Fridrich, za prostoručno risanje, čuvar učilah za ovu struku.
12. **Nam. učitelj** Radoslav Grgić za aritmetiku.
Rabin. Aron Reich podučavao je učenike Mojsijeve věre.

b) **U relativno- i neobligatnih predmetih podučavaše**
1. **Profesor** A u g u s t i n L ö f f l e r gimnastiku u 2. tečaju, 6 oddělah, svaki odděl 2 sata na tjedan.
2. **Profesor** F r a n j o K r e m i n g e r, hrvatsku stenografiju u oba tečaja 1 sat na tjedan,
3. **Profesor** P e t a r T o m i ć francuzki jezik u nižjoj realci u 2 odděla, svaki po 2 sata na tjedan, u 2. tečaju preuzeo je taj predmet ravnatelj zavoda.
4. **Profesor** N i k o l a Ž i v k o v i ć učenike grčko-iztočnoga věroizpovědanja u crkvenom pěvanju 1 sat na tjedan.
5. **Realni učitelj** I v a n J a m n i c k y němačku stenografiu 1 sat na tjedan.
6. **Nam. učitelj** G j u r o F r i d r i c h u modellovanju.
7. **Učitelj glasbe** V i n k o K n a p p u pěvanju; u I. tečaju dva, u II. tečaju tri sata na tjedan.
Visoko c. kr. vojno zapovědničtvo u Zagrebu nagradilo je podučavanje u otih predmetih.
Podvornici.
Andrija Ranilović i Mijo Gojković.

Spomenuti profesor Martin Sekulić pokopan je pod imenom Martin pl. Sekullić (s dvostrukim ‘l’) na zagrebačkom groblju Mirogoj, pedesetak metara od glavnog ulaza nalijevo, slika 3. O njemu i o njegovoj važnosti za školovanje Nikole Tesle puno ćete dodatnih podataka pronaći u članku (Žubrinić: 2017.).

Slika 3.: Grob Martina Sekulića (1833. − 1905.), Teslina vrlo značajnog profesora u Rakovcu, nalazi se na zagrebačkom groblju Mirogoj, blizu glavnog ulaza. Njegovo prezime zapisano je kao Sekullić, tj. s dvostrukim ‘l’

Nadalje, odabrat ćemo i obraditi samo tri od ukupno petnaestak školskih predmeta koje je na Velikoj realki u Rakovcu slušao Nikola Tesla: hrvatski jezik, matematiku i fiziku. Zanimljivo je da se ime hrvatskog jezika počevši od četvrtog razreda pisalo kao hèrvatski jezik, čime se bilježila tzv. slogotvornost slova ‘r’ (npr., i u riječima poput smèrt i pèrst; za usporedbu, u ruskom jeziku se i danas govori i njihovom ćirilicom piše см*ер*ть i п*ер*ст). Međutim, taj je običaj pisanja **èr** umjesto ‘r’ u hrvatskom jeziku uskoro napušten. Što se ljetopisa tiče, ispustili smo imena razrednika pojedinih razreda jer nam ona u članku nisu važna. Evo najprije popisa obveznih predmeta za sve učenike, dakle i za Nikolu Teslu, kako je navedeno u ljetopisu Velike realke u Rakovcu tiskanom godine 1874. u Zagrebu.

Naučna osnova za šk. god. 1872
Obvezni predmeti realcem.
I. Razred
Hrvatski jezik. Glasoslovje [fonologija] i glavniji nauk iz oblikoslovja [morfologije]. Glavni dělovi izreke [rečenice]. Čitanje i tumačenje čitanke. Pismene vježbe ponajviše školske. Slovnica [gramatika] i čitanka Veberova. 3 ure na tjedan.
Mathematika. Dekadički brojni sustav do izključivo računanja sa višeimenimi cielimi i slomljenimi [racionalnim] brojevi. 4 sata na tjedan.

II. Razred
Hrvatski jezik. Obširniji nauk iz oblikoslovja. Nastavak o izrekah. Čitanje i tumačenje čitanke. Pismene vježbe ponajviše školske. Slovnica i čitanka Veberova. 3 sata na tjedan.
Mathematika. Oměri i razměri sa porabom na měru, utez i novac. Jednostavni kamatni račun. 4 sata na tjedan.
Geometrija i geometrijsko risanje. Planimetrija. Crtanje šestilom [šestarom] i linealom [ravnalom]. 3 sata na tjedan.

III. Razred
Hrvatski jezik. Opetovanje oblikoslovja. Iz Veberove skladnje o porabi padeža i o predlozih. Pismene věžbe primérene potrebi praktičnog života. Čitanka propisana za 3. gimn. razr. 3 sata tjedan.
Mathematika. Sastavljeni razměri [dvojni razlomci], poraba ovih u tèrgovini. Četiri vèrsti računanja sa obćimi brojevi, 2. i 3. uzmnož [potenciranje] i proizvadjanje [vađenje] 2. i 3. korena. 4 sata na tjedan.
Prirodoslovje. [fizika] Obća svojstva tělesa. Toplota protežuć se na krutine, kapljevine [tekućine] i plinove. Magnetizam i munjina [elektricitet]. 4 sata na tjedan.
Geometrija i geometrijsko risanje. Stereometrija. Uporaba kod techničkih predmeta.

IV. Razred[1]
Hèrvatski jezik. Opetovanje odnosno nastavak Veberove skladnje. Važnija iz stihotvorstva. Pismene věžbe s osobitim obzirom na potrebu praktičnog života. Čitanka propisana za 4. gimn. razr. 3 sata na tjedan.
Mathematika. Znanstvena obuka 4 vrsti računanja sa obćimi brojevi, ulomci [razlomci], jednačbe 1. stepena sa 1 i 2 nepoznanice. Planimetrija pravocèrtnih oblika. 4 sata na tjedan.
Prirodoslovje. Obći zakoni statike i dinamike tělesa u sva tri naravna odnošaja. Zvuk i světlo. 3 sata na tjedan.
Deskriptivna geometrija i geometrijsko risanje. Zadaće iz planimetrije i stereometrije. Krivulje u ravnini. Pravokutna projekcija točke i cèrta.

[1]Nikola Tesla je taj razred upisao 1870. godine.

V. Razred[2]

Hèrvatski jezik. Poznavanje naše novije književnosti. Čitanje i tumačenje velike čitanke knj. 2. propisane za gornju gimnaziju. Važniji i potrebniji nauk iz retorike. Pismene vĕžbe školske i domaće prema propisu. 3 sata na tjedan.

Mathematika. Ponavljanje obće arithmetike, jednačbe sa više nepoznanica, logarithmi, brojni sustav, dĕlivost brojeva, uzmnoži [potencije], koreni, imaginarni i komplexni brojevi, omjeri, razmjeri, jednačbe 2. stupnja, okrug [kružnica], ravna [ravninska] trigonometrija. 6 sati na tjedan.

Deskriptivna geometrija. Nauk o ravnini. Projekcija uglastih tĕlesa. Proseḱ [presijek] s ravninami. Proniknuća [prodori]. Nauk o krivuljah. 3 sata na tjedan.

Kao što vidimo, Nikola Tesla imao je u 5. razredu Velike realke ukupno čak devet sati matematike tjedno (šest sati matematike i tri sata deskriptivne geometrije tjedno), pri čemu, razumije se, i deskriptivnu geometriju smatramo dijelom matematike. U zadnja dva razreda (tj. u šestom i sedmom) matematika je zastupljena s ukupno osam sati nastave tjedno. Za usporedbu, sadašnja Matematička gimnazija u Zagrebu, u programu nastave matematike tjedno ima najviše sedam sati; vidi (Matematička gimnazija: 2018.). Smatramo li i informatiku dijelom matematike, onda Matematička gimnazija ima tjedno najviše devet sati matematike, kao i Velika realka u Rakovcu.

VI. Razred[3]

Hèrvatski jezik. Obširnije poznavanje naše novije književnosti. Nastavak velike čitanke knjiga 2. propisane za gor. gimn. Važnije i potrebnije znanje iz poetike. Pismene vježbe školske i domaće prema propisu. 3 sata na tjedan.

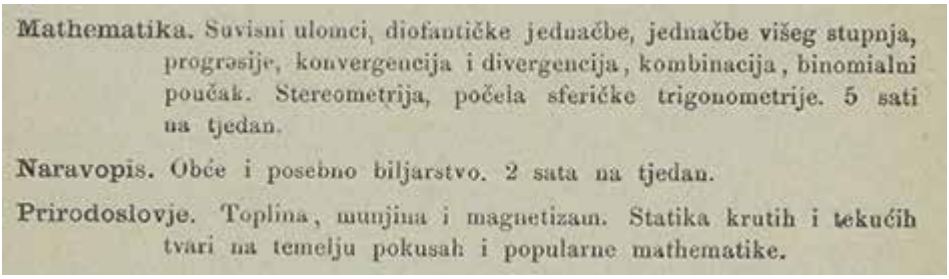
Mathematika. Suvisni ulomci [skrativi razlomci], diofantičke jednačbe, jednačbe višeg stupnja, progresije, konvergencija i divergencija, kombinacija, binomialni poučak. Stereometrija, počela sferičke trigonometrije. 5 sati na tjedan.

Prirodoslovje. Toplina, munjina [elektricitet] i magnetizam. Statika krutih i tekućih tvari na temelju pokusah i popularne mathematike. [2 sata tjedno. Navedeno u usporednom njemačkom tekstu.]

Deskriptivna geometrija. Izvadjanje i predstavljanje krivih ploha. Dodirne ravnine. Kosa projekcija. [3 sata tjedno. Navedeno u usporednom njemačkom tekstu]

[2]Nikola Tesla je taj razred upisao 1871. godine.

[3]Nikola Tesla taj razred nije upisao, jer je sedmi razred otvoren tek 1871. godine.



Mathematika. Suvisni ulomci, diofantičke jednačbe, jednačbe višeg stupnja, progresije, konvergencija i divergencija, kombinacija, binomialni poučak. Stereometrija, počela sferičke trigonometrije. 5 sati na tjedan.

Naravopis. Obće i posebno biljarstvo. 2 sata na tjedan.

Prirodoslovje. Toplina, munjina i magnetizam. Statika krutih i tekućih tvari na temelju pokusah i popularne mathematike.

Slika 4.: U šestom razredu Velike realke u Rakovcu Nikola Tesla prvi je put slušao sadržaje koji su postali njegov životni poziv: munjina (elektricitet) i magnetizam. Predavač mu je bio profesor Martin Sekulić, za kojeg Tesla poslije u *Autobiografiji* navodi da je bio 'genijalan profesor' te da ga je 'oduševio za elektrotehniku'

Doista je veliko iznenađenje da su se na Velikoj realci poučavale čak i diofantičke jednadžbe (tj. diofantske jednadžbe, nazvane po znamenitom grčkom matematičaru i astronomu Diofantu iz III. st. prije Krista). Podsjetimo da su to one algebarske jednadžbe u kojima su nepoznanice cjelobrojne. Pojmovi divergencije i konvergencije spadaju u područje matematičke analize. Kombinacije i binomni poučak spadaju u temelje kombinatorike. Koliko mi je poznato, sferna geometrija više se nigdje ne predaje u srednjim školama nego jedino na pojedinim sveučilišnim studijima, kao što su studiji matematike, fizike (osobito geofizike) i strojarstva.

VII. Razred[4]

Hèrvatski jezik. Čitanje i tumačenje velike čitanke knj. 1. propisane za gornju gimn. Pregled naše starije književnosti i primérena pouka u staroslovenštini. Glavnija iz logike. Pismene vèžbe školske i domaće prema propisu. 3 sata na tjedan.

Mathematika. Nastavak sferičke trigonometrije, počela o vjerovatnosti, postupice višega stepena [postupno više razine]. Analitička geometrija. [5 sati tjedno. Upisano u usporednom opisu na njemačkom jeziku.]

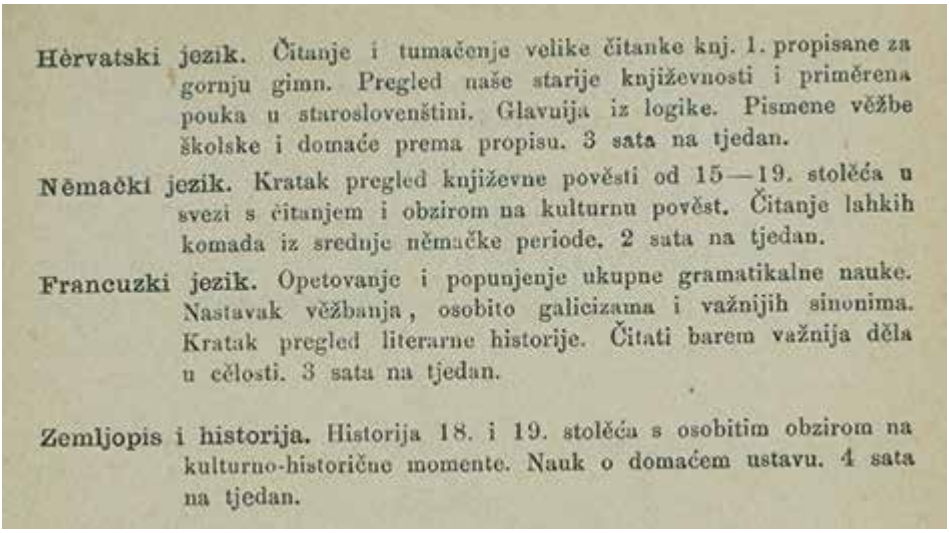
Prirodoslovje. Dinamika, titranje tělesah, zvuk, světlo, teorija světla i topline. Matematični zemljopis i popularno zvězdarstvo [astronomija] na temelju pokusah i popularne mathematike. 4 sata na tjedan.

Deskriptivna geometrija. Centralna projekcija. Opetovanje [ponavljanje]. 3 sata na tjedan.

Spomenuta "primjerena pouka u staroslovenštini" značila je poučavanje crkvenoslavenskog jezika. Ne zaboravimo da se u to vrijeme u mnogim hrvatskim crkvama služi glagoljaška misa. Vjerujemo da je pouka u crkvenoslaven-

[4]Nikola Tesla je taj razred upisao 1872. godine.

skom jeziku uključivala i upoznavanje dvaju grafijskih sustava, glagoljičnog i ćiriličnog. Bilo bi zanimljivo doznati koji su se školski priručnici rabili u tu svrhu.



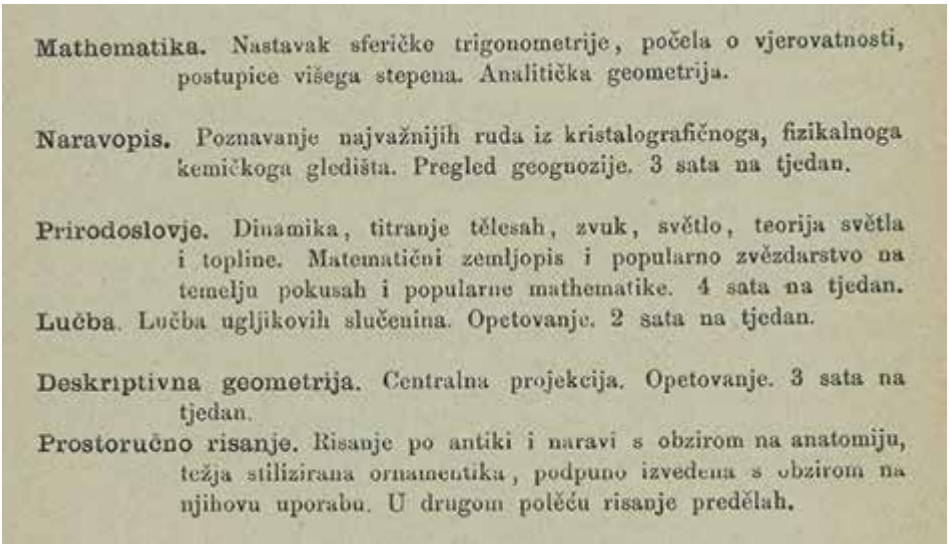
Hèrvatski jezik. Čitanje i tumačenje velike čitanke knj. 1. propisane za gornju gimn. Pregled naše starije književnosti i primérena pouka u staroslovenštini. Glavuija iz logike. Pismene vèžbe školske i domaće prema propisu. 3 sata na tjedan.

Nèmački jezik. Kratak pregled književne povèsti od 15—19. stoléća u svezi s čitanjem i obzirom na kulturnu povèst. Čitanje lahkih komada iz sreduje nèmačke periode. 2 sata na tjedan.

Francuzki jezik. Opetovanje i popunjenje ukupne gramatikalne nauke. Nastavak vèžbanja, osobito galicizama i važnijih sinonima. Kratak pregled literarne historije. Čitati barem važnija dèla u cèlosti. 3 sata na tjedan.

Zemljopis i historija. Historija 18. i 19. stoléća s osobitim obzirom na kulturno-historične momente. Nauk o domaćem ustavu. 4 sata na tjedan.

Slika 5.: Društveni predmeti u sedmom razredu Velike realke u Rakovcu u vrijeme kad ju je pohađao Nikola Tesla. Izvor je ljetopis za šk. god. 1872./1973. i 1873./1874., str. 39.



Mathematika. Nastavak sferičke trigonometrije, počela o vjerovatnosti, postupice višega stepena. Analitička geometrija.

Naravopis. Poznavanje najvažnijih ruda iz kristalografičnoga, fizikalnoga kemičkoga gledišta. Pregled geognozije. 3 sata na tjedan.

Prirodoslovje. Dinamika, titranje tělesah, zvuk, světlo, teorija světla i topline. Matematični zemljopis i popularno zvězdarstvo na temelju pokusah i popularne mathematike. 4 sata na tjedan.

Lučba. Lučba ugljikovih slučenina. Opetovanje. 2 sata na tjedan.

Deskriptivna geometrija. Centralna projekcija. Opetovanje. 3 sata na tjedan.

Prostoručno risanje. Risanje po antiki i naravi s obzirom na anatomiju, težja stilizirana ornamentika, podpuno izvedena s obzirom na njihovu uporabu. U drugom poléću risanje predělah.

Slika 6.: Prirodoslovno-matematički predmeti u sedmom razredu Velike realke u vrijeme Teslina školovanja u Rakovcu, prema ljetopisu za šk. god. 1872./1873. i 1873./1874, str. 39. Prva tri predmeta na slici su matematika, biologija s geologijom (naravopis) i fizika (prirodoslovje)

Navodimo podatke o izbornim predmetima, od kojih se morao obvezno odabrati jedan po volji. Budući da je njemački jezik već izvrsno poznavao, Tesla je najvjerojatnije odabrao francuski kao dio redovite nastave u svim godinama školovanja.

Nauci, koji su učenikom na volju i odnosno propisani.
Francezki jezik. I. odděl. Samostavnici [imenice], pridavnici [pridjevi] i pomoćni glagolji prvo i drugo pravilno sprezanje [konjugacija]; ponješto i zaimena [zamjenice]. Ahnova slovnica. II. odděl. Glagolji zajedno s nepravilnimi i zaime [zamjenice]. Slovnica dra. Ch. Plotza u Berlinu.
Hèrvatska stenografija. Po Gabelsbergovom [treba biti Gabelsbergerovom] stenografičkom sustavu, prilagodjenom hrvatskomu jeziku od Magdića.
Němačka stenografija. Po Gabelsbergovom [treba biti Gabelsbergerovom] stenografičkom sustavu za učione preradio Faulmanu uz porabu stenografičkog izdanja klasika i novina der Kammerstenograf.
Pěvanje. Sustav kajda u 2 ključevih; začetni znakovi; vrsti takta; uz to praktički: stanke, skale, male pěsme, 2- i 3-glasni kanoni; pěv sa 4 glasa. Pěsme pěvale se i hèrvatski i němački.
Gimnastika. Proste věžbe. Věžbe na spravah i redovne věžbe.

Gabelsbergerov stenografski sustav stvoren za potrebe njemačkog jezika u Hrvatskoj je zahvaljujući pregnućima Franje Magdića prilagođen već 1861. godine za potrebe hrvatskog jezika. Upravo te godine hrvatski je postao službeni jezik u Hrvatskom saboru, nakon višestoljetne službene uporabe latinskog. Kao što je poznato, Hrvatska je posljednja zemlja u Europi koja je u svojem Parlamentu napustila latinski jezik. Naglo širenje stenografije je 1882. godine, posebno radi potreba bilježenja raznih sjednica (uključujući i onih u Hrvatskom saboru), dovelo do osnivanja Hrvatskog stenografskog društva, pet godina prije osnivanja prvog stenografskog društva Intersteno u Londonu. Prvi predsjednik Hrvatskog stenografskog društva bio je upravo spomenuti Franjo Magdić. Jedan od predsjednika Hrvatskog stenografskog društva bio je i istaknuti hrvatski matematičar Vladimir Varićak, koji je kao mladić bio i stenograf u Hrvatskom saboru. Pogledajte podrobnije u (Žubrinić: Croatian Stenographic Society).

Themata zu kroatischen Aufsätzen 1872/3.
Zadaće iz hèrvatskoga jezika.

V. Classe (razred).
1. Zašto se uči materinski jezik u učioni?
2. Važnost pověsti i zemljopisa.
3. Dvě narodne žrtve za slobodu. (Po Sitni Milutinoviću-Sarajliji.)
4. Temperamenti i karakteri. (Po dru. Jovanu Steiću.)

5. Kakovu korist imamo od škole?
6. Hajduk i vezir. (Pripovědka po pěsmi Stanka Vraza.)
7. Svatko je kovač svoje sreće. (N. p.)
8. Proléće i mladost. (Sravnjivanje.)
9. Govor starca „četi“ u prozi. (Čengić-aga).
10. Bog nikomu dužan neostaje. (Pripovědka po narodnoj pesmi).
11. Djačka svibanjska svečanost. (Opisivanje).
12. Alexauder veliki i njegovo dělovanje. (Izpitna radnja).

VI. Classe (razred).
1. Pěsma: „Ženitba Dušanova” skraćena u pripovědku.
2. Zašto prijaznost, zašto opreznost u drugovanju?
3. Važnost naših oséćala, navlastito očiu i ušiu.
4. Nalika medju sunčanim zapadom i staračkimi godinami života.
5. Prevod němačkog štiva: „Kaiser Justinian”.
6. Bi li dobro bilo slobodu u obće neograničiti ?
7. O koristi bèrda i dolina iz više obzira.
8. O stihu i sadèržaju naših narodnih pěsama; o razlici medju našim narodnim i umětnim pěsničtvom.
9. Znanje obćenitog zemljopisa koristno, a zemljopisa naše države još te koristnije.
10. Svatko je kovač svojoj sreći.
11. (Izpitna radnja.) Dělovanje cara Heraklija — dolazak Hèrvata i Sèrba.

VII. Classe (razred.)
1. Kako valja tumačiti izreku: Svět ostaje na mladjih?
2. Korist gimnastike.
3. Prijateljstvo je neprocěnivo blago.
4. O važnosti Kupe, Korane i Mrěžnice.
5. Zdrav um u zdravu tělu — dvě glavne poluge našemu napredku.
6. Razširenje muhamedanizma u Europi i neke něgove zle poslědice u kulturnom pogledu.
7. Znanjem se moći prekrasno okoristiti.
8. O koristi željeznica u obće, o koristi karlovačko-rěčke pruge napose.
9. Zèrno do zna [treba zèrna] pogača, kamen do kamena palača.
10. Kojimi dostojnimi misli i čustvi treba da završite ovaj sedmi razred?
11. (Izpitna radnja). Priličan osvèrt po našoj književnosti ovoga věka

Themata zu deutschen Aufsätzen 1872/3.
Zadaće iz němačkog jezika.

Slijede ponuđene teme za zadaće iz njemačkog jezika od petog do sedmog razreda. U šestom razredu, kao jednu od četrnaest tema, imamo na str. 43. ljetopisa ponuđeno sljedeće pitanje:

5. Hat der Kroate ein Recht auf seinen Namen stolz zu sein? Nutzen der Mathematik (Nach Wahl).

[Imaju li Hrvati pravo biti ponosni na svoje ime? Koristi od matematike (prema izboru).]

Kao što vidimo, pod 5. su zapravo zadane dvije vrlo različite teme za domaću zadaću. U sedmom razredu imamo za zadaću ovakvu temu:

8. Uebersetzung eines schwierigen Lesestuckes aus der kroatischen in die deutsche Sprache.

[Prijevod teškog štiva s hrvatskog na njemački.]

Pogledajmo podrobnije ponuđene teme za zadaće iz hrvatskog jezika u Velikoj realki u Rakovcu u vrijeme kad ju je pohađao Nikola Tesla (na str. 44. ljetopisa). U svakom razredu imamo po dvanaest tema.

Themata zu kroatischen Aufsätzen 1873/4.
Zadaće iz hervatskoga jezika.

V. Classe (razred).
1. Treba li odmah pèrvi mĕsec prionuti uz knjigu?
2. Povodnja i nĕzine poslĕdice.
3. Kakovimi se knjigami pospješuje učeničko naobraženje?
4. Važniji božični običaji našega naroda.
5. Prevod iz něm. čitanke: „Ueber die Germanen.“
6. Kakov odmor, kakova zabava dolikuje učenikom? [učenicima, op. D. Ž.]
7. O koristi domaće životinje.
8. Bukne li vatra u gradu, što valja raditi?
9. Vrĕme jest dragocĕno.
10. Prevod iz njem. čitanke: „Der jüngere Plinius an Cornelius Tacitus“.
11. Kako se trude roditelji oko školovanja svoje djece?
12. Oprostno slovo suučenikom.

VI. Classe (razred).
1. Pozdravno slovo saučenikom.
2. Treba li našemu narodu srednjih učilišta?
3. Nadgrobno slovo 2. studenoga 1873.
4. Prevod iz něm. čitanke: „Karls Familie.“
5. Zla družtva opasna.
6. Značaj Aleksandra velikoga.
7. Mladost radost.

8. Prevod iz něm. Čitanke: „Karlingische Zeiten.“
9. Sebičnjak.
10. Što čini desnica, neka nezna lěvica.
11. Prevod iz něm. čitanke: „Otto's des I. Wahl und Krönung.”
12. U pohvalu vode (razpravica).

VII. Classe (razred).
1. Bez věžbanja nema věštine.
2. Značaj Neronov.
3. Prevod iz něm. čitanke: „Sprache und Literatur.“
4. Dužnost da koristimo domovini.
5. Tko je ljudina?
6. Značaj Karla 4.
7. Prevod iz něm. čitanke: „Ueber Poesie als Lebensberuf.“
8. Mudroj glavi jedno oko dosta.
9. Značaj Petra velikoga.
10. Kuda i kako valja putovati?
11. Prevod iz něm. čitanke: „Der Verstand und die Vernunft.“
12. O bèrzojavu (razpravica).

Na str. 45 − 46 navedene su zadaće iz njemačkog jezika od petog do sedmog razreda. U petom razredu ponuđeno je 19 tema, u šestom 20, a u sedmom 12.

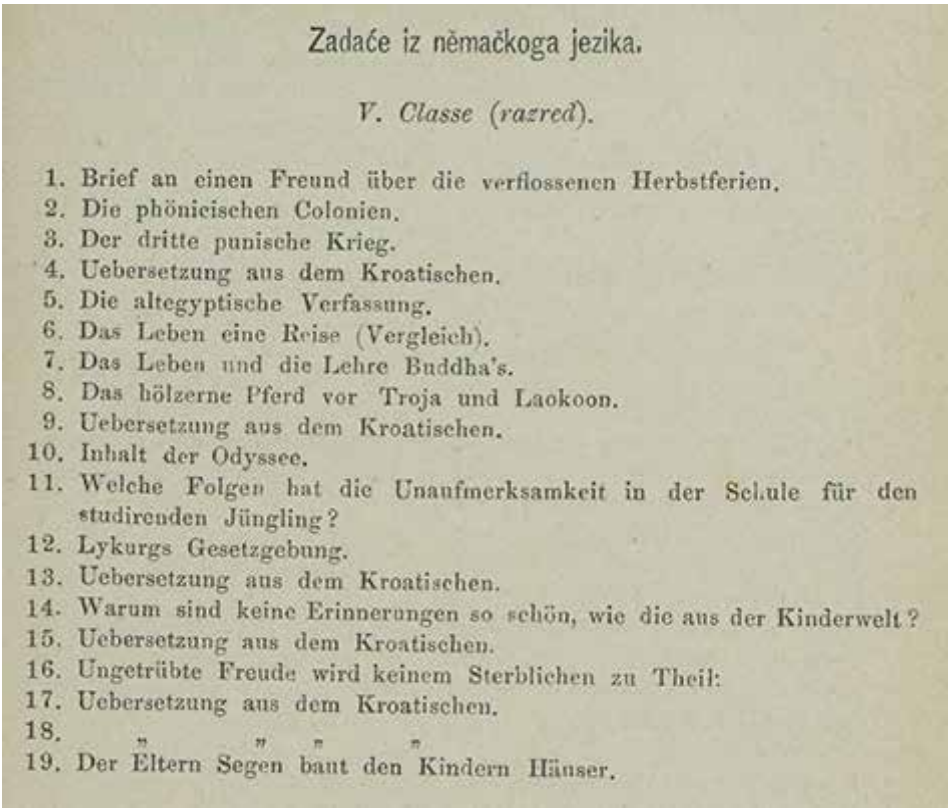
Themata zu deutschen Aufsätzen 1873./4.
Zadaće iz němačkog jezika.

Na str. 45 među zadaćama iz njemačkog jezika za peti razred nalazi ih se pet pod naslovom *Uebersetzung aus der Kroatischen*, tj. Prijevod s hrvatskog, slika 7.

U šestom se razredu (str. 46 pod brojem 20), nalazi pitanje koje smo vidjeli i prethodne školske godine: *Hat der Kroate ein Recht auf seinen Namen stolz zu sein*? [Imaju li Hrvati pravo biti ponosni na svoje ime?] Nakon toga, na str. 46 dolazi odjeljak u kojem je točno evidentirano godišnje povećanje broja nastavnih pomagala.

Zuwachs der Lehrmittel für 1872./3.
I. **Lehrbibliothek**

Profesorska knjižnica brojila je škol. god. 1871./1872. ukupno 898 ili 986 svezaka [stoje doista dva broja, 898 i 986]. U šk. god. 1872./1873 i 1873./1874. popunjena je:



Zadaće iz němačkoga jezika.

V. Classe (razred).

1. Brief an einen Freund über die verflossenen Herbstferien.
2. Die phönicischen Colonien.
3. Der dritte punische Krieg.
4. Uebersetzung aus dem Kroatischen.
5. Die altegyptische Verfassung.
6. Das Leben eine Reise (Vergleich).
7. Das Leben und die Lehre Buddha's.
8. Das hölzerne Pferd vor Troja und Laokoon.
9. Uebersetzung aus dem Kroatischen.
10. Inhalt der Odyssee.
11. Welche Folgen hat die Unaufmerksamkeit in der Schule für den studirenden Jüngling?
12. Lykurgs Gesetzgebung.
13. Uebersetzung aus dem Kroatischen.
14. Warum sind keine Erinnerungen so schön, wie die aus der Kinderwelt?
15. Uebersetzung aus dem Kroatischen.
16. Ungetrübte Freude wird keinem Sterblichen zu Theil:
17. Uebersetzung aus dem Kroatischen.
18. „ „ „ „
19. Der Eltern Segen baut den Kindern Häuser.

Slika 7.: U petom se razredu dobiva iz njemačkog jezika pet zadaća s naslovom *Uebersetzung aus der Kroatischen*, tj. Prijevod s hrvatskog. Vidi pod brojevima 4., 9. 13., 17. i 18.

a) kupnjom 81 knjige i časopisa.

Slijedi popis autora i naslova navedene 81 knjige i časopisa, a među njima je i nekoliko matematičkih publikacija:

10. Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht pro 1873.

15. Poggendorfs Annalen der Physik u. Chemie pro 1873. [Tridesetak godina poslije glavni urednik tog iznimno uglednog časopisa bio je njemački nobelovac Max Planck. Godine 1873. objavio je Martin Sekulić u tom časopisu nekoliko članaka.]

44. Hesse, die Gerade, der Punct und der Kreis.

52. Baltzer, Elemente der Mathematik, 1. 2.

55. Ulrich, System der Logik.

60. Reidt, Aufgaben aus der Trigonometrie und Stereometrie 1. 2.

64. Beer, höhere Optik.

65. Schlottke, Hauptaufgaben der darstellenden Geometrie.
66. Schlottke, Stereoscopische Figuren aus der Stereometrie.
72. Kaufmann und Schwenk, Aufgaben aus der darstellenden Geometrie
74. Staudt, Geometrie der Lage.
75. Staudt, Beitrage zur Geometrie der Lage.
76. Emsmann, Mathematische Excursionen.
81. Schnuse, Grundlehren der neueren Geometrie.
b) kroz darove

Kroz darove su dobivena još četiri rada, od čega se dijelom na matematiku odnose ova dva:

1. Rad akademije jugoslavenske 20−23. [danas Rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu]
2. Sitzungsberichte der mathem.-naturhistorischen Klasse der Akademie der Wissenschaften in Wien pro 1873.

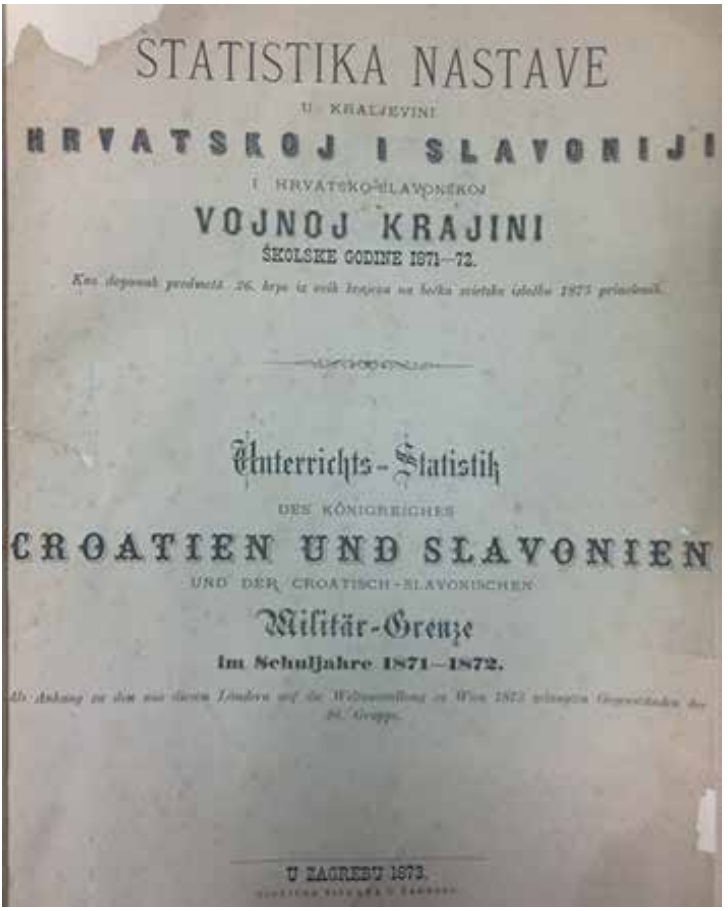
Pogledajmo što je dobio fizikalni kabinet rakovačke Velike realke:

II. Das phisikalische Cabinet
1) O. Grove'sche Elemente, jedes 24 qv" Platinfläche [umjesto qv nacrtan je kvadratić], 2) Bregnet's Metallthermometer, 3) Flachzange, 4) 1 Hammer, 5) 1 Säge.

Preskačemo prirodoslovni kabinet (pod III.) i prelazimo na matematički:

IV. Mathematisches Cabinet
1. Eine Gerade in 5 verschiedenen Lagen. [Ravnalo u pet različitih veličina]
2. Ein sechsseitiges Prisma in 3 verschiedenen Lagen. [Šesterostrana prizma u tri različite veličine]
3. Ein Würfel in 3 Lagen. [Kocka u tri veličine]
4. Drei Kegelschnitte mit 3 zerlegbaren Kegeln. [Tri kuglina odsječka s trima rastavljivim kuglama.]
5. a) Eine Ebene und b) eine Gerade durchschneidend eine Ebene von Spiegelglas. [a) Ravnina i b) pravac koji presijecaju staklenu ravninu.]
6. Durchgang zweier Cilinder in 2 Lagen. [Prodor dvaju cilindara u dvjema veličinama.]
7. Zwei Kugeln und ihre Schatten. [Dvije kugle i njihove sjene.]
8. Aufwickelbare Schraubenfläche aus Drat. [Pravčaste plohe od željezne žice.]
9. Hyperbolisches Paraboloid, die erzeugende Gerade parallel zur horizontalen Ebene. [Hiperbolički paraboloid, izvodnica paralelna s vodoravnom ravninom.]

10. Hyperbolisches Paraboloid, die erzeugende Gerade parallel zur lothrechten Ebene. [Hiperbolički paraboloid, izvodnica paralelna s okomitom ravninom.]
11. Hyperbolisches Paraboloid, die erzeugende Gerade berührt drei sich nicht schneidende Gerade mit einem elliptischen Schnitte. [Hiperbolički paraboloid, s izvodnicom koja dodiruje tri nepresijecajuća pravca s eliptičnim presjekom.]
Ausserdem wurden die 1. und 2. Abtheilung der Modellensammlung von Schröder aus Darmstadt für die descriptive Geometrie angeschafft. [Osim toga, postavljeni su 1. i 2. dio zbirke modela Schrödera iz Darmstadta.]


STATISTIKA NASTAVE
U KRALJEVINI
HRVATSKOJ I SLAVONIJI
I HRVATSKO-SLAVONSKOJ
VOJNOJ KRAJINI
ŠKOLSKE GODINE 1871—72.
Unterrichts-Statistik
DES KÖNIGREICHES
CROATIEN UND SLAVONIEN
UND DER CROATISCH-SLAVONISCHEN
Militär-Grenze
im Schuljahre 1871—1872.
U ZAGREBU 1873.

Slika 8.: Naslovnica knjige *Statistika nastave u kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji i hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini školske godine 1871-72.*, Zagreb 1873. Objavljuje se ljubaznošću Školskog muzeja u Zagrebu

Sbirke učevnih sredstva Lehrmittel-Sammlungen		Broj Anzahl
Učiteljska knjižnica **Lehrer-Bibliothek**	svezaka — *Bände* svezčica — *Hefte* komada — *Stücke*	986 419 —
Učenička knjižnica **Schüler-Bibliothek**	svezaka — *Bände* svezčica — *Hefte* komada — *Stücke*	1034 389 —
Inventarski komadi. — Inventarstücke.		
Fizikalnih sprava Physikalische Apparate		579
Kemičkoga laboratorija Chemisches Laboratorium		111
Zoologička sbirka: Kralježnici		141
Zoologische Sammlung: *Wirbelthiere*		2105
druge životinje — *Andere Thiere*		
ini zoologički predmeti — *Sonstige zoolog. Gegenstände*		—
Botanička sbirka: Listovi biljevnika		743
Botanische Sammlung: *Herbariumblätter*		bot. bašca bot. Garten
ini botanički predmeti — *Sonstige botan. Gegenstände*		
Mineralogička sbirka: naravni komadi		3858
Mineralsammlung: *Naturstücke*		120
ledačni modeli — *Krystallmodelle*		280
Naravoznanstvene slike Naturwissenschaftliche *Wandtafeln*		79
Zemljopis: zemljovidi		3
Geographie: *Wandkarten*		2
reljetkarte — *Reliefkarten*		1
atlanti — *Atlanten*		2
relief atlas — *Reliefatlas*		1
globi — *Globen*		
tellurija — *Tellurien*		109
Matematika: stereometrička tjelesa Mathematik: *stereometrische Körper* Modeli za graditeljstvo i strojničtvo Modelle *für Baukunst und Maschinenlehre*		
Druge sbirke zavoda. **Sonstige Sammlungen an der Lehranstalt.**		
Za tjelovježbu apparata — *Turnapparate*		156
Meteorologičkih apparata (anemometer Brusotti) *Meteorologische Apparate (Anemometer von Brusotti)*		5
Za risanje prostoručno — *Für Freihandzeichnen*	*Stücke*	1145
Sprave za mačevanje — *Fechtapparate*	„	65

Slika 9.: Fascinantni podatci o opremljenosti Velike realke u Rakovcu, objavljeni u djelu *Statistika nastave u kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji i hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini školske godine 1871-72.*, Zagreb 1873. Objavljuje se ljubaznošću Školskog muzeja u Zagrebu

Pod V. slijedi zbirka zemljovida (četiri jedinice), u kojem se nalazi i školski atlas koji spada u fiziku:

3. Berghaus, physikalischer Schulatlas

Pod VI. dolazi zbirka za prostoručno risanje (citanje) s deset jedinica. Pod VII. dolazi numizmatička zbirka (zbirka novčanica), u šest cjelina, zajedno s prezimenima darovatelja. Među darovateljima je i ravnatelj škole. Zanimljivo je da je među darovateljima i šestero učenika čija su prezimena navedena u šestoj cjelini, s vrlo sažetim opisom darova. Pod VIII. nalazimo deset novopridošlih notnih materijala za glasbenu obuku (glazbeni odgoj). Među njima je posebno zanimljivo vidjeti

3. Eine Partitur von der "Hrvatska hymna". [Lijepa naša domovino / Horvatska domovina; tekst je 1836. napisao Antun Mihanović, a 1846. skladao Josip Runjanin.]
7. Ein Quartett vom Liede "Na boj". [Riječ je zapravo o pjesmi Ivana pl. Zajca U boj skladanoj 1866., koja je poslije ušla u njegovu operu Nikola Šubić Zrinski.]

U sljedećem su odjeljku opisane nove nabave, koje su znatno oskudnije nego za prethodnu godinu.

Zuwachs der Lehrmittel fuer 1873/4.

Pod I.: profesorska knjižnica povećana je za 38 novih jedinica. Među njima su i sljedeće publikacije iz matematike i fizike:

14. Kujundjić, Logika.
25. Crelle-Bockhardt, Zeitschrift für Mathematik. 1873/4.
26. Schlömilch, Zeitschrift für Math. et Physik 1873/4.
27. Dienger, Variationsrechnung. [Varijacijski račun predstavlja problematiku sveučilišne razine, a u ono je vrijeme gotovo potpuna novina.]
28. Brude, das Zeichnen der Stereometrie sammt den stereoscopischen Bildern.
29. Poggendorf, Annalen. 1874. [Znameniti znanstveni časopis Annalen der Physik u kojem je Teslin profesor Martin Sekulić objavio ukupno tri znanstvena rada: 1872., 1873. i 1875., dakle, dva u vrijeme Teslina školovanja u Rakovcu.]

Pod II., prirodoslovni kabinet ima osam novosti, dok pod III., matematički kabinet, ima samo jednu novost:

1. messingener Tafelzirkel.[5]

[5]šestar od mesinga

Slijedi zatim nova jedinica za zbirku zemljovida pod IV. te devet novih jedinica za zbirku za prostoručno crtanje pod V. To je osjetan pad novih nastavnih sredstava u odnosu na stanje od prije dvije godine. Pod točkom D. opisan je vjeronauk za sve tri skupine: katolike, grčko-istočne i israelite, koji, iako vrlo kratak (sastoji se od pet rečenica), zaslužuje poseban osvrt i analizu. Pod E. opširno je doneseno o novim udžbenicima, promjenama radnih mjesta, napredovanjima i nabavama. Među sedam novih dopuštenih knjiga pet su prijevodi s njemačkog na hrvatski jezik, a jedna spada u područje matematike:

> Kuri's: Grundlehren der höheren Arithmetik als Hilfsbuch zu dem Wiederholungsunterrichte in der 7. Klasse anempfohlen. G. C. V. vom 31. October 1872 G. V. A. C. U./Inn. Nr. 1680.

F. Chronik der Anstalt

Ovaj je dio za nas posebno zanimljiv jer se u njemu među maturantima spominje ime Nikole Tesle.

> Das Schuljahr begann am 1. Oktober mit einem feierlichen Gottesdienste in beiden Kirchen.
> Am 4. October wurde der Namenstag Sr. Majestät des Kaisers und am 19. November der Namenstag Ihr. Majestät der Kaiserin gefeiert.
> Am 2. December wurde das 25jahrige Regierungsjubiläum Sr. Majestät des Kaisers festlich begangen.
> Am 15. Feber wurde das I. Semester geschlossen und am 23. Feber das II. begonnen.
> Der Herr Landes-Mittelschulen-Inspector besuchte die Lehranstalt mehrmals im Jahre, unterzog sie jedsesmal einer eingehenden Inspection.
> Die schriftlichen Maturitätsprüfungen wurden Anfangs Juli, die mündlichen im J. 1873 Ende Juli, im J. 1874 anfangs August gehalten, wobei im Vorjahre die Schüler Mojsia Medić, Nikola Prica für reif mit Auszeichnung, Julius Bartaković, Ivan Bielić, Isak Kordić, Jovan Ljuština,

Die schriftlichen Maturitätsprüfungen worden Anfangs Juli, die mündlichen im J. 1873 Ende Juli, im J. 1874 anfangs August gehalten, wobei im Vorjahre die Schüler Mojsia Medić, Nikola Prica für reif mit Auszeichnung, Julius Bartaković, Ivan Bielić, Isak Kordić, Jovan Ljuština, Dragutin Šir, Nikola Tesla für reif, und im heurigen Jahre Nikola Božanić, Dane Krga, Ivan Modrušan, Adolf Seifert für reif mit Auszeichnung, Ljubomir Dobrić, Glamočlija Ivan, Luka Momčilović, Milutin Pokrajac, Bogdan Sekirica für reif erklärt wurden.

Slika 10.: Na str. 55 ljetopisa (na ovoj slici u četvrtom retku odozdo) spomenuto je među maturantima ime Nikole Tesle

Dragutin Šir, **Nikola Tesla** für reif, und im heurigen Jahre Nikola Božanić, Dane Krga, Ivan Modrušan, Adolf Seifert für reif mit Auszeichnung, Ljubomir Dobrić, Glamočlija Ivan, Luka Momčilović, Milutin Pokrajac, Bogdan Sekirica für reif erklärt wurden.

[Pismeni maturalni ispiti održani su početkom srpnja, a usmeni koncem srpnja 1873., a 1874. početkom kolovoza, pri čemu su prethodne [1873.] godine učenici Mojsia Medić i Nikola Prica položili s izvrsnim uspjehom, Julius Bartaković, Ivan Bielić, Isak Kordić, Jovan Ljuština, Dragutin Šir i **Nikola Tesla** s dobrim uspjehom, a ove [1874.] godine su Nikola Božanić, Dane Krga, Ivan Modrušan i Adolf Seifert položili s izvrsnim uspjehom, a Ljubomir Dobrić, Glamočlija Ivan, Luka Momčilović i Milutin Pokrajac i Bogdan Sekirica s dobrim.]

Treba ovdje naglasiti da je Nikola Tesla svoj maturalni ispit polagao kao član male grupe od osam učenika pred komisijom koja je imala čak jedanaest članova. Ovim je rigoroznim ispitom Nikola Tesla stekao uvjete da se mogao bez prijemnog ispita upisati na Visoku tehničku školu u Grazu. To je i učinio 1875. godine, nakon što je morao skoro cijelu jednu godinu preležati koleru.

Statističke tablice raznih meteoroloških mjerenja, obavljenih u vrijeme kad je Visoku realku u Rakovcu pohađao Nikola Tesla, počinju na str. 56. ljetopisa. Mjerenja su vršena triput dnevno, u 7, 14 i 21 sat. Svaka se tablica proteže preko cijele stranice, a složene su po mjesečnim vrijednostima (mjesečni prosjek, minimum i maksimum):

I. Pregled tlakomjernih visina (od siečnja do prosinca)
II. Pregled toplote (od siečnja do prosinca)
III. Tlak pare i naoblaka
IV. Zračna vlaga
V. Naoblaka, Mjesečni promjer [mjerenje]
VI. Pregled smjerova i najveće jakosti (od 0−10) vjetrova [dvolist]
VII. Množina obo. [oborina; također dvolist]

U predzadnjoj tablici (VI.), objavljenoj na dvolistu na str. 61., vjetrovi su prema svojem smjeru podijeljeni u sljedećih osam skupina:

sjeverni, sjevero-iztočni, iztočni, jugo-iztočni, južni, jugozapadni, zapadni i sjevero-zapadni.

U zadnjoj, VII. tablici, tiskanoj na str. 62., navedeni su mjesečni prosječni podatci o oborinama, i to o kiši, tući i grmljavini. Oborine kiše i tuče mjerene su s obzirom na parišku kvadratnu stopu, koja je gotovo jednaka bečkoj kvadratnoj stopi. Očito je da su se svi tablični podatci dostavljali Zagrebu i Beču radi daljnje obrade šireg područja Hrvatske, kao i cijele Austro-Ugarske. Navedena bečka

stopa ili Wiener Fuss ima duljinu 0,316 m (tj. 31,6 cm). Ispod same tablice br. VII. u bilješki na str. 62 navedeno je da su obje stope povezane ovako:

> pariška stopa = 1.027617 bečke stope, tj. bečka stopa = 0.9730369 pariške stope.

Drugim riječima, obje stope iznose približno 31 cm. Opširnije o bečkoj stopi i austrijskim mjerama vidi u (Faričić: 2014.) i (*Alte Maße und Gewichte*). Školska su mjerenja idućih desetljeća upotpunjavana i seizmičkim mjerenjima. Ta su redovita mjerenja dovela Andriju Mohorovičića do otkrića diskontinuiteta u Zemljinoj kori, koji je u svijetu postao poznat kao MOHO sloj. To je jedno od najvećih otkrića u povijesti hrvatske znanosti.

DODATCI

Matematičko nazivlje u hrvatskom jeziku u vrijeme školovanja Nikole Tesle u Rakovcu 1870. − 1873.

dekadički brojni sustav, slomljeni brojevi [racionalni brojevi], šestilo [šestar], lineal [ravnalo], umnož [potenciranje], proizvađanje [vađenje] 2. i 3. korena, diofantička jednadžba, dodirna ravnina [tangencijalna ravnina].

Fizikalno nazivlje

prirodoslovje [fizika], munjina [elektricitet], zvězdarstvo [astronomija].

Popis svih predmeta koje je slušao Nikola Tesla tijekom školovanja u Rakovcu

Nauk věre (od 1. do 7. razreda), Hrvatski jezik (od 1. do 7. razreda), Njemački jezik (od 1. do 7. razreda), Francuzki jezik (od 5. do 7. razreda), Zemljopis i historija (od 1. do 7. razreda, u 1. razredu Geografija, u 2. razredu Geografija i historija), Mathematika (od 1. do 7. razreda), Naravopis (prirodoslovlje, 1. razred, 5. − 7. razred), Prirodoslovje (fizika, 6. i 7. razred), Lučba (kemija, 4. − 7. razred), Deskriptivna geometrija (4. − 7. razred), Geometrija i geometrijsko (geometričko) risanje (1. − 3. razred), Deskriptivna geometrija i geometrijsko risanje (4. razred), Prostoručno risanje (2. − 7. razred), Krasopis (1. i 2. razred).

Mali rječnik hrvatsko (XIX. st.) – hrvatski (XXI. st.)

dodirna ravnina – tangencijalna ravnina
glagolji – glagoli
glasoslovje – fonologija
izreke – rečenice
kapljevine – tekućine
lineal – ravnalo

lučba – kemija
lučbarnica – kemijski kabinet
munjina – elektricitet
naravoslovje – biologija (u slovenskom jeziku riječ 'naravoslovje' postoji i danas, ali znači fiziku)
oblikoslovje – morfologija
odděl – odjel
postupice – postupno
pridavnici – pridjevi
prirodoslovje – fizika
proniknuće – presjek
ravan – ravnina
samostavnici – imenice
slomljeni brojevi – racionalni brojevi
slovnica – gramatika
suvisni ulomci – skrativi razlomci
šestilo – šestar
uzmnož – potenciranje
zaime – zamjenica
zvězdarstvo – astronomija.

Čitatelj će primijetiti da se u ljetopisu nigdje ne pojavljuje malo i veliko latinično slovo *đ,* odnosno *Đ*. To nije slučajno: ta je slova u hrvatski pravopis uveo dvadesetak godina kasnije (točnije, 1892.) Đuro Daničić. Vodoravna crtica na *đ* je bez sumnje motivirana primjerima slova *đerv* u hrvatskoj ćirilici, pisanoj u dvije inačice – u značenju *č* ili *đ*, u mnogobrojnim hrvatskim ćiriličnim dokumentima i knjigama.

Na mrežnoj adresi navedenoj u Digitaliziranim školskim izvješćima, osim Ljetopisa koji se odnosi na škol. god. 1872./73. i škol. god. 1873./74., nalaze se još dva ljetopisa manjeg opsega iz vremena Teslina školovanja, jedan za škol. god. 1869./70. (tiskan u Karlovcu), a drugi za škol. god. 1871./72. (tiskan u Zagrebu). Ta dva ljetopisa nisu obrađena u ovom članku.

Zahvale

Zahvaljujem današnjoj Gimnaziji Karlovac (tj. nekadašnjoj Velikoj realki u Rakovcu) na obavljenoj digitalizaciji iznimno značajnih školskih izvješća iz vremena školovanja Nikole Tesle u Rakovcu i postavljanju na njezine mrežne stranice; vidi (Digitalizirana školska izvješća). U objašnjenju nekih starih, danas iščezlih hrvatskih naziva, od pomoći mi je bio znameniti *Rječnik Hrvatsko-talijanski* (tiskan na više od 1200 stranica, s više od 60 000 riječi) velikog

leksikografa i svećenika glagoljaša Dragutina Antuna Parčića (Vrbnik, 1832. − Rim, 1902.), objavljen 1901. u Zadru. Ljubaznošću Hrvatskog školskog muzeja u Zagrebu dobio sam na uvid knjigu *Statistika nastave u kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji i hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini školske godine 1871-72.*, Zagreb, 1873., u kojoj se nalaze dragocjeni podatci o opremljenosti Velike realke u Rakovcu u vrijeme školovanja Nikole Tesle (vidi slike 9. i 10.). Zahvaljujem Josipu Hanjšu, sadašnjem predsjedniku Hrvatskog stenografskog društva (i dvostrukom svjetskom prvaku u stenografiji) na podatcima o Hrvatskom stenografskom društvu. Zahvalan sam prof. dr. sc. Dini Šimunić na pomoći u prevođenju dijelova ljetopisa iz 1872. – 1874. s njemačkog na hrvatski jezik. Zahvaljujem prof. dr. Zvonku Benčiću na prijedlogu za pisanje članka te na korisnim savjetima.

Literatura

[1] Alte Maße und Gewichte (Österreich), https://de.wikipedia.org/wiki/Alte_Ma%C3%9Fe_und_Gewichte_(%C3%96sterreich), pristupljeno travnja 2018.

[2] Digitalizirana školska izvješća Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu za školsku godinu 1872./3. i školsku godinu 1873./4., https://www.gimnazija-karlovac.hr/digitalizirana-skolska-izvjesca/carska-i-kraljevska-velika-realka-u-rakovcu.html, pristupljeno travnja 2018.

[3] J. Faričić, 2014: Sustavi mjernih jedinica relevantnih za geografiju i kartografiju, Sveučilište u Zadru, Zadar, http://www.unizd.hr/Portals/6/JF_Mjerne%20jedinice.pdf, pristupljeno travnja 2018.

[4] Matematička gimnazija u Zagrebu, 2018: Nastavni program, www.mioc.hr/wp/?page_id=681, pristupljeno travnja 2018.

[5] Dragutin Parčić (Carlo Parčić), 1901.: *Rječnik Hrvatsko-talijanski / Vocabulario croato-italiano*, Zadar.

[6] *Statistika nastave u kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji i hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini školske godine 1871-72.*, Zagreb 1873.

[7] D. Žubrinić: Croatian Stenographic Society founded in 1882 five years before Intersteno in London, www.croatia.org/crown/articles/10290/1/, pristupljeno travnja 2018.

[8] D. Žubrinić: Nikola Tesla, www.croatianhistory.net/etf/tesla.html, pristupljeno travnja 2018.

[9] D. Žubrinić, 2017.: Školovanje Nikole Tesle u Hrvatskoj i njegov profesor Martin Sekulić, u *Povijest i filozofija tehnike* / radovi EDZ sekcije 2017. godine / Benčić, Zvonko ; Moser, Josip (ur.). Zagreb : Kiklos, 2017. str. 81-117. Dostupno na mrežnoj adresi http://www.hro-cigre.hr/downloads/miljokaz/Povijest_filozofije_tehnike-radovi_EDZ_sekcije_2017.%20godine.pdf , pristupljeno travnja 2018.

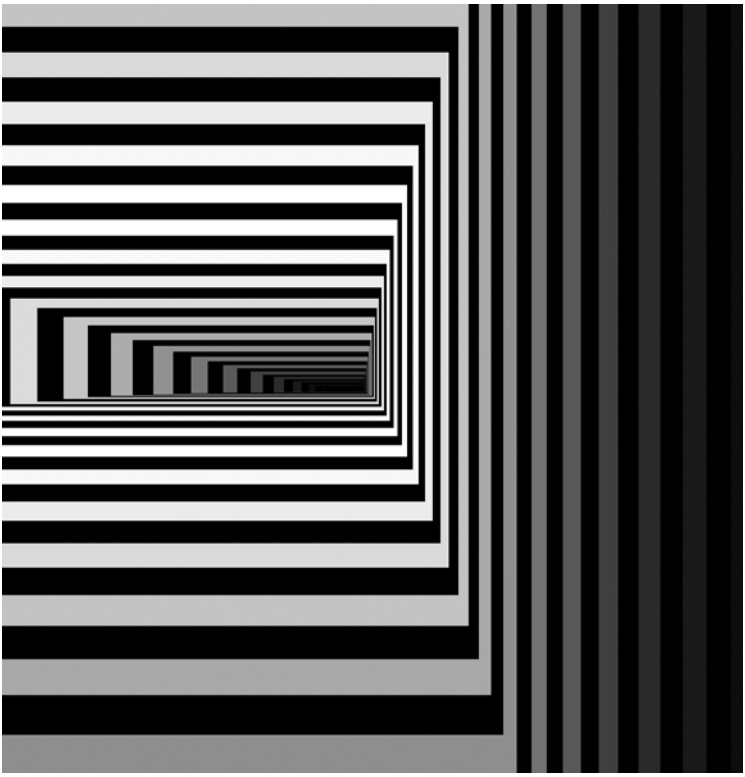
[10] D. Žubrinić: Hrvatska glagoljica u Češkoj, www.croatianhistory.net/etf/ceska.html, pristupljeno travnja 2018.

Teaching of Croatian Language, Mathematics and Physics in the time of Education of Nikola Tesla in Croatia

Darko Žubrinić

Abstract: During the schooling of Nikola Tesla at the High Real School in Rakovac (today a part of the city of Karlovac), the crucial role had his professor Martin Sekulić. Tesla wrote about this in his Authobiography: *I had become intensely interested in electricity under the stimulating influence of my Professor of Physics, who was an ingenious man and often demonstrated the principles by apparatus of his own invention.* In this article, we present the educational process at the High Real School in Rakovac when Nikola Tesla attended it in the period of 1870. – 1873. (when he was 14-17), with a special emphasis to the teaching of Croatian language, Mathematics and Physics. The basis for this article is an original yearbook of The Imperial and Royal High Real School in Rakovac in Croatian-Slavonian Military Frontier for The School Year 1872/3 i 1873/4, published in Croatian and German languages in the city of Zagreb in 1874.

Keywords: Nikola Tesla, Croatia, Rakovac, Karlovac, High Real School, Croatian-Slavonian Military Frontier, education of Nikola Tesla, Croatian language, Mathematics, Physics, Martin Sekulić, yearbook, Karlovac Gymnasium



Vlatko Čerić: *Unclassified_objects_14*

3.
Proizvodi

Marijan Kalea

TS 220/110 kV Đakovo, prva kompenzacija pri naponu od 110 kV u Hrvatskoj

Sažetak: Postrojenje za kompenzaciju jalove energije pri naponu od 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo službeno je pušteno u pogon 21. studenog 1997. To je postrojenje bilo od velikog značaja za opskrbu električnom energijom Slavonije i Baranje u poratnim prilikama, u kvalitativnom i kvantitativnom smislu, čija je uloga osvjedočena već u zimi 1997./1998. godine. Napon priključka 110 kV, primjena prekidača za sinkrono sklapanje po polovima i primjena prigušnica u faznim granama serijski spojenih s kompenzatorskim kondenzatorima – čime je ostvarena i njihova filtarska uloga prema višim harmonicima u mreži – obilježja su prema kojima se to postrojenje pionirski izdvaja od dotad ostvarenih kompenzacija jalove energije u prijenosnoj mreži Hrvatske elektroprivrede.

Ključne riječi: TS 220/110 kV Đakovo, kompenzacija jalove snage, filtri viših harmonika u elektroenergetskoj mreži

Uvod − slijed događaja

TS 220/110 kV Đakovo u pogonu je od 1967., a nakon samo godinu dana pogona dogodila se teška havarija u kojoj je potpuno uništeno korišteno kompenzacijsko postrojenje sa sinkronim kompenzatorom 30 Mvar. Godine 1977. Slavonija i Baranja uključene su u mrežu 400 kV, vodovima od 400 kV snažno poduprtim elektranama te je prestala neposredna potreba kapacitivne kom-

penzacije. Štoviše, pogonske poteškoće s previsokim naponom morale su biti svladavane umjetnim induktivnim jalovim opterećenjem, prigušnicama od čak 2 × 50 Mvar ugrađenim u TS 400/110 kV *Ernestinovo*, priključenim na tercijare transformatora pod naponom od 30 kV.

U ratnim razaranjima 1991./1992. položaj slavonsko-baranjske prijenosne mreže bitno je pogoršan. Nastalo stanje prijenosne mreže obilježava činjenica da su brojni dalekovodi i transformatorske stanice na rubu slobodnog područja u Osijeku, Vinkovcima, Županji i Slavonskom Brodu u ratnim razaranjima 1991./1992. devastirani te je njihovo korištenje otežano i suženo. Najteži je bio potpuni gubitak TS 400/110 kV *Ernestinovo*, koji se zbio u studenom 1991. godine. Prijenosna mreža u hrvatskom Podunavlju bila je na privremeno okupiranom području, pod nadzorom Prijelazne administracije Ujedinjenih naroda (*UN Transitional Administration in Eastern Slavonia, Baranja and Western Sirmium* − UNTAES), a tek je 15. siječnja 1998. ostvarena potpuna nadležnost Hrvatske elektroprivrede nad elektroenergetskim objektima na tom području.

Dobava električne energije ostvarivala se vodom nazivnog napona 400 kV, pod pogonskim naponom od 220 kV, iz središnjeg dijela elektroenergetskog sustava (TS 220/110 kV Mraclin), dugim oko 235 kilometara. Na njegovu kraju priključena je radijalno TS 220/110 kV Đakovo, a oko 35 kilometara ispred kraja priključena je privremena 220/110 kilovoltna transformacija "1505/2" snage 150 MVA. Kapacitet dobave tim vodom je nešto preko 200 MW, iskušano u pogonu, uz povlačenje preko 100 Mvar iz napojnog čvorišta. Dobava je pripomognuta i vodovima od 110 kV Virovitica − Slatina, Siklós − Valpovo i Nova Gradiška − Požega, dva zadnja voda od 1995. godine. Ne u isto vrijeme, svaki od tih vodova bivao je rubno opterećen s oko 45 MW, s tim da se vod od 110 kV Siklós − Valpovo koristi otočnim pogonom odgovarajućeg izdvojenog dijela hrvatske mreže.

U Slavoniji je jedna javna elektrana, TE-TO Osijek, ukupne snage 90 MW, uključivo i snagu agregata PTE od kojih je jedan od 23 MW u ratu potpuno razoren, a obnovljen 1993. godine. Industrijske elektrane u Osijeku, Županji i Belišću angažiraju se s neznatnim plasmanom u mrežu. Interventna elektrana u Slavonskom Brodu i dizelske elektrane imale su ukupnu snagu od oko 45 MW i bile su priključene na srednjonaponsku mrežu 1996./1997. godine.

Uz tadašnji, i dulje vremena saglediv, radijalni priključak Slavonije na elektroenergetski sustav, sva se jalova snaga mora transportirati radijalnim, do krajnjih mogućnosti opterećenim vodom od 220 kV, što znači:

- povećanu struju u odnosu na onu koja bi bila potrebna za namirenje potražnje samo djelatne snage
- povećane gubitke energije na tom vodu
- lošije naponske prilike na njegovu kraju, posebno ako su izvan pogona svi agregati TE-TO Osijek.

Tijekom 1997. i dalje je potpuno izvan pogona sedam dalekovoda predratne mreže od 110 kV (ukupne duljine 86 km), kao i potpuno razorena i opljačkana TS 400/110 kV *Ernestinovo*, a osam dalekovoda od 110 kV koristi se na dijelu trase pod višim odnosno nižim naponom od konstrukcijskog (220 kV, 110 kV, 35 kV i 10 kV), pa je izvan pogona još ukupno 75 km. I dalje su u punom i nezamijenjenom korištenju sve dionice privremenih vodova na drvenim stupovima (40 kilometara) s privremenim transformacijama 110/35 kV "505", 22 MVA i TS 220/110 kV "1505/2", 150 MVA. Na trasama pet vodova koji se koriste u mreži još uvijek postoje minirane dionice.

Prijenosna mreža praktički je na trećini predratnog kapaciteta. Potražnja za električnom energijom veća je od 3/4 predratne, a u zimi 1997./1998. očekivao se još značajniji porast (konačni povrat hrvatskog Podunavlja!).

1. Potrebna jalova snaga

Potražnja Slavonije i Baranje, relativno stabilizirana u nekoliko prijeratnih godina (1989./1990.), omeđena je graničnim vrijednostima:

– maksimalno djelatno / jalovo opterećenje 350 MW/125 Mvar
– minimalno djelatno / jalovo opterećenje 105 MW/50 Mvar.

Potražnja jalove snage iskazana je na razini 110 kV, dakle u njoj su sadržani gubici jalove snage mreže 110 kV, transformatora 110/35 kV, te izravnih potrošača i sva potražnja mreže i potrošača na niženaponskim razinama. Nisu sadržani gubici jalove snage u transformatorima 220/110 kV i prijenosnim vodovima 220 i 110 kV do Slavonije.

Već ujesen 1992. razmatrana je i idejno projektirana mogućnost hitne ugradnje kompenzacije jalove snage u TS 220/110 kV Đakovo, radi pripreme za budući dugotrajniji radijalni pogon (koji se tako i ostvario, sve do 2004. kad je priključena obnovljena TS 400/110 kV *Ernestinovo* na pogonski napon 400 kV te pušteni u pogon svi dalekovodi 400 kV i 110 kV koji su priključeni na tu trafostanicu). Studijom Instituta za elektroprivredu i energetiku − Zagreb dovršenom 1993. godine utvrđena je opravdanost kompenzacije od 100 Mvar pri maksimalnom opterećenju.

Ujesen 1993. razmatrana je opravdanost da se ukupno potrebna kompenzacija u Slavoniji i Baranji razdijeli na sustavnu i distribuiranu kompenzaciju te je zaključeno da se 50 Mvar instalira kao sustavna kompenzacija u TS 220/110 kV Đakovo, a 50 Mvar kompenzacije razdijeli u više čvorišta distribucijske, srednjonaponske mreže (kako je i ostvareno).

Pretprojektom Elektroprojekta − Zagreb, dovršenim 1994. godine, utvrđeno je da je sustavnu kompenzaciju najbolje priključiti na naponsku razinu od 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo, što je prvo takvo rješenje u Hrvatskoj pri

visokom naponu. Dotad su kompenzacijski uređaji priključivani na srednji i niski napon.

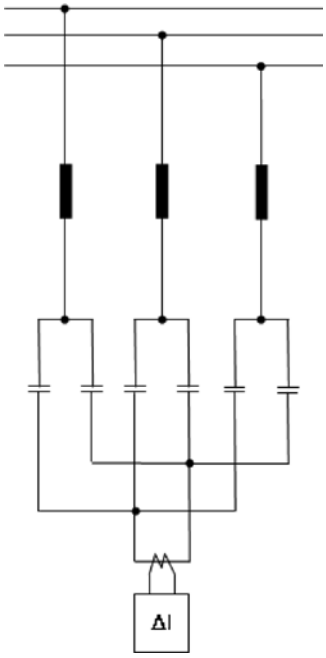
2. Rješenje sustavne kompenzacije

U javnom nadmetanju poznatih europskih tvrtki za isporuku sustavne kompenzacije, Hrvatska elektroprivreda izabrala je tvrtku ABB iz Ludvike, Švedska. Oblikovanje rješenja obavljeno je na temelju mjerenja u mreži, obavljenih 1994. godine, kojima su utvrđeni udjeli viših harmonika osnovne frekvencije struje i napona od 50 Hz u mreži. Najistaknutiji je bio peti harmonik (250 Hz), pa treći (150 Hz) i potom sedmi (350 Hz). Ostali neparni harmonici, kao i svi parni, bili su znatno nižih udjela. Spomenimo da je pojava viših harmonika napona u mreži uvjetovana sve većim korištenjem suvremenih, a nelinearnih trošila (čiji priključak na sinusni napon rezultira strujom osnovnog, ali i viših harmonika) te sa stupnjem svekolikog razvoja rastu teškoće u mreži izazvane višim harmonicima.

Cjelokupni kompenzacijski slog priključuje se jednim prekidačem za sinkrono sklapanje po polovima na sabirnice od 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo i dijeli se u tri filtarsko-kompenzacijske grane od po 16 Mvar. Svaka grana može se rastavljačem izdvojiti iz pogona te se može ostvariti stupnjevita kompenzacija od 0-18-36-48 Mvar, usklađeno s potražnjom u pojedinim dnevnim i sezonskim razdobljima.

Pojedina filtarsko-kompenzacijska grana sadrži kondenzatorsku bateriju odgovarajućeg kapaciteta i prigušnicu bez željeza (kako bi joj permeabilitet i time induktivitet bio stalan), tako da je rezonantna frekvencija pojedine grane oko trećeg, petog i sedmog harmonika osnovne frekvencije mreže; nazivno 150 Hz, 250 Hz i 350 Hz. Time su ostvareni filtri za te više harmonijske članove struje i napona u mreži. Osim osnovne uloge u mreži – kompenzacija jalove snage na kraju dugog radijalnog voda od 220 kV (duljine 235 km), radi omogućenja njegova djelatnog opterećenja uz povoljnije prilike – rješenje osigurava i smanjenje zatečene naponske distorzije u mreži, svojom filtarskom ulogom.

Prekidač sa sinkronim sklapanjem po polovima funkcionira tako da izvršenje isklopa čeka najraniji dolazak faznog napona na nulu i tad se prosljeđuje nalog za isklop tog pola, a nalog za istodobni isklop preostalih dvaju polova prosljeđuje se odmah nakon što linijski napon među tim dvjema fazama prolazi kroz nulu. Dakle, uklapa i isklapa kompenzaciju u najpovoljnijem trenutku napona u pojedinim fazama i snižava udarnu struju, koja je neugodnija kod uklopa. Svime upravlja relej za sinkrono sklapanje, a nalog za isklop zaštitom prosljeđuje se bez čekanja najpovoljnijeg trenutka.



Slika 1.: Tropolna shema jednog kompenzacijskog filtra

Na tropolnoj shemi prikazan je jedan od triju shematski jednakih filtara (pojedini filtri imaju različite parametre svojih komponenata). Kondenzatori u faznim granama priključeni su u dvije poluzvijezde s izoliranim zvjezdištima (od zemlje). Ta zvjezdišta međusobno su povezana primarom strujnog mjernog transformatora koji napaja diferencijalni nadstrujni relej. Ako su sve grane u svim trima zvijezdama potpuno simetrične, nema diferencijalne struje. Njezina pojava znak je da je neka u nizu paralelno spojenih kondenzatorskih jedinica probila, što signalizacijom (manja struja) ili čak nalogom za isklop (veća struja) upozorava na proboj. Svaka kondenzatorska jedinica sadrži rastalni osigurač koji izdvaja probijenu jedinicu, a ako ih je više, dolazi do isklopa i neodgodiva je zamjena ispravnim jedinicama.

Kompenzacija u TS 220/110 kV Đakovo koristit će se u skladu s prilikama u mreži: trenutačnim uklopnim stanjem mreže i stvarnim postignutim opterećenjem. Najviše će doći do izražaja u razdobljima najvećih opterećenja, a u nekim razdobljima i pri nekim opterećenjima angažirat će se samo pojedini stupnjevi kompenzacije ili će čak biti potpuno isključena.

Tijekom duljeg predstojećeg razdoblja, prilike u mreži mijenjat će se promjenom topologije te dogradnjom elektrane ili elektrana na području istočne Hrvatske. U potpuno uzamčenoj i višestruko povezanoj superponiranoj mreži (kakva je bila prije ratnih razaranja 1991./1992. godine i opet će biti nakon

obnove TS 400/110 kV *Ernestinovo*), moguće je da u većini tadašnjih prilika kompenzaciju neće biti potrebno angažirati. Koristit će se kao rezervni izvor jalove snage za uvijek moguće slučajeve radijalnog pogona slavonske mreže ili će biti premještena na potrebnije mjesto u mreži Hrvatske.

3. Izgradnja sustavne kompenzacije

Ugovor o isporuci opreme za sustavnu kompenzaciju zaključen je s tvrtkom ABB krajem 1994. Ugovor o glavnom projektu zaključen je s tvrtkom Elektroprojekt − Zagreb sredinom 1994., a aneks sredinom 1995. godine.

Građevinski radovi počeli su u studenom 1995., a izvelo ih je poduzeće Rad − Đakovo. Elektromontažni radovi počeli su u prosincu 1996., a izvelo ih je poduzeće Dalekovod − Zagreb uz podizvođača Tehnoelektro − Đakovo. Probni pogon počeo je krajem listopada 1997. i otad postrojenje funkcionira sukladno očekivanim obilježjima te je znatno poboljšalo otežane elektroenergetske okolnosti u središnjem čvorištu opskrbe Slavonije i Baranje iz elektroenergetskog sustava Hrvatske.

Ukupna vrijednost ugrađene opreme te građevinskih i elektromontažnih radova bila je 8,8 milijuna kuna, a ta znatna sredstva opravdava:

- namirenje potražnje jalove energije u središtu potražnje i time oslobađanje radijalno priključenog prijenosnog voda za povećani prijenos djelatne energije
- sniženje gubitaka električne energije na tom vodu
- sniženje opterećenja elektrana u sustavu proizvodnjom jalove energije
- poboljšanje naponskih okolnosti u razdobljima najveće potražnje
- povećanje kvalitete napona filtarskom ulogom.

Zanimljivo je dodati kako se puštanje u pogon (1997.) sustavne kompenzacije *poklopilo* s tridesetom obljetnicom puštanja u pogon TS 220/110 kV Đakovo (1967.). To je bio središnji opskrbni objekt prijenosne mreže u Slavoniji i Baranji do puštanja u pogon TS 400/110 kV *Ernestinovo* (1977.), a središnju ulogu ponovno mu je nametnuo rat na dugih 14 godina.

4. Korištenje sustavne kompenzacije u TS 220/110 kV Đakovo

Sustavna kompenzacija korištena je u razdoblju 1997. do 2006. godine. Kako je 2004. godine puštena u pogon obnovljena TS 400/110 kV *Ernestinovo* pod naponom od 400 kV, prestala je potreba za kapacitivnom kompenzacijom

u slavonsko-baranjskoj prijenosnoj mreži. Štoviše, javlja se ponovno potreba za umjetnim induktivnim opterećenjem u čvorištu 400 kV *Ernestinovo* te je u tu svrhu u nju ugrađena prigušnica od 100 Mvar, priključena na sabirnice od 110 kV.

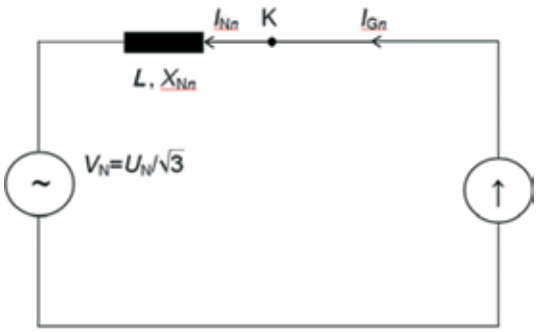
Prvih je godina pogona kompenzacije ostvarivana proizvodnja jalove energije od oko 100 Gvarh, da bi zadnje dvije godine (2005. i 2006.) bila ostvarena neznatna proizvodnja. Nakon toga kompenzacija u TS Đakovo nije više korištena. Najveća godišnja proizvodnja jalove energije ostvarena je 2004. godine, oko 400 Gvarh, dakle, ostvareno godišnje trajanje ukupne instalirane snage kompenzacije bilo je više od 4400 sati, što je još jedan pokazatelj kako je obnova TS *Ernestinovo* dovršena doista u zadnji čas. Već 2004. ostvareno je induktivno jalovo opterećenje prigušnicom u TS *Ernestinovo* od preko 100 Mvar, a 2016. godine ostvareno je čak više od 700 Mvarh.

Slika 2.: Postrojenje sustavne kompenzacije od 110 kV, 48 Mvar, u TS 220/110 kV Đakovo

PRILOG: Kratko tumačenje filtarske kompenzacije

1. Prilike u mreži prije priključka kompenzacije

Promatramo jednu granu trofazne mreže, spojene u zvijezdu, samo s reaktancijama (bez djelatnog otpora), slika 1. Izvan promatranja je struja osnovnog harmonika koju određuje fazni napon mreže V_N, ali, dakako, nju treba u konačnici smatrati superponiranu strujom *n*-tog harmonika. Izvor generirane struje *n*-tog harmonika u mreži zamišljamo strujnim izvorom priključenim na čvorište K u kojem se namjerava priključiti kompenzacija. U čvorištu K reaktancija mreže pri osnovnom harmoniku je X_N pa se generirana struja *n*-tog harmonika I_{Gn} zatvara u krugu s mrežnom reaktancijom pri tom harmoniku ($X_{Nn} = n \cdot X_N$) u punom iznosu, dakle je $I_{Nn} = I_{Gn}$.

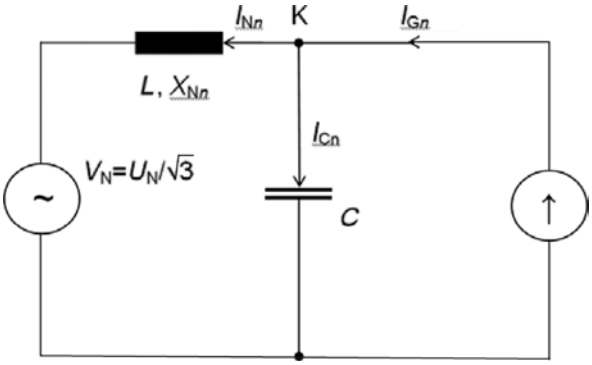


Slika 1.: Promatrana mreža s čvorištem namjeravanog priključka kompenzacije K

Fazni napon *n*-tog harmonika u čvorištu K je $V_n = I_{Nn} \cdot X_{Nn}$. On se superponira osnovnom harmoniku napona mreže V_N (naravno, idealno sinusnim), te se rezultirajuća trenutačna vrijednost napona izobličuje to više što je napon *n*-tog harmonika veći, a taj raste s veličinom generirane struje tog harmonika. To povećava ukupnu distorziju napona u mreži i povećava gubitke u realnoj mreži, u kojoj djelatni otpor nije jednak nuli.

2. Prilike u mreži nakon neposredno priključene kompenzacije

Postoje li u mreži potrošači koji osim osnovnog harmonika struje prouzročuju i pojavu viših harmonijskih članova struje – time na svim impedancijama kojima teku te struje i pojavu viših harmonika napona – kompenzacija primjenom neposredno priključene kondenzatorske baterije nije prihvatljiva bez daljnjeg.



Slika 2.: Mreža s neposredno priključenim kompenzacijskim kondenzatorom

Induktivitet mreže i kapacitet takve kondenzatorske baterije tvore, u odnosu na izvor viših harmonika struje u mreži, paralelni titrajni krug, slika 2., kojem je, uz zanemarenje djelatnog otpora, rezonantni frekvencijski omjer:

$$n_{\mathrm{r}} = \sqrt{\frac{S_{\mathrm{k}}}{Q_C}} \tag{1}$$

Razmotrimo utjecajne veličine, izvodeći tu relaciju. Rezonantni frekvencijski omjer je:

$$n_{\mathrm{r}} = \frac{f_{\mathrm{r}}}{f_{\mathrm{N1}}} = \frac{f_{\mathrm{r}}}{50} = \frac{\omega_{\mathrm{r}}}{\omega_{\mathrm{N1}}} \tag{2}$$

omjer rezonantne frekvencije tog kruga f_{r} i nazivne frekvencije osnovnog harmonika mreže $f_{\mathrm{N1}} = 50$ Hz. Snaga tropolnog kratkog spoja u mreži, slika 1.:

$$S_{\mathrm{k}} = \sqrt{3U_{\mathrm{N}}I''_{\mathrm{k}}} \tag{3}$$

je određena nazivnim linijskim naponom mreže $U_{\mathrm{N}} = \sqrt{3} \cdot V_{\mathrm{N}}$ i početnom strujom tropolnog kratkog spoja I''_{k} u mreži u čvorištu namjeravanog priključka kompenzacije K. Trofaznu jalovu snagu kondenzatorske baterije Q_C u (1) treba odrediti pri nazivnom naponu mreže i nazivnoj kružnoj frekvenciji osnovnog harmonika ω_{N1}:

$$Q_{\mathrm{C}} = U_{\mathrm{N}}^2 \cdot \omega_{\mathrm{N1}} \cdot C \tag{4}$$

$$\omega_{\mathrm{N1}} = 2\pi f_{\mathrm{N1}} = 2\pi \cdot 50 \approx 314 \text{ 1/s} \tag{5}$$

U relaciji (4) je C fazni kapacitet kondenzatorske baterije spojene u zvijezdu. Rezonantna kružna frekvencija paralelnog LC-spoja, slika 2., je:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{(LC)}} \tag{6}$$

Prema prilikama na slici 1., snaga kratkog spoja je:

$$S_{\mathrm{k}} = \frac{U_{\mathrm{N}}^2}{X_{\mathrm{N}}} = \frac{U_{\mathrm{N}}^2}{\omega_{\mathrm{N1}} L} \tag{7}$$

odakle je induktivitet mreže u čvorištu priključka kompenzacije

$$L = \frac{U_{\mathrm{N}}^2}{\omega_{\mathrm{N1}} S_{\mathrm{k}}} \tag{8}$$

Iz (4) je fazni kapacitet kondenzatorske baterije:

$$C = \frac{Q_{\mathrm{C}}}{\omega_{\mathrm{N1}} U_{\mathrm{N}}^2} \tag{9}$$

Uvrstivši L prema (8) i C prema (9) u (6), izlazi rezonantna kružna frekvencija

$$\omega_{\mathrm{r}} = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{Q_{\mathrm{C}}}{\omega_{\mathrm{N1}}^2 S_{\mathrm{k}}}}},$$

odakle slijedi izraz (1) za rezonantni frekvencijski omjer:

$$n_{\mathrm{r}} = \frac{\omega_{\mathrm{r}}}{\omega_{\mathrm{N1}}}.$$

Zaključimo: rezonantna frekvencija titrajnog kruga, nastalog neposrednim priključkom kompenzatorske kondenzatorske baterije na izabrane sabirnice u mreži, ovisna je o snazi tropolnog kratkog spoja u mreži na mjestu priključka i obrnuto razmjerna trofaznoj jalovoj snazi namjeravane kompenzacije. Niža je što je mreža u čvorištu priključka slabija – manja snaga kratkog spoja S_{k} – i što je namjeravana jalova snaga kompenzacije Q_C veća.

Izvori viših harmonika struje u mreži u pravilu su nižeg reda te su poteškoće na koje će se ukazati istaknutije ako je rezonantna frekvencija mreže i kompenzacije niža. Mora se očekivati potreba rješavanja tih poteškoća ako su mrežne prilike i namjeravana snaga kompenzacije takvi da uvjetuju nisku rezonantnu frekvenciju. Primjerice, ako je snaga kratkog spoja u čvorištu priključka kompenzacije 450 MVA, a snaga namjeravane kompenzacije 50 Mvar, tad je rezonantni frekvencijski omjer jednak 3, dakle određuje treći harmonik nazivne frekvencije.

Ostvari li se u promatranom čvorištu mreže kompenzacija, neposrednim priključkom kondenzatorske baterije na sabirnice u tom čvorištu, prilike opisane

prije priključka kompenzacije će se izmijeniti. Generirana struja *n*-tog harmonika teče tad paralelom: mrežna reaktancija − kompenzacijski kondezator.

Napon *n*-tog harmonika na tim sabirnicama, uz nepromijenjenu generiranu struju, ovisi o impedanciji paralele mrežna reaktancija − kompenzacijski kondenzator. Ako je frekvencija nekog izraženog višeg harmonika generirane struje u mreži bliska ili čak jednaka rezonantnoj frekvenciji mreže i kondenzatora, struja tog harmonika teći će vrlo velikom rezonantnom impedancijom paralele mreža − kondenzator. To će znatno povećati napon tog harmonika u odnosu na napon zatečen u mreži prije priključka kompenzacije. (Prije priključka kompenzacije generirana struja tog harmonika u istoj se vrijednosti zatvara mrežnom reaktancijom.) Uz povećan napon na toj reaktanciji – ako je u rezonanciji s priključenom kondenzatorskom baterijom – doći će i do pojačanja struje mrežnom reaktancijom u odnosu na nepromijenjenu generiranu struju tog harmonika!

Struje $I_{\mathrm{N}n}$ i I_{Cn} su u protufazi (dakako, u našem idealiziranom pristupu u kojem se djelatni otpori zanemaruju, slika 2.), jedna je induktivna, a druga kapacitivna, te je apsolutna vrijednost ukupne struje koja ulazi čvorište K jednaka njihovoj razlici:

$$I_{\mathrm{G}n} = \left| I_{\mathrm{N}n} - I_{Cn} \right|, \tag{10}$$

a omjer struja granama obrnuto razmjeran njihovim reaktancijama:

$$\frac{I_{Cn}}{I_{\mathrm{N}n}} = \frac{X_{\mathrm{N}n}}{X_{Cn}} \tag{11}$$

odakle se uređivanjem dolazi do omjera struje mrežnom reaktancijom $I_{\mathrm{N}n}$, pri frekvencijskom omjeru n, u odnosu na generiranu struju $I_{\mathrm{G}n}$:

$$\frac{I_{\mathrm{N}n}}{I_{\mathrm{G}n}} = \frac{X_{Cn}}{|\mathrm{X}_{Cn} - \mathrm{X}_{\mathrm{N}n}|} \tag{12}$$

Kako su u blizini rezonancije ($n \approx n_{\mathrm{r}}$) kapacitivna i induktivna reaktancija podjednake, to:

$$\left| X_{\mathrm{C}n} - X_{\mathrm{N}n} \right| \to 0 \tag{13}$$

izlazi prema (12) da je:

$$I_{\mathrm{N}n} >> I_{\mathrm{G}n} \tag{14}$$

Omjer struje mrežnom reaktancijom $I_{\mathrm{N}n}$ i generirane struje $I_{\mathrm{G}n}$ ukazuje u blizini rezonantne frekvencije:

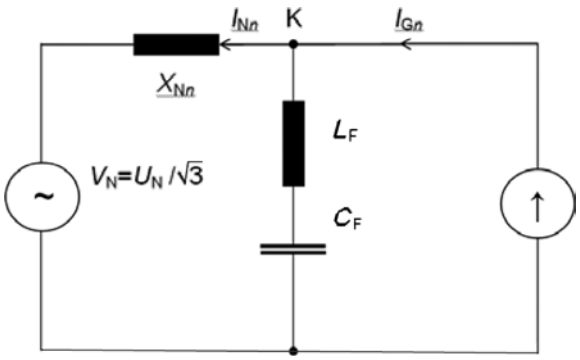
$$f_r = n_r \cdot f_{N1} \tag{15}$$

na iznimno veliko pojačanje generirane struje mrežom. U praktičnim okolnostima to je donekle ograničeno neizbježnim djelatnim otporom u mreži, čiji je utjecaj u ovom načelnom prikazu izostavljen jer je u mrežama visokog napona red vrijednosti $R/X \approx 0{,}1$ ili manje.

Veliko povećanje generirane struje mrežom vodi velikom povećanju naponskog izobličenja i takav neposredni priključak kompenzacijske kondenzatorske baterije nije prihvatljiv – ukoliko zatečeno naponsko izobličenje u čvorištu namjeravanog priključka kompenzacije nije zanemarivo.

3. Prilike u mreži nakon priključene filtarske kompenzacije

Rješenje se ostvaruje primjenom filtarske kompenzacije, slika 3.; kompenzacijskom kondenzatoru kapaciteta C_F u seriju se dodaje prigušnica konstantnog induktiviteta L_F tako da takva filtarska grana ima serijsku rezonantnu frekvenciju jednaku ili blisku izraženom višem harmoniku u mreži. Ako je takvih izraženih harmonika više, tad treba kompenzaciju razdijeliti u više trofaznih paralelnih grana, svaku s rezonantnom frekvencijom pojedinog višeg harmonika. Takve su trofazne grane onda filtri za pojedini harmonik, a pojedine fazne grane spojene su u zvijezdu.



Slika 3.: Mreža s priključenom filtarskom granom

Rezonantna kružna frekvencija filtra za pojedini viši harmonik treba biti:

$$\omega_F = \frac{1}{\sqrt{L_F C_F}} \tag{16}$$

Rezonantni frekvencijski omjer filtra je:

$$n_{\mathrm{F}} = \frac{\omega_{\mathrm{F}}}{\omega_{\mathrm{N1}}} = \frac{1}{\omega_{\mathrm{N1}}\sqrt{L_{\mathrm{F}}C_{\mathrm{F}}}} \tag{17}$$

gdje je ω_{N1} nazivna kružna frekvencija osnovnog harmonika mreže. C_{F} je kapacitet kondenzatorske baterije primijenjene u filtru, takav da baterija pri osnovnom harmoniku napona generira željenu jalovu snagu u pojedinoj fazi:

$$Q_{\mathrm{F}} = V_{\mathrm{N}}{}^2\omega_{\mathrm{N1}}C_{\mathrm{F}} \tag{18}$$

Dakle, filtarski kapacitet određen je željenom generiranom faznom jalovom snagom, faznim naponom priključka i osnovnim harmonikom kružne frekvencije

$$C_{\mathrm{F}} = \frac{Q_{\mathrm{F}}}{V_{\mathrm{N}}^2\omega_{\mathrm{N1}}} \tag{19}$$

Često je u mreži naglašenije zatečeno više (u pravilu neparnih) viših harmonika. Tad se kompenzacija podijeli primjerice u tri trofazne grane, od kojih svaka generira trećinu željene jalove snage kompenzacije, a rezonantni frekvencijski omjeri su im jednaki izraženim višim harmonicima u mreži, primjerice tri, pet i sedam – kao što je to najčešći slučaj. Tad bi jalova fazna snaga pojedine grane Q_{F} bila devetina ukupne trofazne snage kompenzacije Q_C.

Induktivitet filtarske prigušnice L_{F} onaj je koji odgovara kapacitetu C_{F}, toliki da se postigne željeni frekvencijski omjer filtra, dakle iz (17) on je:

$$L_{\mathrm{F}} = \frac{1}{n_{\mathrm{F}}^2\omega_{\mathrm{N1}}^2C_{\mathrm{F}}} \tag{20}$$

U relacijama (16) do (20) C_{F} je fazni kapacitet kondenzatorske baterije spojene u zvijezdu.

Funkcioniranje je razumljivo. Impedancija serijskog spoja prigušnice i kondenzatora najmanja je pri rezonantnoj frekvenciji (da nema djelatnog otpora bila bi jednaka nuli), pa bismo govorili o reaktanciji filtra X_{F}, jednakoj apsolutnoj razlici reaktancija kondenzatora i filtarske prigušnice, kao u ovom idealiziranom prikazu:

$$X_{\mathrm{F}}(f) = \left|X_{\mathrm{L}} - X_{\mathrm{C}}\right| = \left|\omega L_{\mathrm{F}} - \frac{1}{\omega C_{\mathrm{F}}}\right| \tag{21}$$

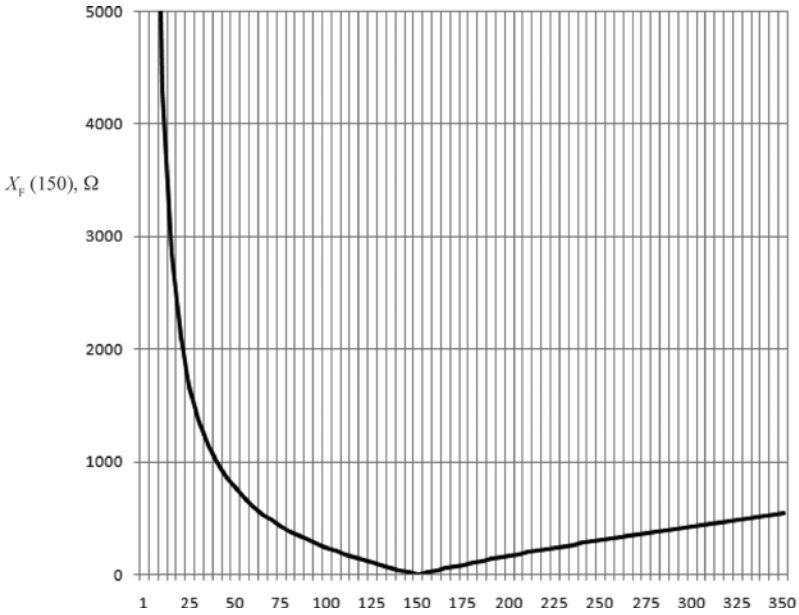
Primjerice, za filtar trećeg harmonika, dijagram ovisnosti reaktancije o frekvenciji prikazan je slikom 4. Pri rezonantnoj frekvenciji:

$$\left|X_{\mathrm{L}} - X_{\mathrm{C}}\right| \to 0. \tag{22}$$

Stoga, generirana struja tog harmonika zatvara se pretežnim svojim dijelom filtarskom granom (ta grana praktički je kratki spoj za struju vlastite rezonantne frekvencije filtra), namjesto mrežnom reaktancijom, dakle je:

$$I_{\mathrm{N}n} << I_{\mathrm{G}n}. \tag{23}$$

Pri rezonantnoj frekvenciji filtra je dakako i ukupna impedancija paralelnog spoja mreža − filtar također vrlo mala ("manja od najmanjeg sudionika paralele"), te se napon tog harmonika na mrežnoj reaktanciji, uz nepromijenjenu generiranu struju tog harmonika, također bitno smanjuje.



Slika 4.: Reaktancija filtra za treći harmonik ovisno o frekvenciji *f*, Hz

Priključkom, dakle, kondenzatora s prigušnicom – filtra, namjesto neposrednog priključka kondenzatora, postiže se – uz kompenzaciju jalove snage u mreži – i smanjenje opterećenja ("onečišćenja") mreže višim harmonicima. Dakako, dio instalirane jalove snage kondenzatora utrošit će se za nadoknadu gubitaka jalove snage u prigušnicama, te se kondenzatori dimenzioniraju tako da generiraju traženu jalovu snagu u mrežu, uzevši u obzir i te gubitke. S druge strane, napon koji se uspostavlja na filtarskom kondenzatoru viši je od faznog napona mreže za pad napona na prigušnici; ta su dva napona u protufazi. Ta okolnost podiže opet generiranu jalovu snagu kondenzatora pa i to valja uzeti u obzir.

Zaključno: treba sukcesivnim konvergentnim računom uskladiti parametre filtarske prigušnice i filtarskog kondenzatora, kako bi oni ostvarili i željenu rezonantnu frekvenciju i željenu jalovu snagu kompenzacije.

Literatura

[1] Kompenzacija 2 × 25 Mvar u TS 220/110 kV Đakovo, IZE Zagreb, srpanj 1993.

[2] TS 220/110 kV Đakovo – predprojekt sustavne kompenzacije, Elektroprojekt Zagreb, lipanj 1994.

[3] Poziv za ponudu isporuke opreme sustavne kompenzacije u TS 220/110 kV Đakovo, HEP i Elektroprojekt Zagreb, travanj 1994.

[4] Ponuda ABB za isporuku opreme sustavne kompenzacije u TS Đakovo iz srpnja 1994. s dopunama do 1. studenog 1994.

[5] Studije kratkog spoja prijenosne mreže Hrvatske elektroprivrede za godine 1995. i 2000., IZE Zagreb, srpanj 1992.

[6] Proračun ukupnih i parcijalnih struja u izvanrednim prilikama v. n. mreže na području PrP Elektroprijenos-Osijek, IZE Zagreb, ožujak 1993.

[7] Protokol o mjerenju snaga i spektralnoj analizi u TS 220/110 kV Đakovo, ELMAP Split, kolovoz 1994.

[8] IEC 871-1: 1987: Shunt capacitors for a.c. power system having a rated voltage above 660 V (Performance, testing and rating – Safety requirements – Guide for installation and operation)

[9] Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 (SL 4/74)

[10] ABB Schaltanlagen, 9. Auflage, Manheim, 1992.

[11] Projektni zadatak za glavni i izvedbeni projekt sustavne kompenzacije na 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo, HEP, siječanj 1995.

[12] M. Kalea: *Analiza utjecaja viših harmonika na rješenje sustavne kompenzacije na 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo*, Elektrotehnički fakultet u Osijeku, 1995.

[13] M. Kalea, D. Karavidović: Kompenzacija jalove snage u elektroenergetskoj mreži Slavonije i Baranje, Ref. za 3. savjetovanje HK CIGRÉ, Cavtat, 1997.

[14] M. Kalea: Utjecaj viših harmonika na rješenje sustavne kompozicije u TS 220/110 kV Đakovo, 3. savjetovanje HK CIGRÉ, Cavtat, 1997.

TS 220/110 kV Đakovo, the First Reactive Power Compensation at 110 kV in Croatia

Marijan Kalea

Abstract: The 110 kV reactive power compensation plant at TS 220/110 kV Đakovo was officially commissioned on November 21, 1997. This facility was of great importance for Slavonia and Baranja's electricity supply in the post-war situation, both in terms of quality and quantity, and its role was already seen in the winter of 1997/1998. The 110 kV voltage connection, the synchronous circuit-breaker switch application, and the phase-dependent inductor coupling, serially coupled with compensating capacitors, fulfilled their role as filters in relation to the higher harmonics in the grid. These are what make this plant a pioneer in relation to the previous reactive power compensations plants in the Croatian electrical power transmission network.

Keywords: TS 220/110 kV Đakovo, reactive power compensation, filter of higher harmonics in the electrical grid

Josip Zdenković

Frekvencijski pretvarač VEKTOREG

Sažetak: Predstavljen je digitalno upravljan frekvencijski pretvarač VEKTOREG za vektorsku regulaciju asinkronog motora. Taj frekvencijski pretvarač razvijen je u razdoblju od 1991. do 1993. godine u tvrtki Drives & Control u Hrvatskoj. U učinskom dijelu VEKTOREG je imao IGBT-sklopke, a u upravljačkom dva digitalna signalna procesora u paralelnom radu. I u programskom i u sklopovskom dijelu to je u tom trenutku razvoja tehnike bio iznimno suvremen pretvarač. Opisana je primjena pretvarača na eksperimentalnom laboratorijskom postolju za ispitivanje metoda vektorske regulacije bez mjerenja brzine vrtnje. Identično se postolje uz primjenu VEKTOREG-a koristilo i za ispitivanje običnih pretvarača frekvencije. Opisana je jedna primjena pretvarača VEKTOREG u elektromotornom pogonu za volumetrijsko doziranje, koji je u industrijskoj praksi radio više od 15 godina. U osobnom osvrtu na uređaj ukazuje se na cijeli tim i na priznanje koje je tim dobio od vrhunskog stručnjaka toga doba prof. emer. Wernera Leonharda.

Ključne riječi: asinkroni motor, vektorsko upravljanje, digitalni procesor signala, VEKTOREG, Drives & Control d. o. o.

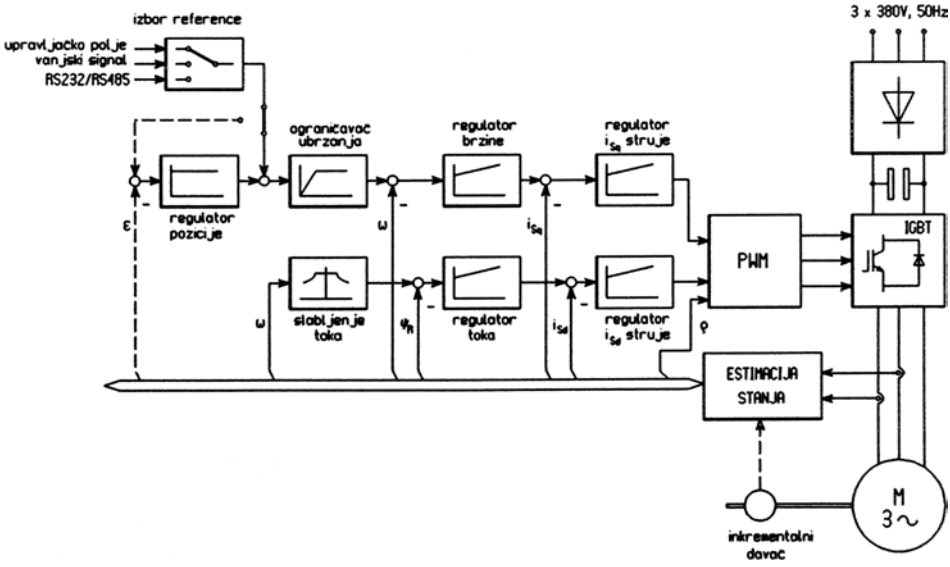
Uvod

U trenutku stečaja Elektrotehničkog Instituta *Rade Končar* krajem 1990. godine svi djelatnici nalaze se odjednom na cesti i bez zaposlenja. Većina djelatnika Odjela za elektromotorne pogone u Sektoru za industrijsku elektroniku i automatizaciju osniva u tom trenutku tvrtku Drives & Control d. o. o. pod vodstvom mr. sc. Milana Perkovca.

Članak se bavi isključivo jednim uređajem, frekvencijskim pretvaračem VEKTOREG (pokrata od 'vektorska regulacija'), koji je nastajao u prvim godinama tvrtke Drives & Control. Neće dotaknuti ostale razvijene digitalno upravljane uređaje učinske elektronike: MINIPREF i MIPROVERT (mikroprocesorski upravljani frekvencijski pretvarači), MIPROLIFT (mikroprocesorski upravljan uređaj za pogon dizala), MIPROSTART (mikroprocesorski upravljan uređaj za mekani zalet asinkronog stroja), MSK (mikroprocesorski uređaj za mjerenje, kompenzaciju jalove energije i upravljanje trošilima), DPR (digitalni procesni regulator). Razvojni tim u tvrtki Drives & Control prkosio je svim poteškoćama i imao timski stvaralački zanos koji se, jednostavno, događa jednom u životu. No, o tome će, nadam se jednog dana, mr. sc. Milan Perkovac stići napisati koje slovo. Uz njegovo dopuštenje i u dogovoru s njim, opisao sam u članku frekvencijski pretvarač VEKTOREG na kojem sam i sâm radio.

1. Opis frekvencijskog pretvarača VEKTOREG

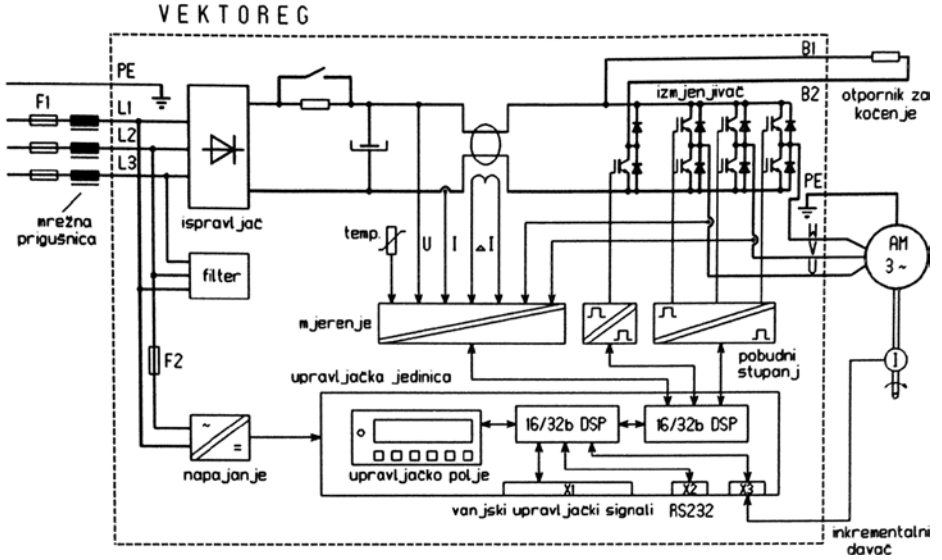
Frekvencijski pretvarač VEKTOREG sastoji se od upravljačkog i učinskog dijela. U **upravljačkom dijelu**, slika 1., koriste se algoritmi vektorske regulacije asinkronog stroja. Primijenjeni postupak vektorske regulacije omogućuje neovisnu regulaciju razvijenog momenta i magnetskog toka stroja. To, pak, osigurava dinamiku pogona u cijelosti usporedivu s dinamikom pogona s



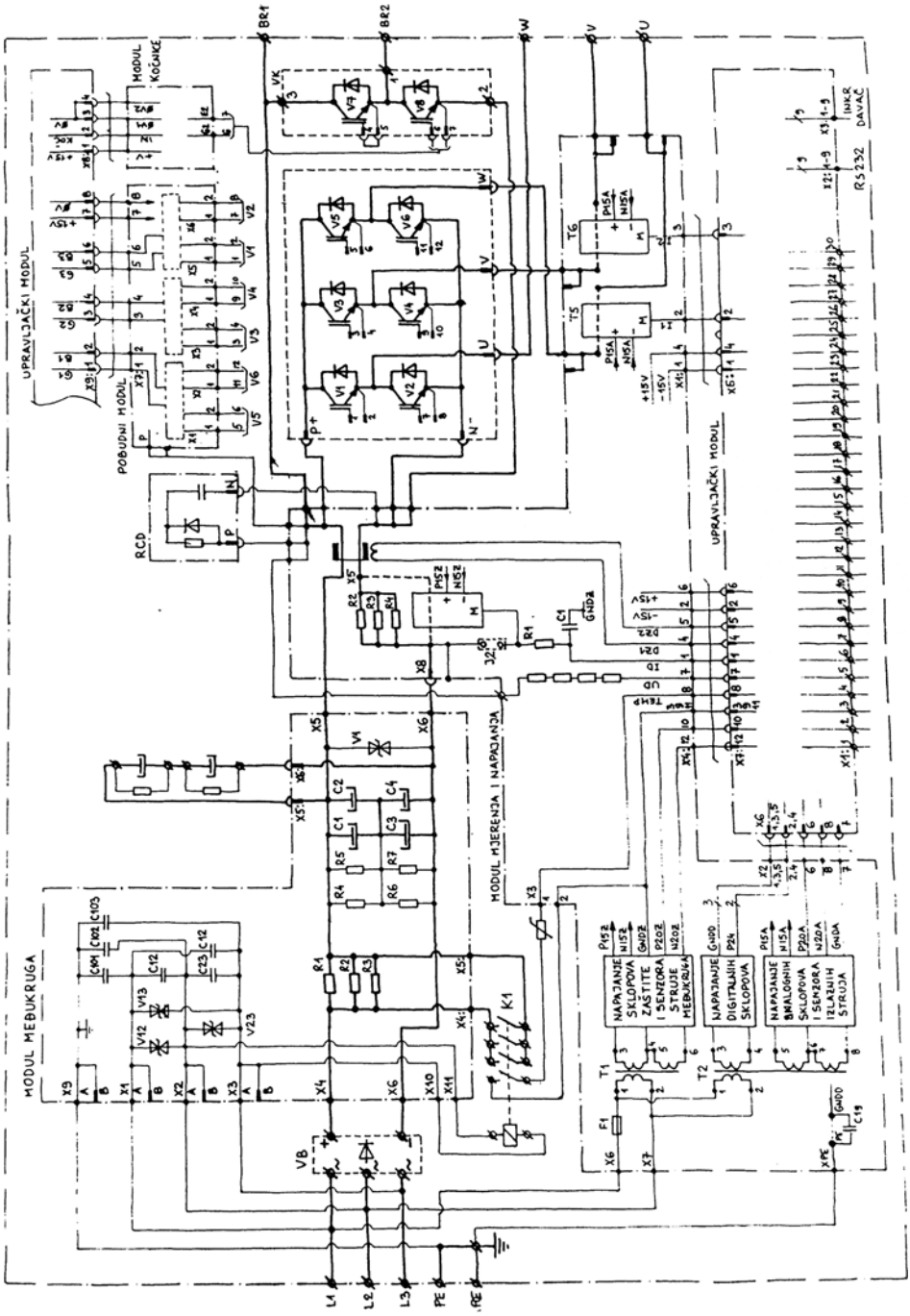
Slika 1.: Regulacijska struktura frekvencijskog pretvarača VEKTOREG

reguliranim istosmjernim strojem. Unutarnje regulacijske petlje osiguravaju regulaciju komponenata struje statora mjerodavnih za razvijeni moment i magnetski tok stroja. Vanjske regulacijske petlje osiguravaju regulaciju brzine vrtnje i toka stroja. Regulator slabljenja polja omogućuje rad u području slabljenja polja pri brzinama vrtnje iznad nazivne brzine vrtnje stroja. Referenca brzine vrtnje obrađuje se u ograničivaču ubrzanja pogona. Regulator pozicije omogućuje precizno reguliranje pozicije rotora.

U **učinskom dijelu**, slika 2., iz trofazne mreže se s pomoću diodnog ispravljača dobiva istosmjerni napon. Postupkom impulsno-širinske modulacije dobiva se na izlazu izmjenjivača trofazni izmjenični napon promjenjive frekvencije i amplitude. Postupno nabijanje kondenzatora u istosmjernom međukrugu izvodi se preko otpornika za ograničenje struje nabijanja koji se po završetku nabijanja kratko spaja. Izmjenjivač je ostvaren s IGBT učinskim sklopkama. Ugrađena je i dodatna IGBT učinska sklopka za održavanje konstantnog napona međukruga pri generatorskom radu priključenog stroja. Učinske sklopke izmjenjivača dobivaju upravljačke signale iz pobudnih stupnjeva koji sadrže i galvansko odvajanje prema upravljačkoj jedinici. Mjerni modul osigurava signale o naponu međukruga, struji međukruga, linijskim izlaznim strujama pretvarača, temperaturi rashladnih tijela pretvarača i o razlici struje pozitivne i negativne sabirnice međukruga. S pomoću tih signala ostvarene su zaštite pretvarača od posljedica kvara unutar pretvarača. Pobudni sklopovi imaju još i dodatno nadgledanje napona kolektor-emiter svake sklopke kako bi se moglo reagirati i na kratki spoj grane izmjenjivača.



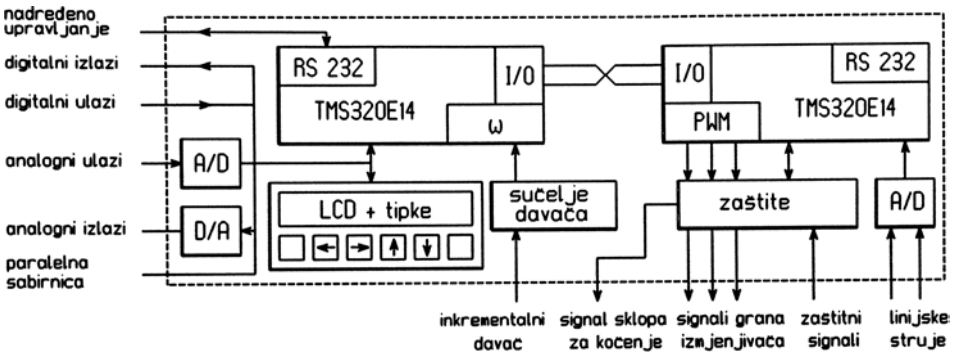
Slika 2.: Struktura frekvencijskog pretvarača VEKTOREG



Slika 3.: Frekvencijski pretvarač VEKTOREG nacrtan u Cloby CAD-u

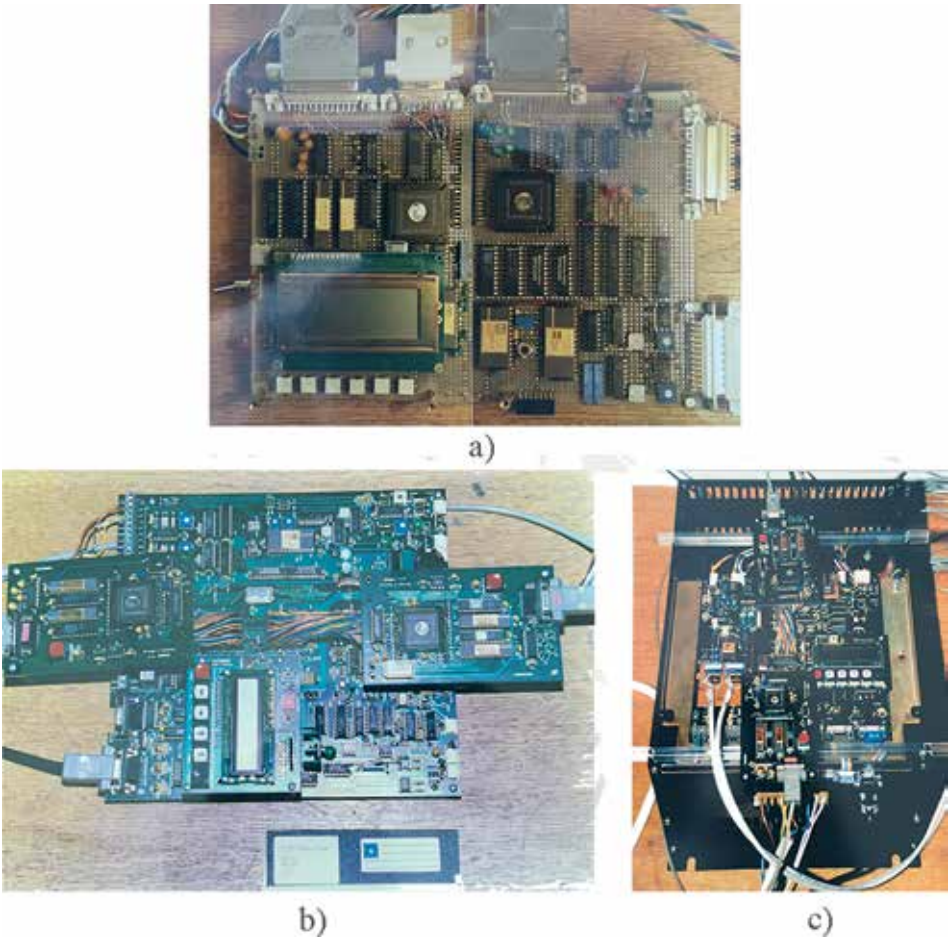
Slika 3. prikazuje izvorni crtež VEKTOREG-a u Cloby CAD-u. I sad se svi pitate što je to? Treba se vratiti u vrijeme kad su inženjeri znali crtati rukom, koristeći olovku i gumicu; Cloby-CAD je kratica od 'crtao-Klobučar Veljko', a ja do danas nisam sreo čovjeka koji je s većom pažnjom i preciznošću crtao rukom sheme (možda mu je tu ravan samo mr. sc. Marinko Miletić s FER-a).

Slika 4. prikazuje upravljački dio. Zasniva se na dvama signalnim procesorima TMS320E14 (Texas Instruments, USA). Ta dva procesora komuniciraju međusobno i rade paralelno. Frekvencija zajedničkog takta iznosi 25 MHz. Jedan procesor izvodi sve regulacijske funkcije prikazane na slici 1. osim obrade signala inkrementalnog davača, dok se drugi procesor brine oko komuniciranja s okolinom pretvarača, kao i za obradu signala inkrementalnog davača. Na taj je način ostvaren osnovni period diskretizacije upravljačkih algoritama podređenih regulatora komponenata vektora struje statora od 340 μs. Regulatori kutne brzine rotora i iznosa vektora toka rotora izvode se svaka dva osnovna perioda, dok se signal o mjerenju kutne brzine rotora osvježava u periodu 1 ms. Upravljački signali grana izmjenjivača osvježavaju se svakih 170 μs, što znači da se unutar jednog perioda diskretizacije upravljačkih algoritama struje izdaje dva puta isti slijed uključivanja sklopki izmjenjivača. Period rada sklopke je tako 170 μs. Svaki od tih procesora imao je 4 kb EPROM memorije. Stoga program, koji se radio u strojnom jeziku, nije mogao biti dulji od 4 kb po procesoru.



Slika 4.: Struktura upravljačke jedinice frekvencijskog pretvarača VEKTOREG

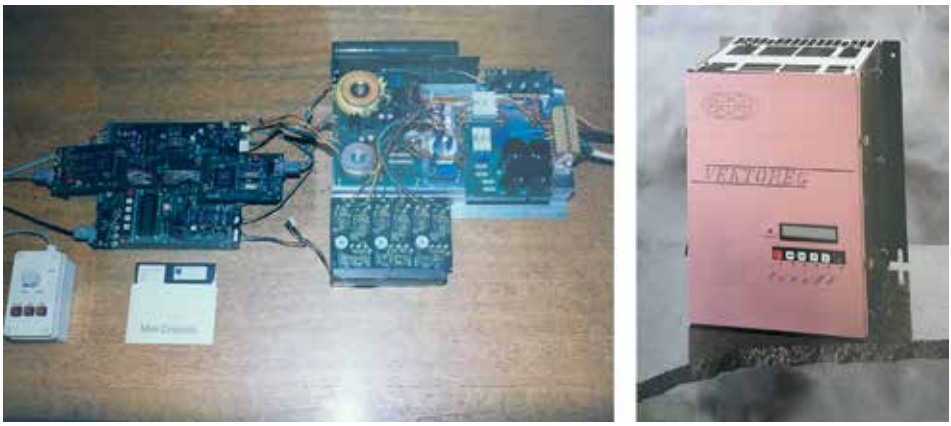
Slika 5. prikazuje razvojne korake u nastajanju upravljačke jedinice. Signalni procesor u sebi je imao 4 kb EPROM memorije, dakle memorije koju kad jednom programirate ne možete više mijenjati. Ako je trebalo bilo što promijeniti, značilo je to nabaviti novi procesor. Zato smo za prve probe koristili procesor bez EPROM-a, odnosno "podmetnuli" smo mu vanjski statički RAM,



Slika 5.: Razvojni koraci upravljačke jedinice pretvarača VEKTOREG

slika 5.a). Kad smo na prototipnoj pločici upravljačke jedinice, koja je napravljena u *wire-wrap* tehnologiji, bili zadovoljni programom i radom sklopovlja, tad bismo napravili tiskanu višeslojnu pločicu, slika 5.b). No, da bismo i dalje mogli raditi preko statičkog RAM-a, napravili smo i emulatore procesora koji su se utaknuli u podnožje gdje treba doći procesor. I tako smo mogli na pravom sklopovlju i dalje razvijati program, ne uništavajući procesore za svaku novu verziju programa. Na slici 5.c) vidi se kako je izgledalo kad je učinski dio već bio stabilan, ali se tu i tamo nešto još dorađivalo u programu upravljačkog dijela. Naravno, kad je sve bilo gotovo onda bi se programirao procesor, izvadili emulatori i upravljačku pločicu ubacila dva signalna procesora.

Slika 6. pokazuje kako je VEKTOREG izgledao tijekom razvoja, a kako pri isporuci.



Slika 6.: Frekvencijski pretvarač VEKTOREG u "rasutoj izvedbi na stolu" i spreman za isporuku

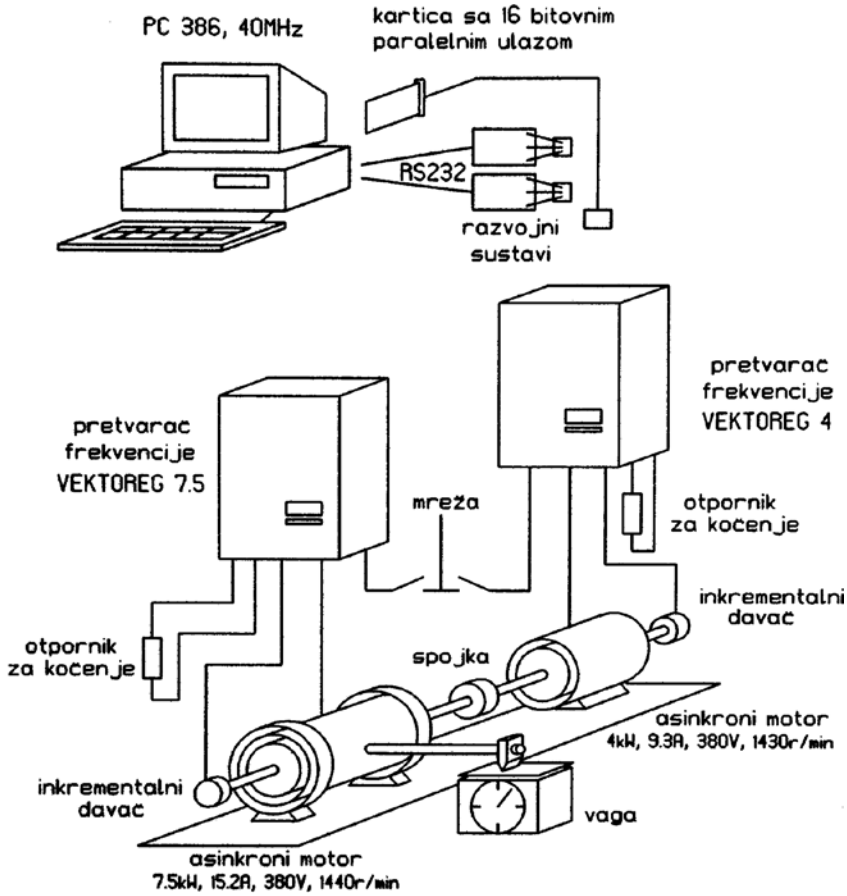
2. Frekvencijski pretvarač VEKTOREG u primjeni

2.1. Laboratorijski postav za ispitivanje jedne metode vektorske regulacije bez mjernog člana brzine vrtnje

Pri organiziranju laboratorijskog postava za eksperimentalnu provjeru ponašanja jedne strukture indirektne varijante vektorske regulacije asinkronog stroja bez mjernog člana brzine vrtnje [P5] prema slici 7. pošlo se od zahtjeva za sadržaj ispitivanja. Iako bi vrijedilo opisati samu regulacijsku strukturu koja se kroz disertaciju proučavala, to ovdje neću raditi.

Laboratorijski postav morao je omogućiti ispitivanje ponašanja strukture u ustaljenom stanju i pri različitim opterećenjima ispitivanog stroja, a pri različitim referentnim kutnim brzinama rotora. Nadalje, ispitivanje strukture provodilo se i za dinamička stanja zaleta, reverziranja i udarnog opterećenja ispitivanog stroja te ispitivanje utjecaja promjene parametara ispitivanog stroja tijekom rada na ponašanje strukture u ustaljenom stanju i pri dinamičkim stanjima.

Ostvareni laboratorijski postav prikazan na slici 7. omogućio je sva zahtijevana ispitivanja. Pri postavljanju strukture laboratorijskog postava bilo je potrebno odlučiti se za opteretni stroj i njegovo upravljanje s mogućnosti zadavanja i mjerenja razvijenog elektromagnetskog momenta na osovini. Procijenjeno je da je mjerni član za izravno mjerenje momenta preskup pa je za mjerenje razvijenog momenta odlučeno realizirati u praksi često korištenu dinamovagu. Pri upotrebi dinamovage moguće je mjeriti zakretni moment rotora preko mjerenja sile na kraku poznate duljine pričvršćenom na stator. Stator je dodatno



Slika 7.: Laboratorijski postav za eksperimentalnu provjeru jedne strukture vektorske regulacije

uležišten tako da se može slobodno zakretati oko iste osi kao i rotor. Za realizaciju dinamovage izabran je kavezni asinkroni stroj. Projektirano je i ostvareno mehaničko ispitno postolje na koje je ugrađen asinkroni stroj kao dinamovaga i ispitivani asinkroni stroj. Strojevi su međusobno povezani spojkom. Pri izboru vrste stroja za ostvarenje dinamovage nije bilo dvojbi s obzirom na iznimno nisku cijenu asinkronog stroja u odnosu na odgovarajući istosmjerni. Nije bilo dvojbe niti oko načina ostvarenja regulacije razvijenog momenta asinkronog stroja dinamovage zato što smo tad imali već razvijen VEKTOREG s vektorskom regulacijom uz mjerenje brzine vrtnje. U dinamovagi je primijenjen momentni način rada strukture izravne varijante vektorske regulacije asinkronog stroja s estimacijom vektora toka rotora. U tom je načinu razvijeni moment stroja regulirana veličina. Izvedeno mehaničko postolje s ugrađenim strojevima prikazano je na slici 8.

Slika 8.: Ispitno postolje sa strojevima: lijevo je dinamovaga, a desno ispitivani stroj

Investicija u dinamovagu imala je i podlogu u svakodnevnim potrebama procesa ispitivanja običnih frekvencijskih pretvarača (nevektorskih) pri njihovoj proizvodnji. Ispitivani pretvarač spajao se u strukturi prema slici 7. na mjesto frekvencijskog pretvarača ispitivanog stroja. Umjesto frekvencijskog pretvarača dinamovage spajao se trofazni zakretni transformator između mreže i dinamovage. Pretvaračem frekvencije podešavala se kutna brzina osovine agregata na kutnu brzinu koja je odgovarala radu ispitivanog stroja u praznom hodu na mreži. Zaletio bi se ispitivani stroj na 50 Hz, a potom bi se zakretnim trofaznim transformatorom podignuo napon stroja dinamovage na nazivni. Ako se tad podizala razina frekvencije napona na pretvaraču ispitivanog stroja, ispitivani stroj prelazio je u motorski rad, a dinamovaga u generatorski rad. Energija se iz mreže preko ispitivanog pretvarača dovodila u ispitivani stroj, a preko dinamovage i zakretnog transformatora veći se dio vraćao u mrežu. Mreža je u tom slučaju pokrivala samo gubitke sustava. Taj ekonomičan način opterećenja frekvencijskog pretvarača moguće je bilo izvesti samo s frekvencijom osnovnog harmonika izlaznog napona pretvarača oko frekvencije mreže!

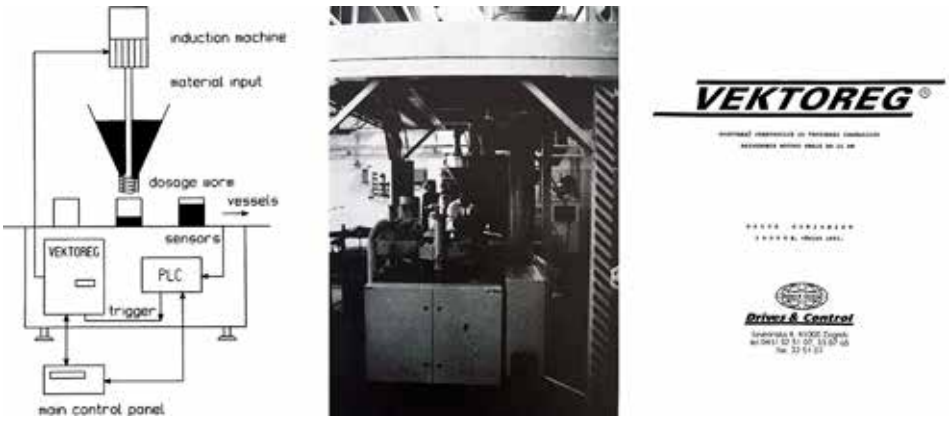
Struktura sa slike 7. pružala je i mogućnost ekonomičnog ispitivanja pretvarača frekvencije u radu pod opterećenjem i pri drugim frekvencijama izlaznog napona ispitivanog pretvarača na ispitivanom stroju, ali uz VEKTOREG na dinamovagi. Potrebno je bilo samo spojiti pozitivnu i negativnu sabirnicu istosmjernog međukrugaVEKTOREG-a i ispitivanog frekvencijskog pretvarača i mreža je i u tom slučaju opet pokrivala samo gubitke sustava. Sličan postupak primjenjuje se i kod ispitivanja istosmjernog stroja (Kappova metoda). Treba ipak imati na umu da mi tad nismo imali snažan industrijski priključak (s dovoljno kilovata) na raspolaganju za ispitivanje i terećenje proizvedenih pretvarača, ali smo, eto, znali razmišljati kao inženjeri!

Povijesti radi, treba napomenuti da je moj osobni uzor prof. dr. sc. Nedžat Pašalić došao i sjedio i uživao uz naše ispitno postolje i VEKTOREG i dao mi apsolutnu potporu i doveo svoje četvrto mentorstvo na doktoratu (sa mnom) do kraja, a prije svojeg preranog odlaska.

2.2. Primjena frekvencijskog pretvarača VEKTOREG u stroju za volumetrijsko doziranje

U siječnju 1994. prodan je prvi primjerak frekvencijskog pretvarača VEKTOREG preko tvrtke Oprema strojevi d. o. o. iz Ludbrega u pogon za proizvodnju Vegete u tvornicu Podravka d. d. u Koprivnici. Vladimir Markač i diplomirani inženjer Dragutin Gložinić iz tvrtke Oprema strojevi konstruirali su potpuno novi stroj za volumetrijsko doziranje Vegete [15, 17].

Zamisao stroja prikazana je na slici 9. Dozirni puž spojen je izravno na osovinu motora, a jedan okretaj puža značio je doziranje 100 g Vegete. Zahtjev je bio jednostavno mijenjati osam različitih masa. Doziranje je moralo ostvariti



Slika 9.: Primjena frekvencijskog pretvarača VEKTOREG u stroju za volumetrijsko doziranje

točnost od ±5 g za mase od 250 g do 500 g, odnosno ±10 g za mase do 1000 g. Točnost pozicioniranja osovine ovisila je o inkrementalnom davaču montiranom na osovinu rotora stroja. Uz rezoluciju enkodera od 2500 inkremenata po okretaju i tehniku učetverostručenja broja impulsa dolazilo se do 10 000 impulsa po okretaju motora. Tako je 1 g odgovarao 100 impulsa, a ostvarena točnost bila je bolja od ±0,1 g. Zahtjev je bio napuniti jedno pakiranje unutar 1,5 s. Zahtijevala se i ručna korekcija broja impulsa ako bi došlo do nehomogenosti gustoće Vegete, što se kontroliralo slijednim vaganjem svake napunjene posudice. Računalo koje je upravljalo strojem davalo je impuls koji je značio zadatak pozicioniranja za masom određen relativni pomak puža. U cilju održavanja zahtijevalo se i rad u brzinskom načinu.

Probe programskog rješenja volumetrijskog doziranja s frekvencijskim pretvaračem VEKTOREG napravljene su na kaveznom asinkronom motoru snage 4 kW, da bi se kod kupca isporučio ciljni kavezni asinkroni servomotor proizvođača *Rade Končar* nazivne snage 2,2 kW. Taj pogon radio je u Podravki svakodnevno i po nekoliko smjena dulje od petnaest godina. Zatim je u ispravnom stanju isključen iz pogona jer je rađena kompletna strojna obnova tog dijela pogona (prema osobnoj informaciji Krunoslava Hirjača, djelatnika u pogonu proizvodnje Vegete). Značajno je bilo to da nakon puštanja u pogon nije bilo većih intervencija na pogonu: motor je bio žut, filtri na ormaru začepljeni, no sve je radilo besprijekorno. Podravka je dobila stroj koji je mogao raditi precizno na granici dopuštene tolerancije mase pakiranja. Koliko se puta pogon isplatio u tih petnaestak godina uz proizvodnju jednog pakiranja u 1,5 s nije teško izračunati.

2.3. Odlazak u SEMIKRON na predstavljanje frekvencijskog pretvarača VEKTOREG

Kako je Drives & Control nabavljao poluvodičke ventile od tvrtke SEMIKRON, iz SEMIKRON-a su vidjeli kako kupujemo veće količine IGBT-a i zainteresirali se za ono što radimo. (Drives & Control proizvodio je seriju "običnih" nevektorski upravljanih pretvarača komercijalnog naziva MIPROVERT do snage 22 kW.) U višegodišnjoj suradnji dogodio se tako poziv predstavnika SEMIKRON-a Zdenka Barte da naš VEKTOREG prezentiramo u njihovoj centrali u Njemačkoj. To je moglo biti krajem 1993. ili početkom 1994. godine. SEMIKRON je tad imao potrebu da jednom svojem azijskom partneru ponudi cjelovito rješenje pretvarača frekvencije s vektorskom regulacijom. Sve smo spakirali i otišli u Njemačku, gdje smo u SEMIKRON-ovoj centrali pred profesorom čijeg se imena ne mogu sjetiti, prezentirali pretvarač. Taj gospodin jednostavno nije bio na razini zadatka. On nije ništa razumio! Naš 4 kW motor poskakivao je reverzirajući u praznom hodu i prekrasno slušao neovisno upravljanje momentom i tokom stroja, no taj profesor procijenio je da naše rješenje ne vrijedi. Dakle, moglo

se možda prigovoriti da naš pretvarač nije dovoljno tehnološki oblikovan (pogotovo učinski dio), no to tvrtkama s resursima nije mogao biti razlog odbijanja. Problem je bio u neznanju tog čovjeka, koji nije razumio pred njim predstavljeno rješenje vektorske regulacije. Zdenko Barta slegnuo je ramenima i rekao da on ne razumije pogon, a da, nažalost, ne može protiv njega ništa jer je on profesor i njegova riječ vrijedi. I tako smo sjeli u auto i vratili se doma.

3. Razvojni tim frekvencijskog pretvarača VEKTOREG u Drives & Control-u

Intenzivan razvoj frekvencijskog pretvarača trajao je od 1991. do 1993. godine. U timu su bili: mr. sc. Milan Perkovac (financije i svekolika najširа potpora); Veljko Klobučar, dipl. ing. (učinska elektronika); mr. sc. Zoran Kuljić (razvoj programske podrške – na tome je napravio svoj magistarski rad [P6]); Šimun Čanić, dipl. ing.; Damir Perkov, dipl. ing. (razvoj *hdw* upravljačke jedinice); Vladimir Vukas, dipl. ing. i Mario Bilić, dipl. ing. (iskustva s pretvarača MIPROVERT); Željko Malagurski, ing. (virtuoz prototipnih izvedbi); Damir Katić (nabava); Marica Lovrin (tajnički poslovi); Zdravko Babić, dipl. ing., Dražen Dodlek, ing. (tehničke diskusije). Oni su svi moji dragi učitelji i prijatelji. Nitko od nas nije ovo mogao napraviti sam. VEKTOREG je rezultat tima. Članke koje smo zajedno napisali naveo sam u literaturi.

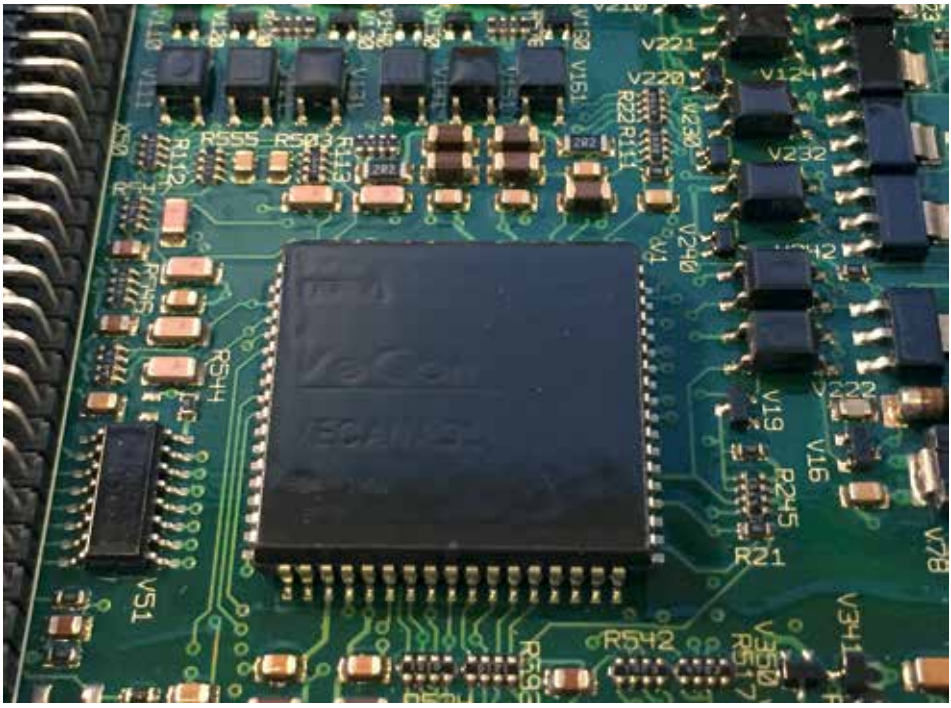
4. Značaj frekvencijskog pretvarača VEKTOREG − osobni osvrt

Netko će reći: "Jedno ispitno postolje, jedan pogon koji je radio 15 godina, jedno neuspjelo nuđenje rješenja SEMIKRON-u, jedan doktorat, jedan magisterij, nekoliko članaka... To i nije nešto važno za Hrvatsku." No, udahnite i nastavite.

Oni koji se razumiju u procesore znat će što je značilo paralelno razvijati dva 16/32-bitna signalna procesora od 1991. do 1993. godine. Za one koji to ne prate, tek podsjetnik da je svega pet godina prije bilo moguće kupiti prva računala ZX Spectrum. Sjećam se da sam diplomski radio na 8-bitnom procesoru M6800, a da sam na prvoj godini fakulteta još polagao FORTRAN IV s bušenim karticama na računalu IBM 1130. Zašto je to važno staviti u vremenski kontekst? Želim ukazati na to da smo kao mladi ljudi (vjerujem i današnji mladi), jednostavno željeli i uspjeli uhvatiti 100 % tehnološku suvremenost Europe. Činjenica je da smo uspjeli iz 75 disertacija (popis literature u [P5]) izvući

toliko znanja da napravimo frekvencijski pretvarač s potpunom vektorskom regulacijom za najzahtjevnije servopogone, ostavlja, nadam se, korisnu poruku mladima.

Konzorcij europskih tvrtki (među kojima je bio i Siemens, ABB, Lenze…), u ranim devedesetim godinama (dakle paralelno s nama) radio je na razvoju VeCon procesora za vektorsku regulaciju i primjenu u izmjeničnim pogonima, slika 10. Procesor nije bio komercijalno dostupan na tržištu, nego samo članicama konzorcija. Koji su to resursi morali biti na raspolaganju kad se udruže tako snažne tvrtke možete ipak samo zamisliti. I danas je sjajan osjećaj da smo bili u trci. U trenucima stvaranja VeCona, na konferenciju EDPE 94 u Puli 1994. godine, na poziv organizatora dragog prof. dr. sc. Nedjeljka Perića, dolazi i čuveni prof. emeritus Werner Leonhard (Institut für Regelungstechnik,Technische Universität Braunschweig, autor poznate knjige iz tog područja [P7]). Sjedi s nama i razgovara i interesira se što to ova mala grupica stvara ni s kakvim novcima, slika 11. Na toj konferenciji izvijestili smo o našoj primjeni frekvencijskog pretvarača u stroju za volumetrijsko doziranje [15]. Tad on, naravno, nije smio govoriti ništa o VeConu jer su se u krilu njegova Instituta stvarala znanja kojima se VeCon upravo punio. Ali, nas je punim srcem hrabrio.



Slika 10.: VeCon procesor za vektorsku regulaciju izmjeničnih strojeva

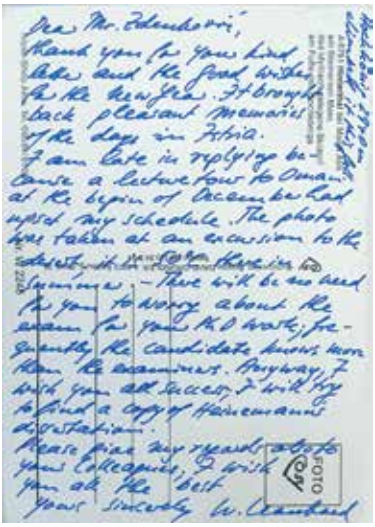
Slika 11.: Susret s prof. emer. Wernerom Leonhardom u Puli (krajnji lijevo, slijede prof. dr. sc. Nedjeljko Perić, autor članka dr. sc. Josip Zdenković i mr. sc. Milan Perkovac)

Tek detalj s te večeri: dobili smo tvrde muzgavce jer nije bilo salate od hobotnice, ali pristojno je rekao da mu se jako sviđa, pravi gospodin.

S prof. emer. Leonhardom ostao sam u dobrim i prijateljskim odnosima i evo razglednice gdje me hrabri pri završetku disertacije godinu poslije, slika 12. Na razglednici mi piše:

Dear Mr Zdenković, thank you for your kind letter and the good wishes for the New Year. It brought back pleasant memories of the days in Istria. I am late in replying because of a lecture tour to Oman at the begin of December had upset my schedule. The photo was taken at the excursion to the desert, it is 50 °C. Here is summer. There will be no need for you to worry about the exam for your Ph.D. work, frequently the candidate knows more than the examiners. Anyway I wish you all success. I will try to find out a copy of Heinemanns dissertation. Please give my regards also to your Colleagues, I wish you all the best, Yours sincerely W. Leonhard.

Koliko smo tad radili vrhunske stvari dokazuje i to što sâm prof. Leonhard 1995. – dakle godine kad smo mi objavili rad na EPE 95 konferenciji [16] – objavljuje i svoj članak na IPEC konferenciji [18] u Japanu, s temom gotovo jednakoj temi moje disertacije!



Slika 12.: Ohrabrenje prof. emer. Wernera Leonharda pri završetku mojeg rada na disertaciji (lijevo) i fotografija na kojoj sam ga snimio pri otvaranju najjače europske konferencije o učinskoj elektronici i primjenama, EPE 95 u Sevilli 1995. godine

Zaključak

Opisan je frekvencijski pretvarač VEKTOREG. Jednostavno zato da ne iščeznu činjenice. Kad se odmaknemo od inženjerskog uspjeha grupe ljudi i zadovoljstva da smo ostvarili tehnološki san (imali smo svjetski relevantan proizvod i znanje, a to je nedvojbeno potvrdio vrhunski autoritet iz tog područja prof. emer. Werner Leonhard), ipak ostaje do danas jedno otvoreno pitanje. Zašto Hrvatska nije mogla i/ili znala izvući više iz frekvencijskog pretvarača VEKTOREG? Na to pitanje ja ne znam odgovor.

No, ostaje poruka mladima: može se napraviti proizvod i uz rat u zemlji i uz embargo na komponente, i bez laboratorija i bez znanja o prodaji i bez velikih novaca za razvoj i uz potpunu izloženost na tržištu. Zato bi bilo posebno lijepo da mr. sc. Milan Perkovac opiše što je to pokretalo ekipu iz tvrtke Drives & Control d. o. o. Mladih ljudi radi.

Posveta

Članak posebno posvećujem svojim uzorima i učiteljima: pokojnom prof. emer. Werneru Leonhardu, prof. dr. sc. Nedžatu Pašaliću i mr. sc. Milanu Perkovcu. Nadalje, posvećujem ga i cijelom timu posebno spomenutom u članku, a koji je radio na razvoju frekvencijskog pretvarača VEKTOREG. Ništa manje

nije bila važna i moja obitelj i moji roditelji bez čije podrške ne bi bilo niti frekvencijskog pretvarača VEKTOREG, niti ovog članka.

Literatura

Publikacije

[P1] Zdenković, J.: *Predstudija reguliranih elektromotomih pogona s asinkronim motorom i visokim zahtjevima na regulaciju*, E-3555 Elaborat, ETI − *Rade Končar*, 121 strana, 58 referenci, Zagreb, 1986.

[P2] Zdenković, J.: *Razvoj algoritama vektorske regulacije elektromotomih pogona s asinkronim motorom*, E-4366 Elaborat, ETI – *Rade Končar*, 78 strana, 99 referenci, Zagreb, 1987.

[P3] 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 referenci, Zagreb, 1988.

[P4] Zdenković, J. : *Vektorska regulacija asinkronog motora uz rekonstrukciju rotorskog toka*, Magistarski rad, 190 strana, 206 referenci, ETF − Zagreb, 1989.

[P5] Zdenković, J.: *Vektorska regulacija asinkronog motora bez mjernog člana brzine vrtnje*, Disertacija, 137 strana, 194 referenci, ETF − Zagreb, 1995.

[P6] Kuljić, Z.: *Razvoj mikroprocesorskog sustava za vektorsku regulaciju*, Magistarski rad, FER − Zagreb, 1995.

[P7] Leonhard, W.: *Control of Electrical Drives*, Springer-Verlag, Heidelberg, 1985.

Članci

[1] Zdenković, J., Perkovac, M., Mandić, R.: Istraživanje i simulacija sistema vektorskog upravljanja elektromotornim pogonom s asinkronim strojem, JUREMA 34, Zbornik radova, str. 225−230, Plitvice, 1989.

[2] Perkov, D., Čanić, Š., Zdenković, J., Perkovac, M.: Modul mjerenja brzine vrtnje kao sastavni dio sistema vektorskog upravljanja elektromotornog pogona s asinkronim strojem, JUREMA 34, Zbornik radova, str. 235−238, Plitvice, 1989.

[3] Čanić, Š., Zdenković, J., Perkovac, M.: Razvoj i istraživanje mikroprocesorskog sistema za vektorsko upravljanje elektromotornim pogonom s asinkronim strojem, JUREMA 34, Zbornik radova, str. 231−234, Plitvice, 1989.

[4] Kuljić, Z., Čanić, Š., Perkov, D., Zdenković, J., Perkovac, M.: Prikaz realizacije sustava za vektorsko upravljanje elektromotornim pogonom s asinkronim strojem, JUREMA 36, Zbornik radova, str. 229−235, Tuheljske Toplice, 1991.

[5] Zdenković, J., Kuljić, Z., Čanić, S., Perkovac, M.: Identifikacija i korekcija utjecaja promjene otpora rotora u sustavu vektorske regulacije asinkronog stroja, KoREMA 37, Zbornik radova, str. 486−489, Zagreb, 1992.

[6] Zdenković, J., Horvat, M., KuIjić, Z., Čanić, Š., Klobučar,V., Perkovac, M.: Metoda identifikacije vremenske konstante rotora u sustavu vektorske regulacije asinkronog stroja, VI. Savjetovanje o elektromotornim pogonima, Zbornik radova, str. 142−148, Brijuni, 1992.

[7] Zdenković, J., Klobučar, V., Perkovac, M.: Regulirani elektromotorni pogoni s pretvaračima frekvencije, IX. Savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Zbornik radova, str. 190−210, Stubičke Toplice, 1993.

[8] Zdenković J., Kuljić, Z., Čanić, Š., Klobučar, V., Perkovac, M.: Estimiranje brzine vrtnje pri vektorskoj regulaciji asinkronog stroja bez mjernog člana brzine vrtnje, KoREMA 38, Zbornik radova, str. 599−604, Zagreb, 1993.

[9] Zdenković, J., Kuljić, Z., Čanić, Š., Klobučar, V., Perkovac, M: Estimiranje brzine vrtnje pri vektorskoj regulaciji asinkronog stroja bez mjernog člana brzine vrtnje, *Automatika* 34, br. 3-4, str. 87−92, 1993.

[10] Zdenković, J., Kuljić, Z., Čanić, Š., Perkovac, M., Klobučar, V.: Signal Processor Based Frequency Converter for Field Oriented Vector Controlled Induction Machine Drive, ERK93, Zbornik radova Vol A, str. 305−308, Portorož, Slovenia, 1993.

[11] Zdenković, J., Kuljić, Z., Čanić, Š., Perkovac, M.: One Method for Indirect Speed Estimation in Vector Controlled Induction Machine Drive, 5th European Conference on Power Electronics and Applications, Vol 4., str. 399−404, Brighton, 1993.

[12] Zdenković, J., Kuljić, Z., Klobučar, V., Perkovac, M.: Uštede energije u reguliranim elektromotornim pogonima s pretvaračima frekvencije i asinkronim motorima, X. Međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, str. 342−350, Zbornik radova, Stubičke Toplice, 1994.

[13] Zdenković, J., Kuljić, Z., Klobučar, V., Perkovac, M.: Zavisnosti između nekoliko postupaka estimacije vektora toka rotora asinkronog stroja, KoREMA ‘94, Zbornik radova 1. svezak, str. 339−343, Zagreb, 1994.

[14] Zdenković, J., Babić, Z., Bilić, M., Klobučar, V., Perkovac, M., Vukas, V.: The devices for digital control of induction machine, the experience survey after 1.5 MW installed power, EDPE ‘94, Zbornik radova, str. 108−111, Pula, 1994.

[15] Zdenković, J., Kuljić, Z., Čanić, Š., Perkovac, M., Klobučar, V.: The induction machine vector controlled drive in the volumetric dosage application, EDPE ‘94, Zbornik radova, str. 233−236, Pula, 1994.

[16] Zdenković, J., Kuljić, Z., Pašalić, N.: Speed sensorless drive with induction machine based on natural field orientation, EPE ‘95, Vol. 1, str. 1752−1757, Sevilla, 1995.

[17] Zdenković, J., Kuljić, Z., Čanić, Š., Perkovac, M., Klobučar, V.: The induction machine vector controlled drive in the volumetric dosage application, *Automatika* 37, br. 1-2, str. 55−60, 1996.

[18] Jönsson, R.; Leonhard, W.: Control of an Induction Motor without a Mechanical Sensor based on the Principle of Natural Field Orientation (NFO), 3rd International Power Electronics Conference (IPEC), Yokohama, Japan, 1995.

Frequency Converter VEKTOREG

Josip Zdenković

Abstract: Digital controlled frequency converter VEKTOREG for vector control of induction machine is described. It was developed during time period 1991–1993 in company Drives & Control d. o. o. in Croatia. In converter power part IGBT switches are used, and in control part there are two digital signal processors working in parallel. In software and hardware it was at that time the state of the art converter. Laboratory set up with frequency converter VEKTOREG is introduced. This set up is used for investigation of methods for induction machine speed control without speed sensor, but also for testing of conventional scalar frequency converters. The application of VEKTOREG in volumetric dosage worm drive is described too, where it has been worked for more than 15 years in industry environment. In personal touch the complete development team is named as the acknowledgment to our work from prof. em. Dr.-Ing. Dr. h.c. Werner Leonhard.

Keywords: induction machine, vector control, digital signal processor, VEKTOREG, Drives & Control d. o. o.

Dubravko Rogale, Siniša Fajt, Željko Knezić, Darko Lukša

Prva hrvatska zbirka mjerne i komunikacijske opreme

Sažetak: Opisana je zbirka mjerne i komunikacijske opreme koja je nastajala tijekom zadnjih 50 godina i na koncu je stasala u respektabilnu zbirku s više od 1500 izložaka, artefakata tehničkog stvaralaštva i primjene tehnike u Hrvatskoj. Podijeljena je na mjeriteljski i na komunikacijski dio. Najznačajnije za prikazanu zbirku je da je najveći broj izložaka izravno tematski vezan uz prostor Hrvatske s obzirom na to da su neki mjeriteljski izlošci korišteni u našoj sveučilišnoj i srednjoškolskoj nastavi, a dio njih su, danas već zaboravljeni, proizvodi hrvatskih tvornica ili su u njima korišteni dijelovi koje su proizvele hrvatske tvornice koje su projektirali hrvatski inženjeri školovani na hrvatskim fakultetima. Neki strani uređaji korišteni su u razvojnim laboratorijima naših vrhunskih tvornica ili u proizvodnom procesu, u servisima ili hobistički u privatnom vlasništvu, ali svi zajedno ukazuju na izrazitu tehničku kulturu primjene ondašnje suvremene tehnike i razvojno stvaralaštvo naših ljudi čija su imena često izgubljena uništenjem tehničke dokumentacije propalih hrvatskih tvornica, a koje se danas polagano potiskuje u zaborav zajedno s nestankom industrijske proizvodnje i razvoja novih proizvoda u nas. Dio pohranjene komunikacijske tehnike u zbirci posebno govori o razvoju, proizvodnji i primjeni radiokomunikacijskih uređaja u Hrvatskoj za potrebe policije, vojske, interventnih i drugih službi te radioamaterskom hobiju u Hrvatskoj, a drugi dio na žične komunikacije. Svaki je izložak uzbudljiva priča o njegovu projektiranju, nastanku, proizvodnji, uporabi, pronalasku i donaciji, imajući u vidu da iza svega stoje ljudi sa svojom pameću, znanjem, vještinama i dobrotom. Na pojedinim primjerima izložaka prikazan je manje poznat, a potpuno iznenađujući dio naše impresivne tehničke povijesti, koji valja istrgnuti iz opasnosti od propadanja u tehnički zaborav upravo na način daljnjeg čuvanja i upotpunjavanja zbirke.

Ključne riječi: hrvatska tehnička baština, artefakti mjerne i komunikacijske tehnike, povijest i filozofija tehnike

Uvod

Prva veća, i dosad javnosti nepredstavljena (ovo se može smatrati njezinim premijernim izlaskom u javnost) hrvatska zbirka mjerne i komunikacijske opreme nastajala je gotovo pola stoljeća i danas sadrži više od 1500 izložaka koji su sačuvani od zaborava te predstavljaju istinske artefakte tehničkog stvaranja i primjene ondašnjih tehnički vrhunskih uređaja u Hrvatskoj. Zbirka je najvećim dijelom nastajala donacijama brojnih zaljubljenika i poštovatelja tehničkog stvaralaštva i ingenioznosti, ali i otkupom izložaka s različitih sajmova i iz oglasnika kad je trebalo tematski kompletirati pojedine cjeline. Mnogi uređaji donirani su u tehnički neispravnom stanju, 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 njihovu daljnju dugotrajnu pohranu.

Zbirka je još uvijek u nastajanju. U ovom se trenutku ulažu veliki napori da se na adekvatan način izlošci poprave, restauriraju, pohrane, katalogiziraju i predstave javnosti. U tom smislu načinjena je eksperimentalna i još nedovršena mrežna stranica na adresi web.hamradio.hr/9a9dr/ gdje se zbirka može pogledati. Valja istaknuti da još više od 200 izložaka čeka fotografiranje i postavljanje na stranice, ali i u obliku u kojem postoji svjedoči o svojoj opsežnosti.

Zbirka je fizički smještena u prizemlju obiteljske kuće, u prostoru površine 120 četvornih metara i visine 3,2 m, na čeličnim stalažama, slike 1., 2. i 3.

Slika 1.: Dio zbirke s mjernim uređajima (elektronički voltmetri, izvori signala)

Slika 2.: Dio zbirke s mjernim uređajima (posebno osciloskopi)

Slika 3.: Dio zbirke s komunikacijskim uređajima (posebno radioprijamnici i radiostanice)

Fundusu zbirke pridonijelo je sedamdesetak donatora, a najveći doprinos dala su četvorica autora. Posebno valja istaknuti doprinos koji je dao Krešo Lerota doniravši zbirci više od 300 izložaka.

1. Struktura zbirke

Dio zbirke koji se odnosi na izloške mjerne tehnike podijeljen je na šest skupina. Prva skupina su generatori frekvencija i ona se načelno sastoji od nisko- i visokofrekvencijskih izvora signala. U drugoj su skupini osciloskopi i oni se također mogu podijeliti u dvije cjeline: cijevnih i poluvodičkih osciloskopa. Treću skupinu čine specijalni instrumenti: ampermetri, vatmetri, mjerila električnog otpora, mjerila kapaciteta, višenamjenski mjerni mostovi, *grid dip metri*, *pH metri*, niz instrumenata specijalnih namjena, mjerne dekade, ispitivači tranzistora, mjerila temperature, ispitivači elektronskih cijevi i drugo. U četvrtoj skupini smještena su mjerila frekvencije u dvije cjeline: starijih analognih i novijih digitalnih mjerila. Peta skupina sastoji se od izvora napona, a u šestoj su voltmetri s cjelinama analognih običnih i elektroničkih voltmetara te novijih digitalnih.

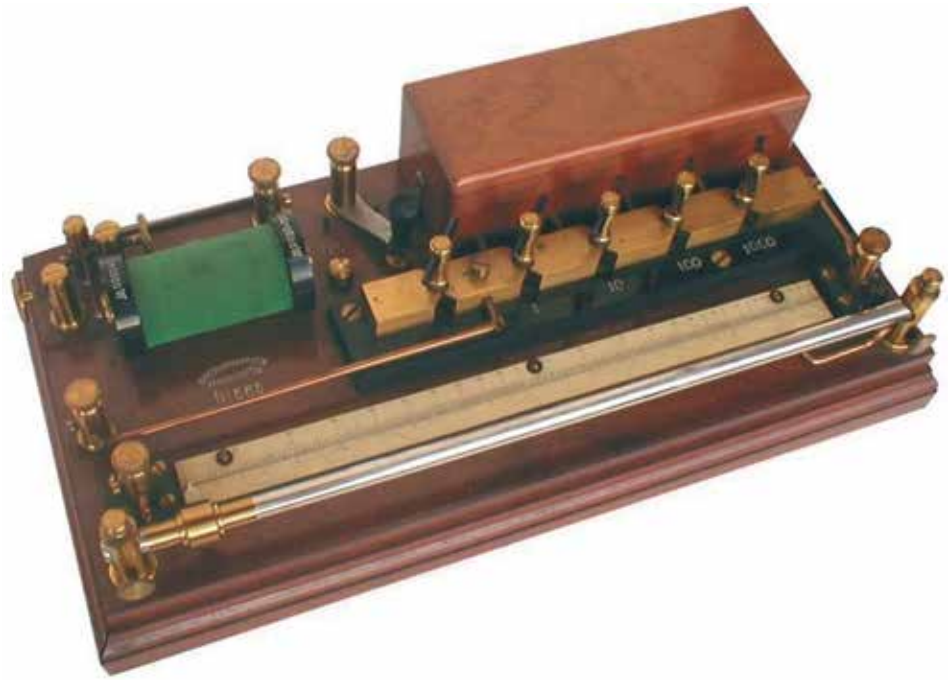
U dijelu zbirke koji se odnosi na komunikacijske tehnike izlošci su predstavljeni u 14 skupina: radijski prijamnici, cijevne radiostanice, poluvodičke radiostanice, prijenosne radiostanice nošene na leđima, voki-tokiji, mjerila stojnih valova i umjetne antene, slušalice, telegrafska tipkala, zvučnici, antenski prilagođivači, telefoni, pomoćne naprave, mikrofoni i radioamaterske radiostanice.

2. Neki karakteristični izlošci zbirke

U daljnjem tekstu bit će predstavljeni samo neki zanimljivi izlošci. U zbirci se nalaze i neki od prvih mjernih instrumenata koji su se koristili u visokoškolskoj nastavi u nas. To su instrumenti čija je izražena gradbena komponenta bilo i drvo, koje se više ne koristi na suvremenim uređajima. Starim mjernim uređajima drvo daje plemenitost, toplinu i svevremensku ljepotu, slike 4., 5. i 6.

Nadalje se može pokazati, mnogima razmjerno slabo poznata činjenica, da je naša vrhunska tvornica Radioindustrija Zagreb (RIZ), među brojnim proizvodima i svojim blistavim razvojnim postignućima, izrađivala i složene mjerne uređaje poput osciloskopa, slike 7., 8. i 9.

Osim osciloskopa, u zbirci se nalazi i mjerilo otpora koje je Radioindustrija Zagreb proizvela 1962. godine pod oznakom OM-62, slika 10.a). Uređaj je imao čvrstu metalnu kutiju neobična dizajna i obojenu sivim efektnim lakom. Natpisna pločica s podacima pričvršćena je malim zakovicama, a natpisi su bili izrađeni



Slika 4.: Wheatstoneov most Hartmann & Braun iz 1891. godine

Slika 5.: Galvanometar Hartmann & Braun, kraj XIX. stoljeća

Slika 6.: Pokazni školski voltmetar Hartmann & Braun, početak XX. stoljeća

Slika 7.: Osciloskop Radioindustrije Zagreb, OS-155 iz 1955. godine

Slika 8.: Osciloskop Radioindustrije Zagreb, OS-157A iz 1955. godine

Slika 9.: Osciloskop Radioindustrije Zagreb, OS-258 iz 1958. godine

tehnikom graviranja. Zanimljivo je da je nekoliko godina poslije proizveden identičan uređaj s promijenjenim vizualnim izgledom i logom RIZ-a, ali zapravo identične mehaničke i elektroničke izvedbe, slika 10.b). Prednja ploča uređaja lakirana je bijelim lakom, a oznake, identične onima na prethodnoj varijanti, taj su put bile izvedene tehnikom sitotiska. Očito su konstruktori u RIZ-u dobro projektirali mjerilo otpora koje je poslije doživjelo još barem jednu proizvodnu seriju, ali modernije dizajniranu i s vedrijim bojama. Osim niza drugih, vrlo uspjelih proizvoda tvornice RIZ, koji su široj javnosti i danas ostali u sjećanju, zacijelo je manje poznata uspješna aktivnost RIZ-a na području konstruiranja i proizvodnje mjernih uređaja koji su u to vrijeme bili velik tehnički iskorak.

I na području komunikacijske tehnike tvornica RIZ u mnogočemu je bila pionir u ondašnjem okruženju. Napravila je prvu poluvodičku ručnu prijenosnu radiostanicu (tzv. voki-toki) u robusnom metalnom kućištu s natpisima otisnutim tehnikom sitotiska, slika 11. Na njoj su karakteristični gumbi za upravljanje radnim parametrima, koji su na neki način postali zaštitni vizualni znak RIZ-a. Naime, jednak dizajn koristio se na nizu različitih proizvoda tijekom više godina. Slika 12. prikazuje prijenosnu radiostanicu koja se nosila ovješena na rame, sad s već poznatim gumbima za prekidače i preklopnike, oznake *Korana*. Još dvije zanimljivosti: prvo, RIZ je dugo godina proizvodio poluvodičke radiostanice dok su se za vojne potrebe

a) b)

Slika 10.: Mjerila otpora Radioindustrije Zagreb: a) RIZ OM-62 iz 1962. godine, i b) RIZ OM-62 nekoliko godina poslije, estetski dorađenija varijanta

Slika 11.: Prva prijenosna radiostanica (voki-toki) Radioindustrije Zagreb

Slika 12.: Prijenosna radiostanica Radioindustrije Zagreb, oznake Korana

još uvijek proizvodile cijevne radiostanice u drugim republikama bivše države. Drugo, RIZ-ove stanice nosile su imena hrvatskih rijeka, za što je u tadašnje vrijeme trebalo imati hrabrosti. Oznake *Korana* i *Sutla* nosile su prijenosne stanice, a *Krka* stacionarne i mobilne stanice u postajama i vozilima policije.

Zaključak

Na primjeru prikazanih samo deset uređaja iz zbirke mogu se donijeti dva bitna zaključka. Na temelju sačuvanih mjernih uređaja koji su se koristili u visokoškolskoj nastavi u nas može se zaključiti da je obrazovanje u Hrvatskoj bilo vrlo kvalitetno i da su se koristila najsuvremenija tehnička dostignuća primjerena tadašnjem vremenu, i drugo, da su hrvatske tvornice i hrvatski tehnički stvaratelji imali dokazanu crtu ingenioznosti ravnu najrazvijenijim zemljama svijeta.

Može se smatrati da je uspostava tehničkih zbirki najbolji način da se sačuva tehnička materijalna baština. Osim skupljanja samih izložaka, za zbirke je važno da prikupljaju i pohranjuju dostupnu tehničku dokumentaciju kao i rezervne dijelove za popravak neispravnih izložaka. Stoga bi trebalo sačuvati sve, pa i najmanju korisnu sitnicu, koja može ukazivati na naše tehničko stvaralaštvo kako bismo uz naše poznate i manje poznate tehničke stvaratelje gradili svoj nacionalni ponos i s motrišta razvoja tehnike i tehnologije.

The First Croatian Collection of Measuring and Communication Equipment

Dubravko Rogale, Siniša Fajt, Željko Knezić, Darko Lukša

Abstract: The collection of measuring and communication equipment that has emerged over the past 50 years has been described. It is a respectable collection with over 1500 exhibits, artifacts of technical creativity and techniques in Croatia. The collection is divided into the metrological part and the communication part. Most significant for the displayed collection is that the largest number of exhibits are directly related to the area of Croatia. Some metrological exhibits were used at universities and secondary schools. Many of them have already been forgotten as original products of Croatian factories or are made of parts produced in Croatian factories designed by Croatian engineers educated at Croatian faculties. Some foreign devices have been used in the development laboratories of our extraordinary factories either in the production process, in the service or in the hobby of private ownership. All of them are characterized by a strong technical culture of the application of contemporary technology and the development of our people whose names are often lost by destroying the technical documentation of the fallen Croatian factories, which is slowly plunged into oblivion with the disappearance of industrial production and the development of new products in us. Part of the preserved communication techniques in the collection mainly refers to the development, production and application of radio communication devices in Croatia for police, military, emergency and other service needs. They also used the radio amateur hobby in Croatia. The second part was used for wire communication. Each exhibit is an exciting story about its design, creation, production, use, invention and donation, keeping in mind that people are behind all of this with their pomp, knowledge, skills and goodness. The less well-known, and the most surprising part of our impressive technical history is depicted through some examples of exhibits that should be removed from the danger of failure in technical oblivion precisely in the way of further preservation and completion of the collection.

Keywords: Croatian technical heritage, artifact measurement and communication techniques, history and philosophy techniques

Boris Kette

Prvi elektronički kalkulator iz Tvornice računskih strojeva TRS − Zagreb 1969. − 1974.

Sažetak: Opširnije su opisana događanja prilikom uvođenja djelatnosti elektronike u poduzeće TRS u razdoblju 1969. − 1974. Obrađen je razvoj i početak proizvodnje prvog elektroničkog kalkulatora. Istaknut je značajan utjecaj raspoložive diodno-tranzistorske tehnologije (DTL) niske razine integracije (SSI). Izložen je i osvrt na situaciju u TRS-u prije i poslije razmatranog razdoblja.

Ključne riječi: elektronički kalkulator, TRS (Tvornica računskih strojeva), proizvodnja elektroničkih uređaja (kalkulatora), tehnologija integriranih sklopova, mikroprocesori

Uvod

Prije razmatranja aktivnosti vezanih uz sam kalkulator potrebno je u osnovi predstaviti sredinu u kojoj je kalkulator realiziran. Tvornica računskih strojeva TRS postojala je prije i poslije tog događaja 1971./1972. Prema usmenoj predaji od starijih majstora precizne mehanike koji su sudjelovali u radu tvornice od samog početka 1948. godine, značajnu ulogu u doba osnivanja imali su inženjeri, njemački ratni zarobljenici. Tehnološki promatrano, radilo se o tvornici precizne mehanike. Razdoblje 1959. − 1965. može se smatrati kao ‘zlatno doba’ te tvornice. Jedini proizvod iz tog vremena bio je vlastito razvijen mehanički kalkulator naziva Calcorex, a popularno poznat kao “vrtilica” ili

Slika 1.: Jedan od modela mehaničkog kalkulatora Calcorex (oko 1970.) [1]

"verglec". Taj je proizvod bio 'temeljac' na kojem je izrastao TRS. Različiti modeli Calcorexa proizvodili su se dulje od deset godina. Tad je to bila jedina naprava (mehanička!) za izvođenje četiriju računskih operacija. Ona je bez konkurencije korištena u svim računovodstvenim uredima, od najviših do najnižih tijela u cijeloj Jugoslaviji.

Slika 2.: Elektromehanički kalkulator (zbrajalica) Simplex s pisačem [6]

1. O Tvornici računskih strojeva TRS

Poduzeće TRS nalazilo se u samom središtu Zagreba, na današnjoj adresi Hebrangova 21. Postojao je još jedan ulaz iz Žerjavićeve 2 (danas trgovina Spar). Dvorišta s obje adrese su spojena i u njima su zgrade u kojima se obavljala sva proizvodnja. Broj zaposlenih dosta je oscilirao, a u godinama oko 1971. bio je u rasponu od 300 do 700.

Interesantno je primijetiti da tijekom 'zlatnog doba' 1959. − 1965., u kojem zaposleni primaju visoke plaće s čestim podjelama viškova, u tvornici izrazito mehaničke tehnologije, još nema zaposlenih inženjera strojarstva. Proizvodnju nose majstori (VKV) praćeni nekvalificiranim, odnosno priučenim (PKV) radnicima. Nekolicina tehničara (SSS) pruža administrativno-tehnološku potporu neposrednom pogonu.

Malobrojni vrh uprave bio je svjestan da blagostanje temeljeno na Calcorexu ne može potrajati dugo, a opće je poznato da elektronika istiskuje mehaniku. U službu razvoja zapošljavaju se dva (možda tri) inženjera-elektroničara (malo starija generacija) koji, na tadašnjem stupnju raspoložive tehnologije (diskretni tranzistori, još germanijevi) ne mogu ostvariti nerealno visoke očekivane rezultate pa su im nakon godinu dana uručeni otkazi.

Slika 3.: Pročelje zgrade TRS-a u ulici Andrije Hebranga 21 (danas; foto: Zvonko Benčić)

Slika 4.: Dvorišne zgrade TRS-a danas. Na drugom katu zgrade (lijevo) bio je razvoj, a na katu zgrade desno hala za montažu elektroničkih kalkulatora (foto: Boris Kette)

Situacija se ubrzano pogoršava. Po inerciji se proizvode veće količine Calcorexa, a prodaje se teško i sve manje. Pronalazi se "novi" stroj prikladan za proizvodnju s tehnologijom prisutnom u tvornici. To je 'zbrajalica' s elektromotorom naziva Simplex, slika 2. Taj proizvod ne postiže značaj Calcorexa, ali ipak kratkotrajno donosi izvjesno osvježenje, a TRS polako klizi prema krizi.

2. Početak razvoja elektroničkog kalkulatora

U ljeto 1968. godine elektroničar-praktičar Bratislav Kostić (iz RIZ-a) pronalazi inženjera strojarstva Zeca, tehničkog direktora TRS-a, i privatno mu nudi razvoj kalkulatora. Taj dvojac, 'Zec-Kostić' pokreće ponovljeni ulaz TRS-a u područje elektronike. Projekt kalkulatora naručuje se u Beogradu. U Zagrebu se okuplja ekipa za razvoj. Do kraja 1968. godine u TRS-u su zaposleni B. Kostić šef razvoja i inženjeri-elektroničari za razvoj kalkulatora (svi mlađi od 30 godina) redom: Stjenka Bojanić, Lovro Galić, Boris Kette i tehničar Stjepan Pokrivač (Pišta). Ekipa je smještena na katu zgrade u dnu dvorišta, a radi se u dvije (poslije tri) sobe ukupne površine manje od 30 m^2. Plaće su izrazito male, ali dopušta se i potiče prekovremeni rad onoliko koliko se izdržati može.

Projekt na ozalidu isporučen je na samom početku 1969. godine. Tad u TRS-u intenzivno počinje razrada projekta s ciljem izrade laboratorijskog prototipa. Autori projekta su dr. sc. Nedeljko Parezanović (matematičar) i jedan inženjer-elektroničar (magistar znanosti, imena se ne sjećam). Željena − ciljana

Slika 5.: Boris Kette (1970., arhiva B. K.)

svojstva kalkulatora odredili su potencijalni korisnici (osobe iz računovodstva), pa je projektiran 12-digitni kalkulator za četiri osnovne računske operacije s mogućnosti računanja do fiksno zadanog broja decimala. Kalkulator je opremljen optičkim zaslonom (engl. *display*) i dvama memorijskim registrima. Radove razvoja kalkulatora raspodjeljuje se u dvije faze:

1. faza: izrada laboratorijskog prototipa (dovršeno krajem 1969.) i
2. faza: izrada deset komada industrijskih prototipova (dovršeno krajem 1970.).

Slika 6.: Stjenka Bojanić [2]

Slika 7.: Nedeljko Parezanović [3]

3. Razvoj, izrada prototipova

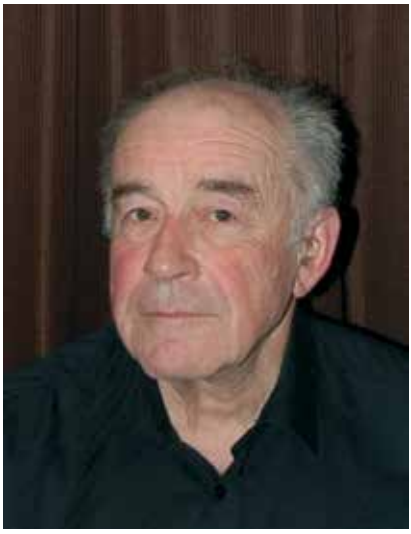
Tijekom razrade projekta pokazalo se da je idejna osnova dobra [izbor dekadske (binarno kodirane) aritmetike s primjenom 'excess 3' koda i dobro (logički prirodno) parceliranje raznih funkcijskih blokova], pa je to zajedno s drugim dobrim elementima ostalo trajno prisutno u proizvodu. S druge strane, detaljno definiranje funkcijskih blokova i posebno njihovih međuveza (primjenom logičkih shema, odnosno s jednadžbama logičke algebre), bilo je s puno projektnih pogrešaka i nedorečenosti, pa je to bio glavni sadržaj razvoja koji su poslije obavili Bojanić i Kette. Naravno, primane su i razmatrane sugestije kolega sa strane. Konačan rezultat tog razvoja bila je centralna ploča s tiskanim vodovima, na kojoj je bilo smješteno oko 90 integriranih sklopova SSI-razine (engl. *single scale integration*), tad raspoložive DTL tehnologije (diodno-tranzistorska logika).

Nakon 1. faze razvoja iskristaliziralo se: a) da registre ne smijemo izvoditi s feritnim jezgricama (nestabilan rad!), i b) da imamo rješenje 'indikacijske' jedinice (*display* s Nixie-cijevima), ali neprikladno i ružno. Srećom, upravo tad na tržištu su se pojavile prve komponente MSI (engl. *middle scale integration*) u MOS tehnologiji, a prvi sklopovi bili su upravo registri. To je omogućilo konačno rješavanje 1. problema. A kad sreća krene, onda se ona i ponovi. Tvrtka Philips na tržištu se pojavila s integriranom cijevi (naziv Pandicon), koja ima tinjajuće elektrode za 12-digitni prikaz. To je bilo upravo ono što nam je nedostajalo pa se nakon toga više nisu pojavljivale situacije s "tehnički" opasnim neizvjesnostima. Razrada konstrukcije indikacijske jedinice i modula napajanja (klasični Graetzov spoj s transformatorom) povjerena je inženjeru Galiću. On je to dobro i uredno dovršio prije nego što nas je napustio i otišao raditi u Nizozemsku.

Tijekom prve godine razvoja sve su snage bile usmjerene na rješavanje "glavnih" (teških) problema, a po principu "lako ćemo" problem konstrukcije tipkovnice ostavljen je za kasnije. Početkom 2. faze razvoja (1970.), neposredno nakon diplomiranja, pridružio nam se inženjer Mihael (Mišo) Buković, i dočekao ga je problem tipki − tipkovnice. Početno zapostavljanje i omalovažavanje tog problema tad se osvetilo punom snagom. Predug bi bio opis svih zamki koje je trebalo svladati.

Industrijski prototipovi morali su biti jednaki uređajima onakvim kakvi će se proizvoditi. Estetsko i ergonomsko oblikovanje kalkulatora povjereno je vanjskom suradniku Davoru Grünwaldu, koji je 'industrijski dizajn' diplomirao u Beču. Naravno, surađivali smo, radilo se interaktivno, pa je izrađeno mnoštvo kartonskih i gipsanih modela. Konačan rezultat bilo je usvajanje vrlo lijepog i praktičnog oblika stolnog kalkulatora TRS 501. Za mehaničke dijelove razvijanog kalkulatora i za buduće razvijane uređaje (plastično kućište, vijci itd.), trebao se brinuti novozaposleni mladi inženjer strojarstva Nemeth.

Temeljna funkcionalnost logike bila je riješena prije početka 2. faze razvoja, međutim, nastavljena su optimiranja, otklanjane su skrivene pogreške i slično. Glavni (elektronički) problemi rješavani u 2. fazi razvoja bili su više tehnološke prirode. To je ono što je poznato pod nazivom *physical layout*. Nakon što je potvrđena slika ploče s tiskanim vodovima, bio je problem naći isporučitelja koji može izrađivati ploče s dvostranim vodovima i s metaliziranim rupama (Rudi Čajavec, Banja Luka). Poseban problem iskrsnuo je kad su sad već provjereni moduli montirani i zatvoreni u kućište. Nastupila su pregrijavanja pa je trebalo otvarati nove rupe i naknadno ugrađivati hladila.



Slika 8.: Davor Grünwald [4]

Od samog početka pa do kraja razvoja (a i poslije), stalno se provlačio problem koji nije problem neposredne konstrukcije, ali je bitan za postizanje opće ostvarivosti proizvoda. To je problem ispitivanja ispravnosti i mogućnosti popravljanja neispravnih modula. Kod jednostavnijih modula (tipkovnica, indikacijska jedinica, modul napajanja) na problem ispitivanja nije se trebalo posebno osvrtati, ali ispitivanje i servisiranje centralne ploče bio je gotovo nerješiv problem. Oko tog problema bio je angažiran Kette.

Krajem 1970. od deset industrijskih prototipova sedam ih je trajno predano na probnu upotrebu, nešto u računovodstvo, a više u službu prodaje. Nekoliko primjeraka stalno se na raznim sajmovima postavljalo na takva mjesta, da ih svaki posjetitelj može isprobati. Ti uzorci sve su izdržali i pokazali pouzdanost u radu.

4. Zasnivanje serijske proizvodnje kalkulatora

Pri završetku razvoja (1970.), kao poznat i iskusan voditelj proizvodnje (televizora u RIZ-u), u ekipu je zaposlen inženjer Drago Lončarić. Namjera je bila da upozna proizvod, a zatim počne pripremu proizvodnje.

Cijela 1971. godina bila je turbulentno i ovdje prijelomno razdoblje. Razvoj kalkulatora bio je završen i sređivana je dokumentacija. Stalno su izrađivane kalkulacije i prijedlozi planova, a uprava poduzeća (radnički savjet) stalno odgađa usvajanje planova u smjeru proizvodnje elektronike. Odluka o ulasku u proizvodnju zapravo je značila investiranje iznosa višestruko većeg od cijene razvoja. Glavninu cijene razvoja činile su plaće petorice inženjera kroz dvije godine. To se moglo prokrijumčariti uz plaće 500 zaposlenih u TRS-u.

Ovdje slijedi pokušaj grubog prikaza odnosa vrijednosti u kalkulacijama razmatranog projekta, a izraženo u izmišljenoj (fiktivnoj) valuti s nastojanjem da to bude blisko današnjim kunama. Uz materijal vrijedan 300 i jednu dnevnicu 300, cijena neposredne proizvodnje jednog kalkulatora je 600. Troškove razvoja od 1.300.000 (uključeni 300.000 alati za plastično kućište i tipke!) i troškove postavljanja (uhodavanje) proizvodnje od 1.000.000, treba raspodijeliti na cijelu seriju proizvodnje. Ovdje se spominje još potrebu angažiranja obrtnog kapitala od tri do deset milijuna ovisno o veličini serije, a uz očekivano od 1 do 1,5 obrta u godini. Teret investicije na pojedinom proizvodu očigledno je manji ako je serija veća, ali veća serija zahtijeva i veći obrtni kapital. U ondašnjim su razmatranjima bile serije od jedne do deset tisuća komada, pa se za jedan kalkulator očekivala proizvodna cijena od 1.000 do 3.000. Maloprodajne cijene kalkulatora 1968. godine iznosile su 25.000 – 30.000, ali su brzo padale. Zapravo, prije 1967. godine u svijetu nije bilo tehnologije isplative za proizvodnju kalkulatora. Tek 1970./1971. tržište je zapljusnula masovna proizvodnja iz

Japana pa su se cijene spustile na 10.000 i niže. Stara priča. Prvi ubire vrhnje, drugi se još neko vrijeme može pokriti, a tko zakasni taj ne uspijeva vratiti uloženo pa može biti samo gubitaš.

Tijekom 1971. godine stanje u TRS-u je složeno i nije ga moguće jednostavno izložiti u 'crno-bijeloj' tehnici. Od početka postoji napetost na relaciji mehaničari − elektroničari, gdje "gospoda" inženjeri troše teško stečenu zaradu radnika. Nedostatkom novca još bi se moglo protumačiti odgađanje iskoraka u investiciju. Dok u TRS-u muku muče s nedostatkom novca, postoji i tvrtka IRET (Split, Trst), koja muku muči s viškom kapitala i problemom gdje ga pametno uložiti. Trojka Kette-Bojanić-Lončarić pregovara o prelasku u Buje gdje IRET osniva tvornicu Digitron. Sporazum o prelasku se ne postiže i trojka ostaje u TRS-u. Očigledno, proizvodnja kalkulatora i potom proizvoda izvedenih iz njih može biti dobar posao, ali ipak treba pripaziti kako i kad se to izvodi.

Tijekom 1971. godine, premda s dosta neodlučnosti, u TRS-u se ipak pokreće proizvodnja, odnosno montaža elektroničkog kalkulatora. Obavljene su kadrovske promjene. Kostić postaje savjetnik tehničkog direktora, Bojanić šef razvoja elektronike, a Kette šef proizvodnje kalkulatora. U jednoj polovini hale za montažu ostaje linija montaže mehaničkih uređaja, a u drugu polovinu postavlja se linija za montažu elektroničkog kalkulatora. Otvaraju se i popunjavaju radna mjesta: inženjer ulazne kontrole, inženjer servisa elektroničkih kalkulatora (u odjelu za servis), te još pet tehničara za tehnološku i administrativnu potporu linije. Za rad u montaži (ručno lemljenje) obučava se 20 do 25 radnica preuzetih iz odjela mehanike. Predviđeni kapacitet linije je oko 20 do 25 kalkulatora dnevno, odnosno 100 komada tjedno. Liniju se oprema lemilicama, pomoćnim (posebno izrađenim) napravama i ostalim alatkama. Prioritet ima sređivanje (višestruko kontrolirano!) specifikacije materijala i pravodobno naručivanje materijala u službama uvoza, odnosno domaća nabava. Tehnički direktor inženjer Zec znatno pomaže pri opremanju linije, a radove podizanja proizvodnje organiziraju i provode Lončarić i Kette. Konačno, na prijelazu 1971./1972. godine počinje sklapanje prvog TRS-ova kalkulatora.

5. Početna proizvodnja 1972. i 1973.

U procesu montaže postavljeno je nekoliko mjesta kontrole. Najvažnije je završno funkcijsko ispitivanje (prije i poslije procesa starenja proizvoda). Služba prodaje kao naručitelj organizira svoju neovisnu kontrolu. Nakon što je sklopljeno prvih 20-30 kalkulatora, na završnom je ispitivanju u ispravno izračunatom rezultatu primijećena nestabilnost decimalne točke. Naravno, sklapanje daljnjih kalkulatora odmah je zaustavljeno dok se ne otkloni kvar. Riječ je bila o najneugodnijem kvaru koji se povremeno javlja na raznim mjestima i u

neregularnim intervalima. Istraživanje tog kvara potrajalo je 2-3 tjedna dano-noćnog rada. Obavio ga je Kette. Rezultat je bio otkriće djelovanja šuma u radu digitalnog uređaja. Pojava s kojom nitko nije imao iskustva i na koju nitko nije obraćao pozornost. Pojava, koja se nije mogla riješiti uvijek primjenjivanom tehnikom otklanjanja kvarova temeljenoj na pronalaženju uzročno-posljedičnih veza! Bila je sretna okolnost da se kvar uspio ukloniti jednostavnim dolemljivanjem deblje žice duž svih tiskanih vodova nule (zemlje!) na centralnoj ploči te ugradnjom nekoliko malih keramičkih kondenzatora na odabranim čvorovima u mreži vodova. Poslije tog incidenta sve je krenulo predviđeno i očekivano. Nakon desetak dana uhodavanja postignut je planirani tempo proizvodnje 20-25 kalkulatora dnevno, odnosno 100 tjedno.

Montaža prvog kalkulatora pokrenuta je s namjerom (planom) proizvodnje serije od 1000 komada, međutim, na početku je bilo osigurano materijala za samo 500 komada. Očigledno, u intervalu kraćem od dva mjeseca materijal je potrošen, a izrađeno je i odmah prodano-razgrabljeno 480 do 490 kalkulatora. Ostatak od manje od 20 kalkulatora zbog grešaka je zadržan na doradi-popravku. Taman kad se uhodalo i dobro krenulo, nastupa zastoj. Nema materijala! Očekivani materijal za nastavak-dovršenje serije nije nikad stigao, ali umjesto njega dopremljen je šleper s 2-3 tisuće gotovih japanskih kalkulatora tvrtke Busicom. Proizvodnja je tako preusmjerena da priključke napajanja po nekim nama stranim standardima preuređuje na naše europske standarde. Naravno, na gotove proizvode trebalo je lijepiti TRS-ove etikete. Osim grupacije elektronika i grupacije mehanika, u TRS-u je na scenu stupila nova i svakim danom sve

Slika 9.: Prvi kalkulator s dvjema memorijama TRS-501 [5]

Slika 10.: Prvi kalkulator bez memorije TRS-506 [1] (1971, foto: Miran Krčadinac) [1]

utjecajnija grupacija uvoz-trgovina, kojoj su mehanika i elektronika, i uopće svaka proizvodnja bile nepotrebne i zapravo smetajuće!

Mehanički kalkulatori imali su imena (Calcorex i Simplex), a elektronički proizvodi bilježeni su troznamenkastim brojem. Izrađivana su dva modela prvog kalkulatora. Prvi je s dvama memorijskim registrima (TRS-501), a drugi je bez memorije (TRS-506).

Tijekom prvih dviju godina proizvodnje, 1972. i 1973., osim započete pa zaustavljene montaže prvog kalkulatora (TRS-501, TRS-506), i povremenog dorađivanja serija kalkulatora pristiglih iz uvoza, proizvodilo se i drugi (vlastiti razvoj!) elektronički kalkulator (njegov sam TRS-broj i proizvedenu količinu zaboravio).

6. Tehnološka svojstva kalkulatora

Već je bilo istaknuto da prije 1967. tehnologija s diskretnim komponentama (germanijevi, pa zatim silicijevi tranzistori) nije omogućavala izradu kalkulatora po cijenama prihvatljivim za šire tržište. Integrirani sklopovi izrađeni u DTL tehnologiji (nastavljeno u TTL-u) prvi su lako i pouzdano upotrebljivi elementi koji projektanta oslobađaju segmenta elektroničko-sklopovske problematike, a omogućuju mu fokusiranje pozornosti na logičko projektiranje proizvoda. Upravo su pojednostavnjenja koja donosi taj tehnološki iskorak konstruktorima prvog TRS-ova kalkulatora omogućila uspješnu realizaciju digitalnog uređaja relativno visoke složenosti. DTL tehnologija je tehnologija niske razine

integriranosti (SSI). Prvi TRS-ov kalkulator nije samo 'prvi' nego i 'jedini' (u Zagrebu, i u Jugoslaviji) izrađen s komponentama SSI razine pa je vrijedno dostignuće svojeg vremena.

Potrebno je primijetiti da su razvoj i uspostava proizvodnje-montaže prvog kalkulatora potrajali tri godine, što je predugo, ali ipak prihvatljivo za tehnologiju na SSI razini, a počelo se od nule! Kad je 1972. počela proizvodnja sa svom pozornosti usmjerenom na taj prvi kalkulator, u intervalu kraćem od šest mjeseci, praktički neopaženo i u tišini, služba razvoja (čitaj Bojanić) razvila je novi (drugi) kalkulator. Konstrukcija tog kalkulatora temeljena je na novijoj LSI (engl. *large scale integration*) tehnologiji, gdje je funkcija cijele centralne ploče starog kalkulatora integrirana u jednoj jedinoj LSI komponenti. Očigledno, nova tehnologija donosi znatna pojednostavnjenja i uštede. Glavni nedostatak u primjeni LSI tehnologije je 'krutost-nefleksibilnost', pa je projektantu proizvoda (kupcu) na raspolaganju 'uzmi ili ostavi'. Malo potom, 1973. godine, na tržištu je već cijela lepeza kalkulatorskih LSI čipova pa postoji mogućnost izbora.

Značaj tehnologije lijepo ilustrira sljedeći primjer. TRS-ov konkurent, tvrtka Digitron, samo koju godinu poslije nudila je odnosno prodavala kalkulator "vlastite" proizvodnje tipa *scientific*. To su kalkulatori s izračunom trigonometrijskih funkcija i eksponencijalne funkcije, te njima inverznih funkcija. Kao poznavatelj složenosti računalne jezgre za samo četiri osnovne operacije, usuđujem se tvrditi da se inženjeri Digitrona nisu približili računalnoj jezgri niti za četiri osnovne operacije, a kamoli računalnoj jezgri *scientific* kalkulatora. To im i nije bilo potrebno, jer su kupnjom odabranog kalkulatorskog LSI čipa sve računske sposobnosti već integrirane u čipu. Preostaje samostalno konstruirati-proizvoditi potrebni modul napajanja, indikacije, tipkovnice i pripadnog kućišta. Od momenta kad je tehnologija LSI razine postala dostupna, to su prakticirali i TRS i Digitron.

Mikroprocesor je LSI komponenta. Mogućnost formiranja funkcionalnosti po želji projektanta prisutna je u mikroprocesorskim sustavima. U takvim je sustavima toliko željena i potrebna fleksibilnost ostvarena ne sklopovski, nego primjenom programiranja. Prvi mikroprocesor u svijetu, Intel 4004, oglašen je 1971., a već tijekom 1972./1973. inženjer Buković u TRS-u eksperimentirao je s novijom inačicom Intel 4040. Do kraja 1973. nije prihvaćena ideja da se konstrukciju kalkulatora temelji na mikroprocesorima. Zapravo, ti prvi 4-bitni mikroprocesori jesu mali, ali nužno su imali veliku i složenu pratnju, pa promatrano u cijelosti oni baš i nisu bili izrazito prikladni za kalkulatore.

Vrijedi se još osvrnuti na tehnologiju prisutnu u japanskim kalkulatorima tvrtke Busicom koji su "proizvođeni" u TRS-u. Oni su bili temeljeni na vjerojatno jednoj od prvih inačica DTL tehnologije. Primjenjivana je samo jedna vrsta integriranog sklopa bez dioda! Dodavanjem diskretnih dioda izvana ostvarivane su različite logičke funkcije i s različitom količinom pristupnih mjesta.

Takvoj tehnologiji pristajao bi naziv d-TL logika. Jasno je da su te izvana dodavane diodice bile minijaturne. Sve se radilo (u Japanu) pod povećalom, a u kalkulatoru je vjerojatno bilo prisutno više tisuća tih diodica.

7. Osvrt na TRS poslije 1973.

Nakon 1973. djelatnost elektronike polako se razvijala pa je organizacijski unutar TRS-a uskoro osnovan OOUR TRS-Elektronika s povećanom dozom samostalnosti u odnosu na prijašnje razdoblje. Prvi direktor OOUR-a bio je inženjer Lončarić, a zatim inženjer Buković. TRS-Elektronika preseljava poslije u Veliku Goricu, a vrhunac aktivnosti i uspješnosti postiže oko 1980. godine. Tad je paleta proizvoda dosta proširena u smjeru uređaja mini- i mikro- računalnih sustava, a sve temeljeno na primjeni mikroprocesora, i to pretežno 8-bitnih. Razvijeno je još nekoliko tipova kalkulatora, međutim, ta djelatnost više nije udarna fronta u proizvodnom programu. Ipak treba barem upozoriti na kalkulator TRS-614 s pisačem za traku širine 6-8 cm. Taj kalkulator neko je vrijeme bio dosta popularan i cijenjen. Početne namjere, da TRS-Mehanika izrađuje taj pisač, nisu ostvarene, pa se taj mehanički modul, nažalost, morao uvoziti. Neovisno o TRS-u, na globalnoj razini kalkulatori kao proizvod prolaze kroz razne promjene, a verzije stolnog kalkulatora uglavnom su nestale. Nepotrebne su.

Slika 11.: Kalkulator s pisačem TRS-614 [7]

Prije, a i poslije 1973. godine, kao glavni problem TRS-a ističe se nezaposlenost kapaciteta mehanike. U svrhu barem djelomičnog ublažavanja tog problema počinje razvoj TRS-ova pisača. U to vrijeme i pisači (printeri) imaju buran razvoj. Razvoj TRS-ova matričnog pisača okončan je i prelazi se u proizvodnju. To je pisač širokog formata (oko 80 cm) za pisanje na beskonačnu traku s perforiranim rubovima. TRS-ov matrični pisač je od tri do šest puta veći i teži od uredskih pisača tad prisutnih na tržištu. Slijedi neprovjerena, a ipak vjerojatno istinita informacija. Potencijalni kupac, JNA u Beogradu, ispituje izdržljivost TRS-ova i još desetak pisača iz uvoza. Kad su već svi pisači poispadali iz rada (poneki se i raspao), TRS-ov pisač i dalje lupa, trese i stol i zgradu u kojoj se nalazi, ali "beskonačna" traka izlazi uredno ispisana. Kao najpouzdaniji i najizdržljiviji pisač iskazao se TRS-ov pisač (tenk)!

U cjelini TRS-a nakon 1973. godine sve je značajnija djelatnost bila uvoz-trgovina. U jednom se razdoblju prilikom ulaska u prostor za stranke-kupce stjecao dojam da se ulazi u ispostavu tvrtke Nixdorf, a TRS-u ni traga. I onda u jednom trenutku umro je papa Heinz, a malo zatim i njegova tvrtka Nixdorf. Neovisno o tome uslijedila je i dugotrajna agonija TRS-a. Konačno, oko 1992. godine u procesu privatizacije nestao je, "umro" i TRS. Tehnologije, proizvodnje i proizvodi, jednako kao i ljudi, imaju svoj životni vijek.

Zaključak

Opisana sjećanja na kratko razdoblje, konkretno vezano uz TRS, samo su ilustracija procesa odnosno pojava koji se događaju na raznim stranama svijeta i u različitim vremenima, a s dovoljno poznatim ekonomskim zakonitostima koje neizbježno djeluju. Pojava – dozrelost nove tehnologije omogućuje konstrukciju novih proizvoda (ili starih, ali s poboljšanjima), što prije nije bilo moguće. Prilika za postizanje povećane zarade koju pruža pojava nove tehnologije s vremenom se smanjuje i na kraju iščezava.

Iz opisanih zbivanja u TRS-u može se uočiti da je razvoj elektroničkog kalkulatora pokrenut u pravom trenutku, malo (ne pretjerano!) se oduljio, a onda bez razumljivog razloga proizvodnja nije nastavljena u trenutku kad je trebalo ubirati plodove. Očigledna je činjenica da je (za razvoj i uspostavu proizvodnje elektroničkog kalkulatora) investicija (najvjerojatnije iz prihoda radnika metalaca) izvršena u potpunosti, a zatim se zbog izostanka obrtnog kapitala (nije nabavljan materijal!) povrat investicije nije ostvario. Investiranje bez povrata klasičan je put u propast. Teško je povjerovati da je cijena gotovih kalkulatora (japanskih) bila niža od bagatelno niskih troškova za materijal prvog TRS-ova kalkulatora, a za oba su bile potrebne tad teško dostupne devize!?

Zahvala

Zahvaljujem svojem kolegi i prijatelju Zvonku Benčiću na inicijalnom poticaju bez kojeg se sigurno ne bih upustio u pisanje ovog teksta. Tijekom izrade članka Zvonko mi je pružio korisne upute, i skrenuo pozornost na detalje koje ranije nisam dovoljno uvažavao. Osim toga, Zvonko je preko interneta pribavio dodatne informacije (literaturu i slike), te sa sažetkom na engleskom jeziku, i s profesionalnim uređenjem teksta, značajno je obogatio cjelinu članka.

Literatura

[1] Davor Grünwald: Ja sam stopostotni praktičar! (prvi dio), http://dizajn.hr/blog/davor-grunwald-ja-sam-stopostotni-prakticar-prvi-dio/

[2] Makeri, dođite na promociju knjige o mikrokontrolerima Stjenke Bojanića, http://www.netokracija.com/mikrokontroleri-stjenka-bojanic-102898

[3] Nedeljko Parezanović, https://sr.wikipedia.org/wiki/Недељко Парезановић

[4] Jasna Lovrinčević, Davor Grünwald – prvi školovani industrijski dizajner u Hrvatskoj, U vihoru vremena, 28. ožujka 2016., https://uvihoruvremena.com/hr/davor-grunwald-prvi-skolovani-industrijski-dizajner-u-hrvatskoj/

[5] Arhiva Tehničkog muzeja Nikola Tesla u Zagrebu

[6] Sergej Novosel Vučković, Ovako su izgledala računala. I proizvedena su u Zagrebu!, https://www.vecernji.hr/zagreb/ovako-su-nekad-izgledala-racunala-i-proizvedena-su-u-zagrebu-928950/galerija-74235?page=1

[7] Vintage Electronic Calculators: Calcuseum, http://www.calcuseum.com/ SCRAPBOOK/BONUS/89482/1.htm

[8] Osobna arhiva

The First Electronic Calculator from TRS – Tvornica računskih strojeva, Zagreb 1969-1974

Boris Kette

Abstract: A comprehensive description is given of the events surrounding the introduction of electronics to the TRS factory in the period from 1969 to 1974. The development and beginnings of production of the first electronic calculator are described. The importance is emphasized of the effect of the availability of diode transistor logic (DTL), small scale integration (SSI). There is also a reference to the situation in TRS before and after this period.

Keywords: electronic calculator, TRS – Calculating Machines Factory, history of production of electronic devices (calculators), integrated circuit technology, microprocessors

Želimir Volf

Kino u Kustošiji

Sažetak: Autor opisuje dio povijesti obitelji Volf i kina u Kustošiji, koje u članku naziva kraće – Kino, a ta ga je obitelj izgradila. Povijest prati nekoliko razdoblja. Prvi počeci opisuju događaje prilikom dolaska obitelji Volf u Kustošiju, gradnju Kina i događaje do početka Drugog svjetskog rata. Slijedi opis ratnih događanja vezanih uz obitelj Volf, kao i uz namjenu prostora Kina. Detaljan opis pretvorbe vlasništva nad Kinom opisan je u sljedeća tri odsječka: *Nakon oslobođenja*, *Dom kulture "1. Maj"* i *Kino mijenja vlasnika*. Slijede *Crtice uspomena*, koje pokrivaju razdoblje od 1948. do približno 1965. godine. Promjenu načina, tehnike i tehnologije prikazivanja filmova opisao je u odjeljku *Konzumacija snova*. Na samom kraju, naslovljenom *The End*, autor opisuje prestanak rada i rušenje zgrade Kina.

Ključne riječi: Kino, Kustošija, film, projekcijski uređaj, konzumacija snova, uspomene

Uvod

Sve na ovom materijalnom svijetu ima svoj početak i kraj. Sve što se rađa jednog dana neminovno umire. To što je očito za živa bića, odnosi se i na materijalne predmete, organizacije, pa i na institucije. Početkom kolovoza 2006. godine saznao sam da je pokrenut postupak za izdavanje lokacijske dozvole za izgradnju zamjenskog stambenog objekta u Zagrebu, Vatrogasna 1, na k.č. 2013/2 k.o. Vrapče. Prevedeno na jednostavan jezik običnih ljudi, proizlazi da je netko kupio od države Kino koje trenutačno nosi naziv Filmski Centar Zapad, i da ga kani srušiti te na njegovu mjestu izgraditi zamjenski stambeni objekt sa

16 stanova. Kroz to nestat će Kino, koje je uz *Birtiju kod Volfa* bilo jedna od institucija u Kustošiji.

Moja obitelj, točnije djed i baka (Franjo i Slavica Volf) to su Kino izgradili, a ono je bilo dio mojih mladenačkih uspomena. Premda nisam sklon pisanju povijesti, ipak bih želio da poneki podatak, a s njima i moje uspomene, ostanu naraštajima prije svega članova moje obitelji, kao sjećanje na tu "instituciju" i na one koji su je svojim marom i zalaganjem izgradili.

Na samom početku moram reći da faktografskih podataka o Kinu *Kustošija*, kako ću ga nadalje zvati, nema puno. Oni koji su stvarali imetak obitelji Volf nisu imali vremena voditi "brodski dnevnik" kako bi olakšali onima koji iza njih dolaze ući u povijesni trag o svojim postignućima i problemima s kojima su se suočavali. Oni članovi moje obitelji koji su to mogli učiniti za svojeg života, a imali su i više vremena, nisu smatrali potrebnim sjećanja staviti na papir. Onim sudionicima koji su još danas na životu (primjerice, moja mama), a koji bi teoretski mogli nešto reći o zbivanjima iz davno prošlih vremena, zaborav je izbrisao mnoga sjećanja… Stoga mi nema druge nego napisati činjenice kojima raspolažem i njih dopuniti svojim sjećanjima.

Objektivno pisanje povijesti implicira prikupljanje i analizu sve relevantne građe koja bi mogla pridonijeti objektivnom razumijevanju događaja. Nažalost, analizu takve vrste, koja bi rasvijetlila društveno-političko stanje, kao primjerice, razvoj zakonodavstva koje se odnosi na nacionalizaciju i eksproprijaciju imovine te odnos prema privatnim vlasnicima kinodvorana nakon Drugog svjetskog rata, nisam učinio.

Pisati povijest građevina, a ne spominjati ljude je besmisleno, jer ljudi stvaraju i građevine i povijest. Najteži je dio biti objektivan u pisanju povijesti, posebice ako se ona temelji samo na sjećanju jedne osobe. Izreke, postupci i djela ljudi, sudionika povijesti, uzeti iz konteksta povijesne cjeline mogu izgledati groteskno, lažno i maliciozno. Nažalost, to je hazard i mučna strana autora. Autor se može truditi pisati istinu, ali sam sâm se puno puta uvjerio da "(…) istina obično boli!", ako ne mene, onda onog na kojeg se ta 'istina' odnosi. Zaista je istinita izreka:

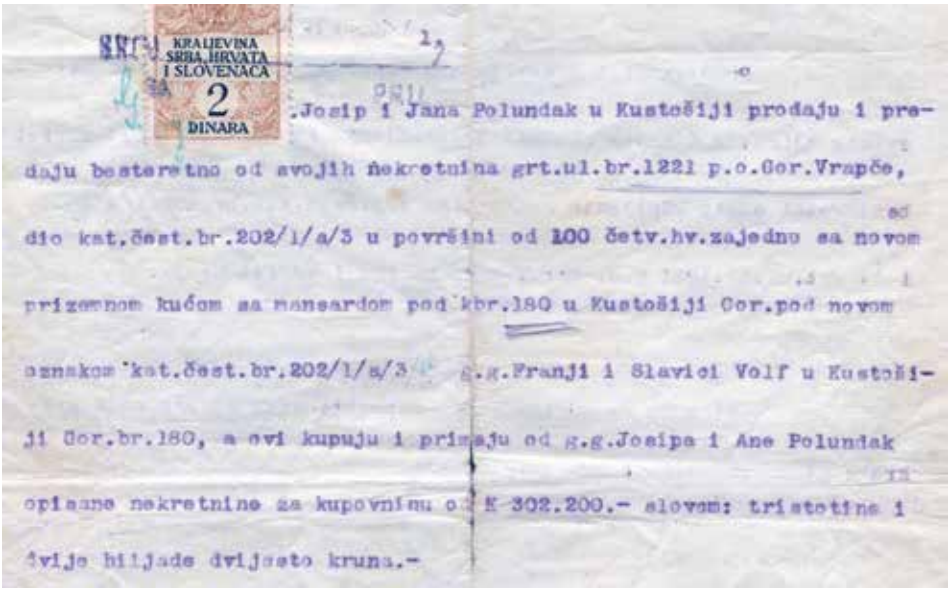
> "Ne sudite i nećete biti suđeni. Ne osuđujte i nećete biti osuđeni. Praštajte i oprostit će vam se." Lk 6, 37

Stoga se unaprijed ispričavam svima onima koje spominjem, bilo da su se već preselili u vječnost, bilo da su još uvijek među nama, ako sam ih svojim sjećanjima na bilo koji način povrijedio ili netočno prikazao njihovu ulogu u ovom mojem napisu.

1. Prvi počeci

Moj djed Franjo Volf doselio se s obitelji u Kustošiju kod Zagreba 1921. godine. Obitelj mu se tad sastojala od supruge Slavice (moje bake), sina Ivana (koji je puno godina poslije postao moj tata) i kćeri Marije. S bakom Slavicom doselila je i njezina mama Ožbolt (Mihalić) Marija.

Djed i baka kupili su prizemnu kuću s mansardom od građevinskog poduzetnika Josipa Polundaka na adresi Potok 60 (danas Ilica 314) u Kustošiji kraj Zagreba, kako je tad glasila adresa, i ondje se nastanili. Radi autentičnosti donosim početak, slika 1.a), i kraj tog kupoprodajnog ugovora iz kojeg se vide naznačene povijesne činjenice, slika 1.b). Na kraju ugovora vidi se, osim potpisa ugovornih strana, i nadnevak sklapanja, 15. 09. 1921. godine.


KRALJEVINA SRBA, HRVATA I SLOVENACA
2
DINARA

.Josip i Jana Polundak u Kustošiji prodaju i pre-

daju besteretno od svojih nekretnina grt.ul.br.1221 p.o.Cor.Vrapče,

dio kat.čest.br.202/1/a/3 u površini od 100 četv.hv.zajedno sa novom

prizemnom kućom sa mansardom pod kbr.180 u Kustošiji Cor.pod novom

oznakom kat.čest.br.202/1/a/3 g.g.Franji i Slavici Volf u Kustoši-

ji Cor.br.180, a ovi kupuju i primaju od g.g.Josipa i Ane Polundak

opisane nekretnine za kupovninu o K 302.200.- slovom: tristotina i

dvije hiljade dvijesto kruna.-

Slika 1.a): Preslika dijela kupoprodajnog ugovora Polundak-Volf

U Z A G R E B U , dne 15. rujna 1921.

Franjo Volf

Slavica Volf

Franjo Horvat

svjedok

Josip Polundak

Ana Polundak

Slika 1.b): Preslika dijela kupoprodajnog ugovora Polundak-Volf

Kustošija je dvadesetih godina prošlog stoljeća bila tek u nastajanju. Zapadna granica grada Zagreba bila je, sve do kraja Drugog svjetskog rata, potok Črnomerec. Točnije, od potoka Črnomerca do kuće koju je kupio moj djed Franjo te 1921. godine postojala je još samo jedna zgrada, u vlasništvu Lončara, koja se danas u izmijenjenom obliku nalazi na uglu Ilice i Kustošijanske ulice, koju stariji ljudi pamte da se u doba vladavine proletarijata zvala XIII. proleterske brigade.

Najstarija slika kuće u kojoj počinje povijest moje obitelji u Kustošiji nalazi se u nastavku ovih mojih sjećanja, slika 2., a snimljena je vjerojatno 1922. ili 1923. godine. Na toj fotografiji drugi čovjek slijeva je Franjo Volf. Naziv lokala bio je Gostiona *Grmošćica F. Volf*. Eto, da nema ove fotografije ne bih niti ja to znao.

Kao što se iz naslova lokala na toj slici vidi, djed se bavio onim što bismo danas zvali ugostiteljstvom. U toj ugostiteljskoj djelatnosti radila je cijela obitelj, tj. djed i baka i djeca kad su dorasla za posao. Nije bilo najamne radne snage koju je, prema Marxu, djed iskorištavao i prisvajao njihov višak vrijednosti i na taj se način bogatio. Jednom riječju, djed je stvarao svoj kapital eksploatirajući sebe i svoju obitelj. Tek puno godina poslije, kao jedini vanjski zaposlenik, pojavila se kućna pomoćnica koja je uglavnom pomagala baki u kuhinji.

Kao ilustraciju, napisat ću sjećanje mojih roditelja o tome kako se nekad radilo u *Birtiji kod Volfa*.

Slika 2.: Gostiona *Grmoščica* iz 1922.

> "Gostionica, kao što mnogi znaju, nije *business*, koji ima osamsatno radno vrijeme. Radno vrijeme gostionice je bilo doslovno od zore do ponoći. U takvom režimu rada, svaki je član obitelji morao dati svoj doprinos radom u tom 'pogonu'. Primjerice tata (a poslije i mama) imali su samo jedan dan u tjednu izlaz na večer, i to ponedjeljkom. Sjećam se da je pripovijedao da je tada najradije odlazio u Pivovaru na ćevape i pivo."

Još dok sam ja bio malen, od mnogih Kustošijanaca čuo sam atribute koje su davali mojem djedu: bio je pošten, marljiv i 'znao je dignuti dinar sa ceste'. Nažalost, ovaj zadnji atribut, zahvaljujući maminom genetskom nasljeđu, nije me u životu pratio. Sposobnošću, marljivosti i eksploatacijom sebe i svoje obitelji, Franjo Volf dobro je napredovao i postao jedna od vodećih osoba u Kustošiji.

U toj novoj kući rodilo se i najmlađe dijete Slavice i Franje Volfa, sin Milan (22. lipnja 1922.). Slika 3. prikazuje kompletnu obitelj Volf snimljenu,

Slika 3.: Obitelj Franje Volfa iz 1924. godine

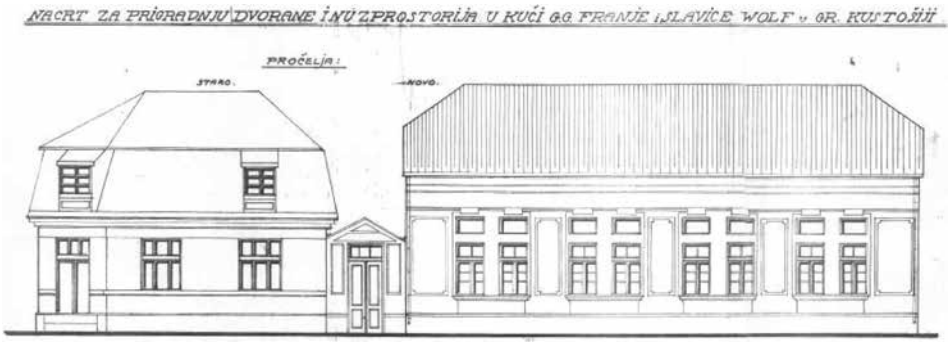
procjenjujem, 1924. godine. Osim Slavice i Franje, tu je i kći Marija, sin Ivan i najmlađe dijete Milan.

Između 1921. i početka Drugog svjetskog rata (1941.) nema puno podataka niti sjećanja o događanjima iz tog razdoblja. Danas se pitam zašto je to tako? Jedno logično objašnjenje je da su ratne strahote i promjena političkog režima i posljedice, koje su ti događaji imali na cjelokupni život moje obitelji potisnuli u drugi plan sjećanja iz tog predratnog razdoblja.

Ipak treba napomenuti da su se u tom vremenu školovali moj tata Ivan i teta Marija (ud. Rački). Tata Ivan Volf u Zagrebu je pohađao i završio Učiteljsku školu (Preparandiju), a kći Marija Volf domaćinsku školu.

Od dolaska u Kustošiju pa do početka Drugog svjetskog rata, djed Franjo Volf sa svojom obitelji ostvario je najveći dio svojeg imetka. Posao, reputacija i popularnost su krenuli i prvo proširenje svoje poslovne baze ostvarili su djed i baka 1929. godine dogradnjom dvorane za društvene zabave (kako se to nekad zvalo), kao produžetak stambenog objekta u Ilici 314 prema sjeveru, a u produžetku Vatrogasne ulice, kako se to vidi na slikama 4. i 5. Ja čisto sumnjam da je ta ulica dobila svoj naziv slučajno. Naime, Franjo Volf niz godina je bio blagajnik Dobrovoljnog vatrogasnog društva u Kustošiji. U organizaciji Franje Volfa, točnije u Birtiji *kod Volfa*, održavale se sve vatrogasne zabave, a poslije, u upravo izgrađenoj sali 'za društvene događaje' i prve filmske projekcije. Ta zgrada je na svojem pročelju prema Vatrogasnoj ulici imala prozore. Iako je izvorna namjena bila održavanje većih društvenih aktivnosti, kao što su zabave i sl., služila je i za održavanje povremenih kinopredstava.

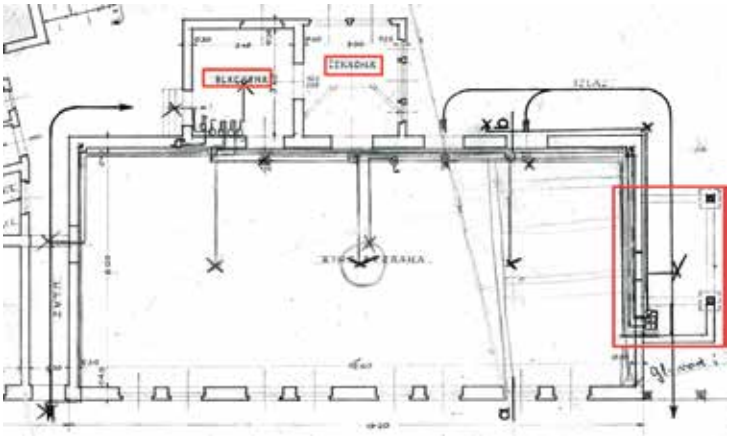
Godine 1936. u požaru je izgorio prvi kat stare kuće kao posljedica neadekvatne električne instalacije. Djed i baka su se bacili na investiciju i na temeljima stare kuće izgradili novo zdanje, koje je dovršeno 1938./1939. godine. Inicijalno je ta nova kuća bila projektirana kao jednokatnica, a onda je naknadno dograđen i drugi kat. Time je stambena zgrada naše obitelji Volf u Kustošiji dobila konačan izgled, koji i danas ima, slika 6.



Slika 4.: Nacrt prigradnje dvorane iz 1929. godine

Slika 5.: Kuća obitelji Volf i dvorana za održavanje društvenih aktivnosti iz 1932.

Slika 6.a): Nacrt nove kuće obitelji Volf i kinodvorana s operaternicom iz 1937. godine



Slika 6.b): Kuća obitelji Volf i dvorane za održavanje društvenih aktivnosti iz 1932. godine

Osim poslovnog uspjeha, djed i baka imali su i svojih gorkih trenutaka. Bolest je u svakoj obitelji jedno od takvih iskušenja. Riječ je o tuberkulozi (TBC), od koje su se razboljeli sin Ivan i kći Marija Volf, negdje sredinom tridesetih godina prošlog stoljeća. Efikasan lijek potiv TBC-a – penicilin (streptomicin) − pronađen je i u Europu je praktički stigao tek nakon Drugog svjetskog rata. Dotad je liječenje TBC-a bio neizvjestan poduhvat, koji je često završavao tragičnim posljedicama. U slučaju tate Ivana Volfa, kao posljedica palijativnog načina liječenja jedno je plućno krilo bilo trajno onesposobljeno. Moja mama kaže da je djed Franjo puno novca dao za njihovo liječenje, koje je u slučaju mog tate Ivana samo djelomično uspješno obavljeno.

Milan je već u ranim godina pokazivao naznake svoje pustolovne naravi. Jedan implicitni dokaz tome njegov je odlazak u Pomorsku školu u Bakru, koju je završio kao niži strojarski časnik. Mislim da se njegovo školovanje podudaralo s liječenjem Ivana i Marije, tako da on u doba njihova liječenja i rekonvalescencije nije bio u kontaktu s njima, pa ga je, zahvaljujući odsutnosti iz roditeljskog doma, ta bolest mimoišla.

Kino u Kustošiji dobiva naziv Kino *Zvonimir*

Nažalost, datum prve projekcije filma u ‘dvorani za društvene zabave’ nije zabilježen. Usprkos tomu, gotovo sam siguran da se prva projekcija filma dogodila nedugo nakon njezine izgradnje. Pretpostavljam da su u to doba to bile povremene projekcije filmova koje je organizirao djed Franjo Volf sam ili u suradnji s nekim. Taj novi medij − film, rastao je u svojoj popularnosti i djed je s pravom ustanovio da prikazivanje filmova može biti vrlo unosan posao. U skladu s tom spoznajom, izvršio je nužne građevinske zahvate na dvorani za zabave kako bi je pretvorio u pravu kinodvoranu. Ti građevinski zahvati sastojali su se od dogradnje operaternice (uokviren dio na slici 6.) i dviju prostorija: blagajne i čekaonice na zapadnoj strani zgrade za društvene zabave. Te su dogradnje također načinjene 1939. godine.

Jedan je od materijalnih dokaza o postojanju kina u Kustošiji pod imenom Kino *Zvonimir*, odnosno održavanju kinopredstava, i razglednica, slika 7., za koju pretpostavljam da je poslana početkom 1940. godine, a nalazi se u posjedu obitelji Volf.

Prije nego što je ratni vihor Drugog svjetskog rata zahvatio Kraljevinu Jugoslaviju, oboje starije djece obitelji Volf zaplovilo je u bračne vode. Kći Marija udala se za Branimira Račkog 1938. godine, a moj tata, Ivan, oženio se Ankom Jelenc 12. rujna 1940. godine.

Slika 7.: Kino *Zvonimir*, razglednica MGM-a iz 1939. godine

2. Drugi svjetski rat

Formalno, Drugi svjetski rat počeo je napadom njemačke vojske na Poljsku 1. rujna 1939. U Zagreb je Drugi svjetski rat stigao u travnju 1941. godine. Autor ovog napisa Želimir (Martin) Volf rođen je 10. studenog 1941. godine. U našoj obitelji nitko ne nosi ime Želimir i pitao sam se gdje je motiv za odabir mojeg imena. Na početku tog velikog i strašnog rata, svi (normalni, mali) ljudi željeli su samo jedno, mir – pretpostavljam odatle i geneza imena ‘želi – mir’.

Tijekom Drugog svjetskog rata namjena lokala u Ilici 314 i Kina mijenjana je sukladno okolnostima. U određenim je razdobljima Kino, kao uostalom i gostionicu, rekvirirala vojska pa su u njoj spavali vojnici (domobrani i pripadnici drugih vojski koje su se tu našle). Tijekom prvih godina rata (mislim da je to bilo 1942. godine), aktualna ustaška vlast demontirala je kinoprojektor i odvezla ga na nepoznato odredište, navodno nekamo u Bosnu. Taj se kinoprojektor djedu nikad nije vratio.

U drugoj polovini rata (1943.?), prostorija Kina pretvorena je u veliku stolarsku radionicu. Bila je puna stolarskih naprava, blanjalica, tračnih pila (tzv. banzeka), preša (nekad se furnir lijepio na drvo i potom se otopinom šelaka premazivao i politirao za postizanje sjaja na pokućstvu! Lakiranje nitrolakovima s raspršivačem bila je nepoznata tehnologija), itd.

Vlasnik cijelog stolarskog pothvata bio je izvjesni gospodin Stjepan Kolarić. Bio je visok čovjek, koščate građe, uskog lica i s izrazitim pomalo orlovskim nosom. Bio je poduzetan, a to se moglo vidjeti na nekoliko primjera: Prvo, još za vrijeme rata oženio se kćeri tadašnjeg NDH-ova predsjednika općine. Ivanka Kolarić u mojem je sjećanju ostala kao vrlo pristala žena, visoka, vitka stasa, sjetna pogleda, kestanjaste kose i blage naravi. Ta bračna veza mu u poslovima sigurno nije škodila. Zatim, izabrao je moje roditelje za vjenčane kumove. Na taj se način povezao s članovima vjerojatno financijski najimućnije obitelji u Kustošiji. To kumstvo sigurno nije nepovoljno utjecalo na razinu najamnine koju je, pretpostavljam, plaćao djedu. Kolarić je shvatio snagu marketinga, što zaključujem iz pričanja moje mame, koja kaže da su Kolarićevi vrlo često imali kućne zabave na kojima je znalo biti do dvadeset ili trideset uzvanika, kojima su i moji roditelji često prisustvovali. Povod tim veselicama nije bio isključivo u tome da bi se čovjek samo proveselio (mogao je to učiniti i u društvu od šestero ljudi), ili da bi nahranio gladne ljude u Kustošiji. Bile su to prigode i za njegovu poslovnu promociju.

Sjećam se kako su se u Kolarićevoj radionici, pred kraj rata, radile velike drvene kutije dimenzija otprilike dva metra u svakoj dimenziji. Pričalo se da su te kutije (sanduke) naručili Židovi, koji su svoje stvari željeli pohraniti negdje prije deportacije koja im je predstojala. Pitam sam sebe koliko je vrijednih stvari moralo biti pohranjeno u takvim kutijama, od slika starih majstora − pa do osobnih uspomena ljudi, koji se više nikad nisu vratili da te svoje stvari uzmu.

Ipak, pred sam kraj rata i našu je obitelj stiglo stradanje. Negdje početkom 1945. godine k nama su, u diskreciji, došli ljudi, koji su se predstavili kao predstavnici NOB-a i tražili od djeda i tate materijalnu pomoć ‘za partizane’, kako su rekli. Već je tad bilo izvjesno da Njemačka gubi rat i da je samo pitanje vremena kad će se NDH urušiti kao kuća od karata. Djed i tata su im tu pomoć dali i pritom načinili temeljnu pogrešku − od tih ljudi uzeli pisanu potvrdu na ime dane pomoći. U svojoj naivnosti, tata Ivan tu je potvrdu preklopio nekoliko puta i stavio u hrbat jedne knjige, koju je – pred tim konfidentima – stavio u svoju knjižnicu. Pretpostavljam, nedugo nakon toga, u srijedu, 7. veljače 1945., banula je na vrata ustaška policija u naš stan na 1. katu, Ilica 314. Scena koju su zatekli, a ja je se sjećam iako sam imao tek navršene četiri godine, bila je sljedeća: U spavaćoj sobi djeda i bake na krevetu je sjedio moj djed Franjo, a do njega se sagnuo jedan od njegovih dobavljača vina iz Jaske imenom Vujček.

Glave su im bile prislonjene uz radio postavljen na noćnom ormariću, a lica su im bila osvijetljena samo skalom tog uređaja. Slušali su zabranjene vijesti na radiopostaji London, koje su počinjale famoznim Morseovim znakom "V" (tri kratka tona i potom jedan dulji ton). Glavni od ustaške policije uhvatio je djeda i Vujčeka za kosu i počeo ih vući prema vratima. Ostalih se detalja te scene ne sjećam jer me mama po kratkom postupku odvukla iz sobe i sklonila u kuhinju gdje su se šćućurile žene plačući i moleći za milost… Odvedeni su svi odrasli muškarci iz stana (djed Franjo, tata Ivan, stric Milan i Vujček) u policiju (Ustaški tabor), koji se nalazio dijagonalno preko Ilice, udaljen ne više od sto metara od naše kuće. Tu je nastupilo glavno batinanje. Najviše je batina "pokupio" moj tata Ivan jer je preuzeo potvrdu i zato što je poput Krista šutio dok su ga tukli. Koje trenutke neizvjesnosti su proživljavale moja baka Slavica i moja mama, to samo one znaju. Znam samo da su mama i jedna naša *lancmanka* idućeg dana u cik zore krenule obilaziti neke ulice prema željezničkoj pruzi, jer se pročulo da je tijekom noći bilo novih egzekucija – jadnika koje su ustaše objesile o rasvjetni stup.

Nakon "tretmana" tata Ivan više nije mogao hodati, nego su ga mesarskom dvokolicom prevezli iz Kustošije najprije u policiju u Đorđićevu, a potom je prebačen u zatvorski dio u bolnici *Rebro*. Djed je završio u zatvoru u Savskoj cesti, a stric Milan u zatvoru na Novoj vesi. Ipak, to je stradanje imalo sretan ishod utoliko što su se svi uhićeni članovi moje obitelji ipak vratili živi. Međutim, tata je imao trajne posljedice tog maltretiranja. Na bedru desne noge kao nožem mu je nedostajao dio mišićnog tkiva veličine otprilike 20 cm × 10 cm × 2 cm, koji nije bio prekriven kožom, već se vidio samo roskasti dio mišićnog tkiva.

Kad danas razmišljam o vremenu Drugog svjetskog rata i posljedicama na našu obitelj, mislim da je djed Franjo morao uložiti dosta "umješnosti" kad je uspio od novačenja u onodobnu vojsku NDH (domobrane) sačuvati sebe i svoje muško potomstvo. Kako je tata bio invalid i rekonvalescent od TBC-a, imao je pokriće za izuzetak od vojne službe, ali to se za mojeg strica Milana ne može reći. Milan je sa svojih 20 godina bio zdrav k'o lav i jogunast k'o ždrebac.

3. Nakon "oslobođenja"…

Nakon rata Kolarić se rastao od svoje žene Ivanke. Teško je komentirati uzroke raspada jednog braka izvana. Međutim, kao i kod većine "uspješnih" poslovnih ljudi, Kolariću je, pretpostavljam, žena bila samo jedan od faktora… Kad mu je taj 'faktor' počeo smetati ili ograničavati ga ili kad je naišao na mlađi ili atraktivniji 'faktor', on bi te 'faktore' jednostavno zamijenio.

Kolarić je preživio 'preokret' u intaktnom poslovnom stanju, što je s jedne strane još jedan dokaz njegove sposobnosti prilagođavanja novonastalim okolnostima. Ja se sjećam kako se u jednom obiteljskom razgovoru hvalio da je radio namještaj za Titovu jahtu. Očito da je i u novoj vlasti FNRJ našao poslovne kontakte i poslovni interes. No, to je samo na prvi pogled izgledalo tako. Kao što je Tito pod pritiskom zapadnih saveznika pristao osnovati zajedničku prijelaznu vladu sa Šubašićem na čelu, tako je pustio i zaostale 'kapitaliste' i 'kulake' da rade, dok na njih nije došao red da se pokore diktaturi proletarijata ili maknu.

Jedne večeri, po mraku, procjenjujem da je moralo biti tijekom 1948. godine, Kolarić je došao k nama u vrlo kratak oproštajni posjet. Otad mu se gubi svaki trag. Pričalo se da je uzeo svoju pokretnu imovinu i ilegalno otišao u Zapadnu Njemačku kako bi ondje nastavio svoju poslovnu djelatnost u puno povoljnijem poslovnom ozračju. Kolarić je na vrijeme shvatio da mu nema poslovnog opstanka u novostvorenoj državi koja je kao svoje Sveto pismo uzela djela Marxa, Engelsa i Lenjina i koja prema svojoj novoj ideologiji želi uzeti onima koji imaju, i dati to sebi, tj. vladajućoj pravovjernoj klasi.

O prošlosti moje obitelji, od osoba koje su imale dobro sjećanje i s kojima se moglo razgovarati, bila je i moja teta Marica (Marija Rački).

Jednom prilikom (točnije: u siječnju 1998.) rekla je sljedeće: "U Kustošiji se nitko nije rodio, oženio ili umro, da Franjo Volf svojom pozajmicom u tome nije učestvovao…". Ili: "Nakon preokreta, djed Franjo je imao toliko izdanih

Slika 8.: Slavica i Franjo Volf

pozajmica da bi s tim novcem mogao sagraditi još jednu kuću, onakvu kakva se danas nalazi u Ilici 314!". Ili: "Konverzija valute, iz kune u dinare, bila je čista pljačka nove vlasti…" To je čak tvrdio i Andrija Hebrang, vodeći hrvatski političar, kad je rekao, navodim [1]:

> "Hebrang je u travnju 1945. godine, s razlogom, otvoreno negodovao zbog neprimjerenog tečaja zamjene kuna za dinar. Hebrang govori: 'Ja uopće ne mogu da prihvatim soluciju koja se predlaže da se kuna zamjenjuje u nepovoljnom omjeru, da se konkretno za 100 kuna dobiju samo 2,5 dinara (srpski dinari zamjenjivali su se 100 za 5, u BiH zamjenjivalo se 1000 kuna za 7 dinara). Uostalom zašto se pravi tolika razlika između kune i Nedićevih dinara? Ako bismo ovako odredili kurs kune to bi znatno oštetilo privredu Hrvatske i svih onih krajeva u njoj koji su tako teško oštećeni."

Naravno, izgubili su najviše oni koji su i najviše imali… Čak i da su izjave tog tipa preuveličane, ipak ostaje činjenica da su djed i baka bili sposobni, marljivi, pa i otvoreni prema potrebitima… Eto, toliko o djedu i baki.

U znak sjećanja i poštovanja prema djedu i baki, koji su stvorili mali *Volfov imperij* u Kustošiji, donosim ovdje jednu od njihovih posljednjih zajedničkih fotografija. Zahvaljujući njima, imao sam vrlo ugodno djetinjstvo, kao malo koje dijete u to doba.

To razdoblje "nakon oslobođenja", u kontekstu povijesti Kina, završilo je smrću mojeg djede Franje Volfa 14. studenog 1948. godine.

4. Dom kulture "1. Maj"

Nepuna dva mjeseca nakon djedove smrti, točno 5. siječnja 1949., u mojoj obitelji zbio se radostan događaj. Ja sam dobio brata Branimira (Franju) Volfa. To nije bio samo značajan događaj za nas ukućane, nego i za povijest ovog napisa, *Kino u Kustošiji*. Doduše, ne odmah nakon rođenja, nego nakon nekoliko godina kad smo brat i ja postali i bili živi svjedoci utjecaja sedme umjetnosti na psihologiju i razvoj adolescenata. No, o tome nešto poslije.

Nakon djedove smrti tata Ivan Volf postao je ono što se kaže glava obitelji. Potrebno je napisati nekoliko crtica iz života mojeg tate kako bi se razumjele njegove odluke glede budućnosti Kina. Karakterizirale su ga dvije odrednice: povjerenje koje je graničilo s naivnosti i poštenje. O naivnosti i povjerenju u ljude dovoljno govori slučaj koji je opisan u odsječku 2. vezano uz događaje iz Drugog svjetskog rata.

Slika 9.: Novčanica od 100 dinara

Mjerne jedinice u tehnici daju se jednoznačno opisati, što nije slučaj kad je riječ o određenim moralnim ili društvenim kategorijama, kao što su poštenje, pravednost, iskrenost... Sve te 'vrline' resile su i članove obitelji Volf, posebice mojeg tatu, a među inima i poštenje. Kao ilustraciju opisujem što se dogodilo mojem tati Ivanu Volfu u Kustošiji negdje početkom 50-ih godina. Ivan je na pločniku našao novčanicu od 100 dinara. Ta je novčanica prikazivala lokomotivu, slika 11., kakva je nedavno bila stavljena u promet.

U trenutku događaja koji opisujem, a prema mojoj procjeni, vrijednost te novčanice danas bi se mogla kretati između 200 i 500 kuna. Ivan je podignuo novčanicu i odnio je u policijsku upravu (ili kako se to onda već zvalo) u Petrinjsku 30 u nalazni ured, kamo su se u normalnom postupku dostavljale

izgubljene stvari. Kad je tata taj svoj 'pohod' nalaznom uredu obznanio kod kuće, ja nisam bio prisutan, ali mislim da su mu moja mama Anka (Ivanova žena) i moja baka Slavica (Ivanova mama) morale doslovno "popiti mozak" zbog tog njegova čina. Ne zato što nađeni novac nije stavio u svoj džep i time infinitezimalno malo poboljšao ionako skroman životni proračun, nego zbog toga što je on, bolestan čovjek, iz Kustošije otišao u Petrinjsku 30, u nalazni ured kako bi dostavio nađen novac. Treba znati da se nalazni ured (u to vrijeme) nalazio na trećem katu policijske uprave, a da se Ivan na svakom katu morao odmarati da prikupi zraka za dalje penjanje stubama. Tatina bolest, odnosno poteškoće koje je imao s tim u svezi, pale bi uvijek na ženska leđa pa je mamin i bakin revolt bio razumljiv. Ovaj slučaj zaista potvrđuje misao koju sam čuo od jednog prijatelja, koja kaže: "Vrline su vrline tako dugo dok se s njima ne pretjera!"

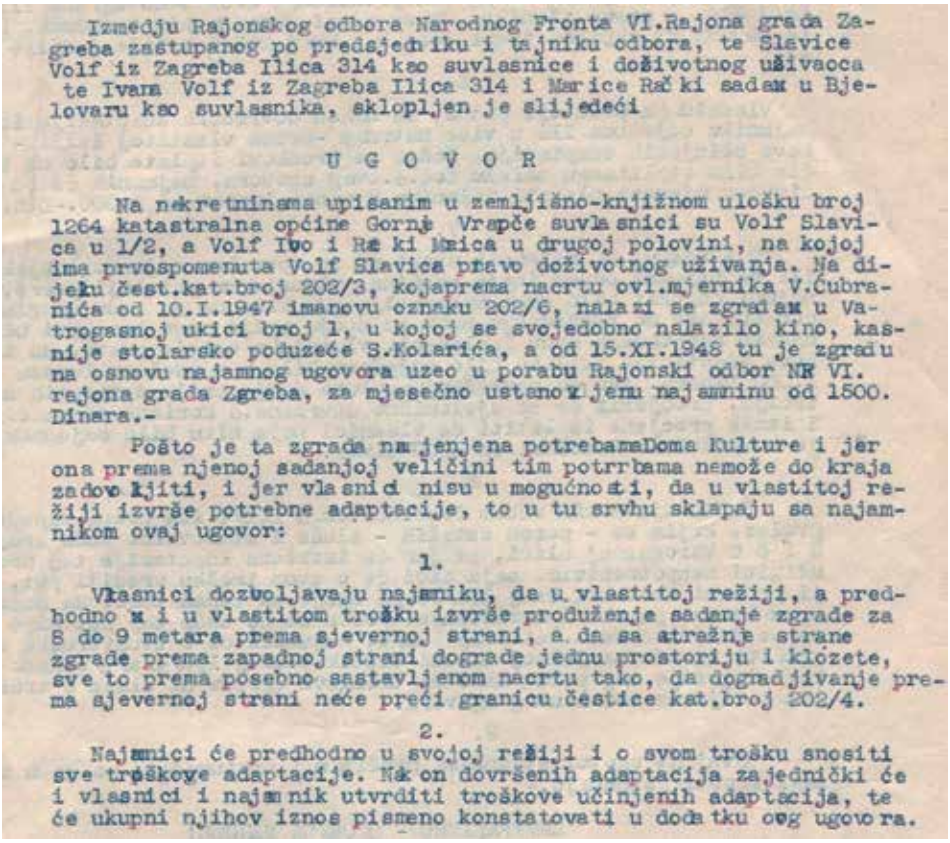
Ja sam tatu Ivana doživljavao kao strogog oca. Međutim, i to treba staviti u kontekst okolnosti. Ja i moj brat Branimir bili smo, kako se to u narodu kaže, 'živa' (čitaj: nemarna) djeca sa svim karakteristikama koje su u fizici bile sukladne Prvom Newtonovu zakonu (tijelo miruje ili se giba jednoliko po pravcu ako ga neka sila ne prisili da to stanje promijeni). To znači: dovodili smo (svoje) stvari u red, pisali zadaću, brisali nos u maramicu, uljudno pozdravljali susjede… samo ako je sila (čitaj: kazna) bila u pitanju. S druge strane, bolesnim je ljudima prag tolerancije na okolinu uvijek niži nego kod zdravih osoba – stoga je i tatina 'strogost' bila razumljiva i opravdana. Iako se tata Ivan Volf bavio amaterskom fotografijom, pa čak i sam razvijao slike, slika koju prilažem kao uspomenu na njega studijski je rad profesionalnog fotografa.

Slika 10.: Želimir, Anka, Ivan i Branimir Volf

Milošću postojeće vlasti tata Ivan ostao je poslovođa u svojoj gostionici, koja je nakon preuzimanja od strane državnog poduzeća Vinovrh nosila ime *Goranin*. Povijest tog preuzimanja na neki je način priča za sebe i izlazi iz okvira ovih mojih sjećanja koja se odnose na Kino. Bili smo sretni da je na taj način materijalna egzistencija naše obitelji u novom poretku bila donekle osigurana.

Interesantno je primijetiti da je samo dan nakon djedove smrti, tj. 15. studenog 1948. godine, temeljem ugovora o najmu, Kino uzeo u uporabu Rajonski odbor Narodne fronte VI. rajona grada Zagreba. Taj dokument od 15. studenog 1948. nemamo u obiteljskoj arhivi. Iz razgovora koji se u svezi s tim vodio u mojoj obitelji, Ugovor je predviđao državno upravljanje Kinom i njegovo vraćanje vlasnicima nakon deset godina.

Dana 30. rujna 1949. sklopljen je novi Ugovor koji je djelomično reproduciran na slici 11. Iz tog isječka Ugovora iz 1949. godine slijedi nekoliko zaključaka: 1) postojalo je Kino, 2) postojalo je i stolarsko poduzeće Stjepana Kolarića, 3) Kino je država uzela u najam Ugovorom iz 1948. godine, 4) Ugovorom



Izmedju Rajonskog odbora Narodnog Fronta VI.Rajona grada Zagreba zastupanog po predsjedniku i tajniku odbora, te Slavice Volf iz Zagreba Ilica 314 kao suvlasnice i doživotnog uživaoca te Ivana Volf iz Zagreba Ilica 314 i Marice Rački sada u Bjelovaru kao suvlasnika, sklopljen je slijedeći

U G O V O R

Na nekretninama upisanim u zemljišno-knjižnom ulošku broj 1264 katastralne općine Gornje Vrapče suvlasnici su Volf Slavica u 1/2, a Volf Ivo i Rački Marica u drugoj polovini, na kojoj ima prvospomenuta Volf Slavica pravo doživotnog uživanja. Na dijelu čest.kat.broj 202/3, kojaprema nacrtu ovl.mjernika V.Čubranića od 10.I.1947 imanovu oznaku 202/6, nalazi se zgrada u Vatrogasnoj ulici broj 1, u kojoj se svojedobno nalazilo kino, kasnije stolarsko poduzeće S.Kolarića, a od 15.XI.1948 tu je zgradu na osnovu najamnog ugovora uzeo u porabu Rajonski odbor NF VI. rajona grada Zgreba, za mjesečno ustanovljenu najamninu od 1500. Dinara.-

Pošto je ta zgrada namjenjena potrebamaDoma Kulture i jer ona prema njenoj sadanjoj veličini tim potrrbama nemože do kraja zadovoljiti, i jer vlasnici nisu u mogućnosti, da u vlastitoj režiji izvrše potrebne adaptacije, to u tu srvhu sklapaju sa najamnikom ovaj ugovor:

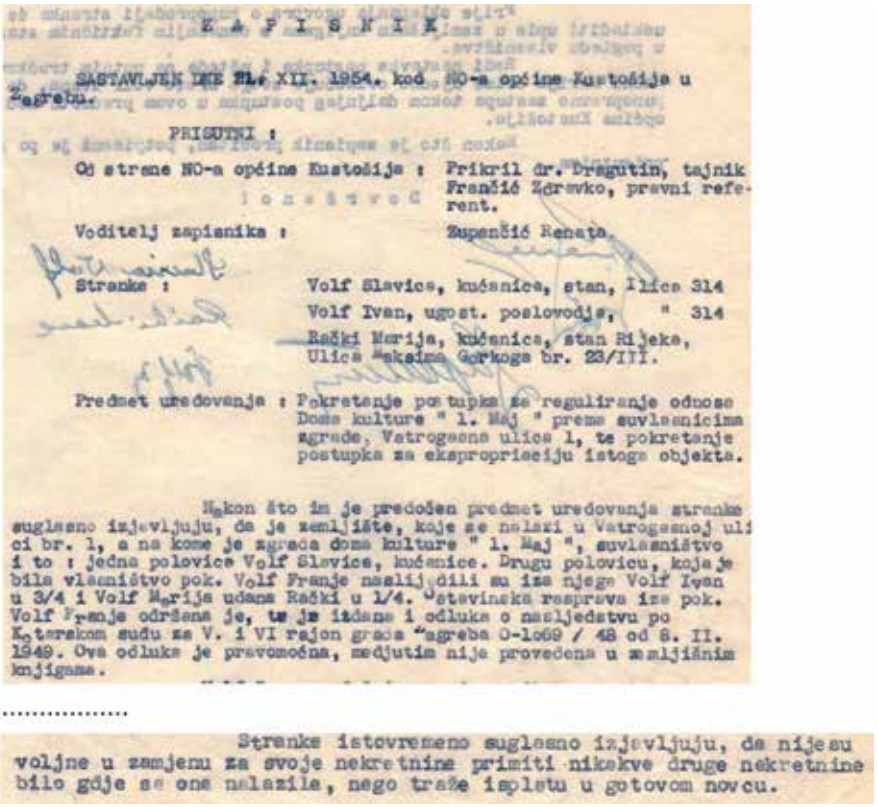
1.

Vlasnici dozvoljavaju najamniku, da u vlastitoj režiji, a predhodno i u vlastitom trošku izvrše produženje sadanje zgrade za 8 do 9 metara prema sjevernoj strani, a da sa stražnje strane zgrade prema zapadnoj strani dograde jednu prostoriju i klozete, sve to prema posebno sastavljenom nacrtu tako, da dogradjivanje prema sjevernoj strani neće preći granicu čestice kat.broj 202/4.

2.

Najamnici će predhodno u svojoj režiji i o svom trošku snositi sve troškove adaptacije. Nakon dovršenih adaptacija zajednički će i vlasnici i najamnik utvrditi troškove učinjenih adaptacija, te će ukupni njihov iznos pismeno konstatovati u dodatku ovog ugovora.

Slika 11.: Preslika dijela Ugovora o najmu iz 1949. godine



Z A P I S N I K

SASTAVLJEN DNE 21. XII. 1954. kod NO-a općine Kustošije u Zagrebu.

PRISUTNI :

Od strane NO-a općine Kustošije : Prikril dr. Dragutin, tajnik
Franšić Zdravko, pravni referent.

Voditelj zapisnika : Zupančić Renata.

Stranke : Volf Slavica, kućanica, stan, Ilica 314
Volf Ivan, ugost. poslovođa, " 314
Rački Marija, kućanica, stan Rijeka, Ulica Maksima Gorkoga br. 23/III.

Predmet uređovanja : Pokretanje postupka za reguliranje odnosa Doma kulture " 1. Maj " prema suvlasnicima zgrade, Vatrogasna ulica 1, te pokretanje postupka za eksproprijaciju istoga objekta.

Nakon što im je predočen predmet uređovanja stranke suglasno izjavljuju, da je zemljište, koje se nalazi u Vatrogasnoj ulici br. 1, a na kome je zgrada doma kulture " 1. Maj ", suvlasništvo i to : jedna polovica Volf Slavice, kućanice. Drugu polovicu, koja je bila vlasništvo pok. Volf Franje naslijedili su iza njega Volf Ivan u 3/4 i Volf Marija udana Rački u 1/4. Ostavinska rasprava iza pok. Volf Franje održana je, te je izdana i odluka o nasljedstvu po Kotarskom sudu za V. i VI rajon grada Zagreba O-1069 / 48 od 8. II. 1949. Ova odluka je pravomoćna, međutim nije provedena u zemljišnim knjigama.

.....

Stranke istovremeno suglasno izjavljuju, da nijesu voljne u zamjenu za svoje nekretnine primiti nikakve druge nekretnine bilo gdje se one nalazile, nego traže isplatu u gotovom novcu.

Slika 12.: Preslika dijela Zapisnika o dogradnji i preuređenju kina iz 1954. godine

iz 1949. godine predviđa se dogradnja / proširenje Kina, što je i učinjeno. Tim je proširenjem Kino dobilo konačan izgled.

Daljnji razvoj događaja u svezi s Kinom vidi se iz Zapisnika čiji je isječak na slici 12. Zapisnik su potpisali nasljednici imovine u Vatrogasnoj 1 (Kina) i predstavnici državnih vlasti, a nosi nadnevak 21. prosinca 1954. godine. Sastavljen je samo četiri mjeseca prije smrti mojeg tate Ivana, a u njemu stoji nekoliko činjenica: 1) naziv Kina je: Dom kulture "1. Maj", 2) određuju se nasljedna prava među preživjelim članovima obitelji Volf i Rački, 3) kao nasljednik se ne spominje Milan Volf – implicitni dokaz tvrdnji, da se on odrekao nasljedstva obitelji Volf, 4) očituje se spremnost nasljednika da prodaju nekretninu u Vatrogasnoj 1 (Kino) za gotovinu dosadašnjem najmodavcu, tj. državi.

Ova zadnja izjava odudara od izjave i uvjerenja mojeg tate Ivana, koliko se ja sjećam, nije želio prodati Kino pa niti pod prijetnjom nacionalizacije, nego je rekao: "Ako nam Kino uzmu, u slučaju preokreta, Kino će opet biti naše…" No, on je tu bio samo jedan od nekoliko nasljednika i pretpostavljam u manjini, ako se u pitanju budućnosti Kina "glasalo" o njegovoj sudbini.

Ivan Volf je, kako se to u osmrtnicama obično navodi, ‘preminuo nakon kratke i teške bolesti’ 21. travnja 1955. godine, u 47. godini života.

5. Prodaja Kina

Nakon smrti mojeg tate Ivana Volfa (21. travnja 1955.), mi preostali članovi obitelji Volf našli smo se u nezavidnoj situaciji. Baka Slavica i mama Anka bile su kućanice samo sa završenom osnovnom školom i bez konkretnog zanimanja i bez bilo kakvog redovitog mjesečnog primanja. Istina, postojao je imetak koji su stvorili djed i baka, ali u novoj državi on je bio u većini slučajeva ‘mrtav kapital’ čija je tržišna vrijednost u to doba bila mala. Naime, na snazi su bili već neki zakoni o nacionalizaciji. Godine 1946., točnije 5. prosinca 1946., prva nacionalizacija − nacionalizirana je industrija i strane kompanije, zatim su slijedile nacionalizacije u ‘valovima’: 1948. i 1952. godine i posljednja 1958. godine, kad je nacionaliziran stambeni fond, a među inim i naša kuća u Ilici 314, koje su vlasnike ili bivše vlasnike nekretnina onemogućavale u raspolaganju istima.

S druge strane, država je bila zainteresirana za posjedovanje kinodvorana. Zašto? Postojala su tri temeljna razloga za to: ideološki, propagandni i ekonomski. U marksističkoj filozofiji, sredstva za proizvodnju nisu smjela biti u privatnim rukama. Posjedovanje sredstava za proizvodnju značilo bi posjedovanje i generiranje kapitala, a tamo gdje je kapital, tamo je i moć, a moć je smjela biti samo u rukama “pravovjernih”, tj. komunističke partije. Ja tvrdim da su sve diktature koje su nastale nakon Drugog svjetskog rata puno naučile o tome kako vladati ‘širokim narodnim masama’ ne samo od vodeće komunističke zemlje SSSR-a, nego i od Josefa Goebbelsa osobno. Indoktrinacija i političko ‘pravovjerje’ temeljilo se na vlasništvu i apsolutnom upravljanju svim javnim medijima. Osim tiska i radija, i kinopredstave su bile jedan od učinkovitih načina plasiranja vlastitih “istina” narodu kojim se vlada. Ljudi koji spadaju u moju dobnu skupinu sjetit će se da se prije svake projekcije filma davala “predigra” u vidu Filmskih novosti. Te Filmske novosti nisu bile ništa drugo do političko-propagandne poruke vladajuće klase.

Osim političkih konotacija i razloga, postojali su i ekonomski razlozi posjedovanja kinodvorana. U ono poratno doba, kinopredstave su predstavljale jeftinu i dostupnu razbibrigu ljudi svih staleža i dobnih skupina. Mislim da bi i loš ekonomist lako mogao dokazati kako je u tadašnje vrijeme posjedovanje kinodvorane bilo ravno posjedovanju ‘koke koja nosi zlatna jaja’.

Iz navedenih je razloga postojao i odgovarajući politički pritisak na moju obitelj da proda kino državi. Glavni je *manager* u “nagovaranju”, prema iskazu moje mame, bio predsjednik općine (ili rajona…) Mirko Vdović. Teško mi je reći koji su motivi poticali Vdovića da “nagovara” nasljednike moje obitelji da

prodaju Kino. Partijska dužnost sigurno je bila jedan od njih. No, vjerujem da je bilo i dobronamjernog savjetovanja u smislu: "Uzmite što se nudi jer perspektiva je da vam država uzme Kino i bez naknade…" U slučaju da su vlasnici bili nepopustljivi glede prodaje, država bi Kino sigurno nacionalizirala, kao što je 1958. godine nacionalizirala i cijelu zgradu u Ilici 314. Osim toga, moja mama kaže da je bilo i diskretnih insinuacija tipa: "(…) znate, mi vam možemo omogućiti da radite u lokalu, u vašoj kući…", naravno, pod uvjetom da mama bude "kooperativna" prema zahtjevima države. S takvim argumentima, žene koje su odlučivale o Kinu (baka Slavica, mama Anka i teta Marija Rački), popustile su i pristale na prodaju. Kad danas promatram retrospektivno cijeli proces, imam dojam da su baka i mama odlukom o prodaji Kina indirektno kupile i svoju materijalnu egzistenciju. Naime, mama je po bakinu nagovoru preuzela vođenje lokala, a država je dopustila da se tog posla prihvati žena koja je imala samo pučku školu i petlju da se upusti u takav *business*. Koincidencijom, lokal je promijenio ime od *Goranin* u *Goranka*, gotovo istodobno s maminim postavljenjem za upraviteljicu. Naknadno, mama je prošla određenu izobrazbu ugostiteljskog smjera, čime joj je priznat status završene srednje škole te je stekla odgovarajuće kvalifikacije za posao i funkcije koje je poslije obavljala.

Ugovor o prodaji Kina, nažalost, ne posjedujemo više u obiteljskoj arhivi. Kao i mnoge druge dokumente, koji bi mogli biti od interesa ako ne u drugu svrhu, a ono kao povijesni dokument. Nebriga, u kojoj i ja snosim dio odgovornosti, uzela je svoj danak. Ipak, iz Rješenja od 30. ožujka 1956., čija je preslika na slici 13., vidi se da je nadnevak tog Ugovora o prodaji bio 16. rujna 1955. godine, dakle nepunih pet mjeseci nakon smrti mojeg tate Ivana Volfa. Naznačenim Rješenjem, mama je dobila pravo na raspolaganje onim dijelom imovine koji su po nasljednom ključu pripali meni Želimiru i mojem bratu Branimiru.

Ugovor o prodaji Kina je konzumiran, tj. država je isplatila ugovorenu svotu novca i on je podijeljen *svim* nasljednicima po ključu nasljedstva, koji se vidi iz Zapisnika od 21. prosinca 1954. godine. U pogledu nasljedstva osebujan je stav imao moj stric Milan Volf. On se odrekao prava na nasljedstvo obitelji Volf, no pisani dokument o tome nikad nisam vidio. Međutim, ta je njegova

R J E Š E Ň J E

Odobrava se za s tranu mldb. Volf Želimira i Branimira kupoprodajni ugovor od 16.IX.1955. sklopljen između suvlasnika Volf Slavice, Volf Ankice, Rački Marije rod. Volf, te mldb. Volf Želimira i Branimira zastupanih po Volf Ankici iz Zagreba, njihovoj majci i zakonskoj zastupnici kao prodavaocima s jedne strane i Doma kulture "Prvi maj" u Kustošiji, kao kupca s druge strane, - kojim navedeni malođobnici uz ostale suvlasnike prodaju u cijelosti svaki svoj suvlasnički dio od 1/8 dijela nekretnina upisanih u zemljišno knjižnom ulošku broj: 1264 katastral.općine Gor. Vrapče, katastr.čest. broj 202/6 u površini od 156 čhv.

Slika 13.: Rješenje od 30. ožujka 1956. godine

želja iskazana i djelomično primijenjena još za života djeda Franje Volfa. Kao što se, naime, vidi, u popisu nasljednika imovine u Vatrogasnoj 1 (Kino), njega se ne spominje. Sumnjam da bi djed njega isključio iz nasljedstva da to nije bila njegova želja. O razlozima zašto je tako postupio može se samo nagađati. Prema mojoj procjeni, Milan Volf tu je odluku donio još kao student, u fazi nepromišljenosti i želje da se odrekne svih obveza prema obitelji, koje bi on, pretpostavljam, mislio da će snositi ako prihvati učešće u nasljedstvu.

6. Crtice uspomena

U prvom dijelu mojeg napisa o Kinu *Kustošija* dao sam prikaz njegova stvaranja i opis njegova transfera iz materijalnog u monetarni oblik. Tekst koji slijedi odnosi se manje na faktografske činjenice (jer ih i nemam), a više na moje uspomene vezane uz Kino.

Kao što sam u prethodnom dijelu teksta napisao, država je praktički preuzela Kino i pretvorila ga u Dom kulture "1. Maj", sukladno Ugovoru o najmu od 15. studenog 1948. godine. Taj Dom kulture "1. Maj" država je uredila kako bi se u njemu mogle odvijati kinopredstave. Izvana je zgrada tog Doma kulture "1. Maj" (u daljnjem tekstu samo Kino), zadržala predratni oblik. Prve su se promjene sastojale u sljedećem: prostorija je bila ispražnjena od stolarskog alata koji je koristio Stjepan Kolarić. Prozori su dobili tamne neprozirne zavjese, a u glavnu salu stavljene su stolice i projekcijsko platno. Te prve stolice u kinodvorani bile su standardne drvene nepovezane stolice, koje su samo bile poredane u redove i obilježene brojevima.

Ugovorom između države i vlasnika Kina, sklopljenim 1949. godine (kako je opisano u odsječku 5. ovog napisa), izvedena je dogradnja i proširenje. To se proširenje odnosilo na dogradnju prostorija na zapadu i sjeveru. Prostorije na zapadu bile su u dvije etaže. U prizemnom dijelu bila je čekaonica u kojoj su se okupljali posjetitelji prije ulaska u kinodvoranu i mali bar za prodaju slatkiša i bezalkoholnih napitaka. Na katu su se nalazile upravne / administrativne prostorije Kina. Preinake i dogradnje na sjevernom dijelu Kina sastojale su se u zatvaranju / integriranju operaternice u kompletnu zgradu. Na taj način operaternica nije više nalikovala na "sojenicu", tj. malu sobu koja je s jedne strane bila priljubljena uz sjeverni zid Kina i poduprta dvama armiranobetonskim stupovima, a kojoj se prilazilo željeznim stubištem s vanjske strane. Nakon rekonstrukcije, u prizemnom je dijelu dogradnje ispod operaternice osiguran pretprostor za posjetitelje i blagajnu. Prilaz operaternici bio je izveden zidanim stubištem s prilazom iz unutrašnjosti Kina, a vrata su se nalazila iza blagajne. U samoj dvorani nabavljene su drvene stolice sa sjedalom koje je trebalo otklopiti, onakve kakvoće i udobnosti kao i u većini kinodvorana u Zagrebu u to

Slika 14.: Filmski Centar Zapad

doba. Stolice su bile čvrsto (nerazdvojivo) povezane u redove i obilježene brojevima. U takvom je obliku zgrada Kina u Kustošiji 'živjela' od kolovoza 1954. pa do rušenja u svibnju 2008. godine, dakle iduće 54 godine. Promjena tehnike prikazivanja zahtijevala je i promjenu projekcijskog platna, koje se s približno 3 m × 4 m povećalo na približno 3 m × 7,5 m.

Operaternica je sadržavala svu opremu koja je bila nužna za projekcije celuloidnog filma. To uključuje projekcijske uređaje i prateću opremu, kao što su ispravljačke jedinice (istosmjerni napon), oprema za prematanje filmova, posebni objektivi (ako su postojali), pojačala za razglas i dr. U početku je Kino bilo opremljeno samo jednim projekcijskim uređajem talijanskog proizvođača za projiciranje 35 mm perforiranog celuloidnog filma, slika 15.

Slika 15.: Uređaj talijanskog proizvođača *Microtechnica*

U tom prvom razdoblju rada Kina cjelovečernja je projekcija imala stanku od desetak minuta u kojoj se mijenjao kolut filma. Tijekom vremena nabavljen je još jedan projekcijski uređaj, proizvođača *Iskra* iz Kranja (Slovenija). S dvama projekcijskim uređajima, gledatelji su mogli uživati u kinopredstavi bez stanke. Slika 16. prikazuje detalj Iskrina projektora.

Slika 16.: Projektor za prikazivanje filmova tipa Iskra 1

Moram reći da se tijekom vremena tehnologija prikazivanja celuloidnih filmova mijenjala i da je oprema koja se koristila u Kinu dobro pratila te promjene. Te su se promjene očitovale u: a) evoluciji slikovnog zapisa, tj. slike, i b) implementaciji zvučnog zapisa i njegovoj reprodukciji.

a) U početku se koristio samo perforirani 35-milimetarski film, koji se prikazivao brzinom od 24 sličice u sekundi, a imao je omjer širine sličice u odnosu na visinu 1,33. To znači da je dimenzija jedne sličice bila približno 24 mm × 17,5 mm. Međutim s pojavom *cinemascopa* slikovni je sadržaj na 35-milimetarskom filmu bio komprimiran po horizontalnoj osi u tzv. anamorfni format. Dimenzije sličica ostale su jednake, ali u reprodukciji je promijenjen omjer

širine i visine projicirane slike od 1,33 na 2,55 (odnosno 2,35). Korištenjem posebnih objektiva slikovni se sadržaj 'razvukao' po osi *x* platna na potrebnu širinu. To znači da je projekcijsko platno, koje je imalo visinu npr. tri metra, prije uvođenja *cinemascopa* bilo dugo četiri metra. Nakon uvođenja *cinemascopa*, projekcijsko platno produljeno je na 7,6 m. Pojava anamorfnih filmskih formata zahtijevala je unifikaciju projektora pa je stoga projektor talijanske proizvodnje zamijenjen identičnim Iskrinim proizvodom.

b) Sličan je trend pratio razvoj reprodukcije zvuka s filma koji se projicirao. Na početku 50-ih godina tonski zapis bio je optički zapisan na jednom rubu filmske vrpce i fotoćelija ga je tijekom reprodukcije 'očitavala' i potom se zvučni signal posredstvom pojačala privodio zvučnicima u kinodvorani. Nakon toga slijedila su poboljšanja. Tonski je zapis zamijenjen zapisom najprije na jednoj, a potom i na više odvojenih magnetskih vrpci.

Osoblje u operaternici bilo je zaduženo, osim za sigurno i besprijekorno projiciranje slike i zvuka, i za rukovanje filmskim vrpcama. Komplet filmskih vrpci za cjelovečernji film sastojao se od četiriju koluta koji su bili pohranjeni u zasebnim aluminijskim kutijama. Duljina filmske vrpce u jednom kolutu iznosila je oko 600 metara. Četiri takve aluminijske kasete s filmom težile su otprilike 30 kilograma. Rukovanje (prijevoz) tih vrpci obavljalo s osobnim automobilom između kina u gradu Zagrebu.

Tu su još bile vrpce s Filmskim novostima, koje su prethodile prikazivanju samog filma. Oprema koja se nabavljala i mijenjala u skladu sa zahtjevima vremena morala je imati svoje ekonomsko opravdanje. Sve to navodi na implicitan dokaz da je sve do sredine 1960-ih godina posjedovanje kinodvorane morao biti vrlo unosan posao.

Zaposlenici tog Doma kulture "1. Maj", kojih se sjećam, bili su: Dragutin Bačun i njegov pomoćnik Smiljan Kosec (?), koji su radili u operaternici, te Zlata Mizdarić koja je prodavala karte na blagajni i gos'n Toplak, koji ih je "trgao" (poništavao) karte na ulazu u Kino i go'sn Majer, koji je obavljao razne pomoćne poslove. Niti jedan od njih nije imao titulu šefa ili poslovođe, premda vjerujem da je osoba s takvim prerogativima, morala postojati. Ona je bila izvan moje "orbite" susretanja i interesa i nije 'odsjela', odnosno zadržala se u mojim sjećanjima. Bilo je tu i pomoćno osoblje, poput čistačica i slično, ali u mojem sjećanju te osobe više ne postoje.

Dragec Bačun

Usprkos odmaku od vremena o kojem pišem, uspomena na Dragu (ili Dragutina) Bačuna, neće nestati dok moja memorija bude funkcionirala u okviru onog što bi medicina današnjice rekla da je normalno. Nastavak teksta će nešto reći o tome.

U mojoj dječjoj glavi operaternica je imala status svetišta. Kao što je moja baka Slavica Volf redovito odlazila na sv. misu u crkvu u Kustošiji, tako sam i ja revno posjećivao operaternicu Kina, pardon Doma kulture "1. Maj". To je bilo razdoblje od 1948. godine, kad je Kino u državnoj organizaciji ponovno proradilo, pa sve do početka mojeg studija na ETF-u 1960. godine. U skladu s mojim obiteljskim *drilom*, ja sam gospodina Bačuna oslovljavao s gos'n Dragec. Njegova temeljna zadaća bilo je prikazivanje filmova u večernjim satima. Međutim, on je bio puno, puno više od kinooperatera. Po profesiji je gos'n Dragec bio radiomehaničar. I to ne bilo kakav, nego vrhunski majstor svojeg zanata. Današnji servisi svode se (uglavnom) na dvije stvari: a) dijagnostiku neispravnog dijela, komponente, sklopa ili tiskanog kruga i b) nabavu i zamjenu istog. U poratno vrijeme (ono nakon Drugog svjetskog rata), nabava bilo čega od tehnike ne da je bila teška, nego u većini slučajeva nemoguća. Postojali su neki crni fondovi ili 'trofejni' (čitaj zaplijenjeni uređaji od 'okupatora'), ili odbačeni uređaji, koji nisu više služili svojoj namjeni. Go'sn Dragec je bio taj, koji je od gotovo ničega, od 'furde' kako smo to nazivali, stvarao funkcionalni dio. Radio je sve, osim što nije proizvodio elektronske cijevi. Sam je, primjerice, prematao transformatore, neispravne ispravljačke komponente činio je ponovno upotrebljivim, popravljao radio prijamnike od kojih su svi drugi majstori 'dignuli ruke'. Danas, kad opisujem te uspomene, u mislima vidim gos'n Drageca kako sjedi za stolom na kojem stoji šasija neispravnog uređaja iz koje viri 'šuma' žica i komponenata. Glave nagnute prema lijevom ramenu, kako bi izbjegao da mu dim cigarete koja mu je neprestano virila iz usta, ulazi u oči. Nažalost, ne posjedujem niti jednu njegovu fotografiju iako bih je rado ovdje priložio.

Glede bilježenja uspomena fotoaparatom, ja sam otkrio da postoji jedan fenomen. Vrlo malo nas ima potrebu fotografirati situacije iz svoje neposredne okoline – ljudi koji nas okružuju, pa i nas same. Nekad smo možda imali mali izgovor da je trošak filma taj koji nas je od toga odvraćao. Međutim danas, u doba digitalne fotografije, niti tog izgovora više nemamo, a situacija se ponavlja. Mislim da je odgovor na to naše varljivo (podsvjesno) uvjerenje u stvari iluzija da to što imamo danas, da ćemo to isto imati i sutra, i prekosutra, te da fotografirati danas nije nužno, učinit ćemo drugi put, kad budemo imali više vremena i volje. A onda dođe vrijeme da se preko noći okolnosti promijene i to što smo mogli imati kao osobnu uspomenu više ne postoji. Kao mali osobni test zapitajte se kad ste posljednji put načinili fotografiju sa svojeg radnog mjesta, doma ili iz svoje radne sobe ili kuhinje?

Kinoprojektor kao snažan izvor svjetla koristio je električni luk koji se dobiva izgaranjem dviju ugljenih elektroda. Za to je potreban snažan izvor istosmjerne struje relativno niskog napona. U operaternici Kina postojala je jedna ispravljačka jedinica sa živinim cijevima kao ispravljačkim komponentama.

Stakleni baloni tih dioda bili su impozantnih dimenzija, visoki oko 60 cm i promjera otprilike 15 cm. Kod rada svijetlile su diskretnim ljubičastim svjetlom.

Malo je inženjera danas koji znaju da su se nekad, prije pronalaska poluvodiča, koristila ispravljačka svojstva kombinacije čelika i selena. Ja sam bio svjedokom rekondicioniranja (popravljanja) ispravljačkog sloga, koji se sastojao od niza okruglih čeličnih ploča promjera vrlo sličnog onom koji danas imaju CD ili DVD diskovi (oko 12 cm). Glavni majstor u tom amaterskom pothvatu bio je nitko drugi doli gos'n Dragec. Rastavio je cijeli ispravljački komplet i potom je svaku ploču zagrijavao priručnim plamenikom dok se selen nije počeo topiti. Kad se to dogodilo, gos'n Dragec kistom je nježno razmazivao rastopljeni selen preko cijele ploče i stavio je da se hladi. Nakon hlađenja, ispitao bi AVO-metrom svaku ploču posebno na ispravnost i potom ih sastavio u izvorni komplet.

Od gos'n Drageca naučio sam, primjerice, kako se namataju transformatori s pomoću ručne bušilice. Vidio sam kako on, moj guru, namata i veliki trofazni transformator, kao dio dodatne ispravljačke jedinice, koja se također koristila u istom prostoru – operaternici Kina. Sekundar tog transformatora bio je izveden bakrenom žicom profila otprilike 60 mm^2, koju je čekićem trebalo savijati oko jezgre.

Prvi moji radioamaterski uradci bili su detektori i jednocijevnici od materijala koji sam kupovao od svojeg skromnog džeparca. Kad bi mi uzmanjkala neka komponenta za tu moju samogradnju, prvi izbor za nabavu onog što mi je nedostajalo bio je on – gos'n Dragec. Uglavnom, dobio sam obećanja tipa: "Mali, imam ti ja te furde doma, bum ti to sutra donesel!" No, transfer tog 'nečeg' od gos'n Drageca k meni bio je problem. Kad bi gos'n Dragec došao umoran kući, zaboravio bi sva obećanja. Shvatio sam da se na gos'n Dragecovu memoriju čovjek ne može pouzdati pa nisam trebao dugo čekati kako bih ga pitao: "Gos'n Dragec, a da ja dođem k vama doma po – 'to i to'?" I tako sam ja na slučaju Dragutina Bačuna naučio jednu od prvih životnih lekcija – upornost. Čovjek ne smije prepustiti sudbinu svojih interesa u ruke birokraciji ili zaboravljivim ljudima.

Zlata Mizdarić

Među osobama kojih se sjećam kao zaposlenika Kina bila je i gospodična Zlata (dj. Mizdarić) Šinkec. Radila je kao blagajnica Kina, zatvorena u malom sobičku na ulazu, kako ona sama navodi od 1. kolovoza 1954. godine. Posjetitelji su kupovali ulaznice na blagajni, kroz mali prozorčić koji ih je dijelio od gospodične blagajnice Zlate. U sjećanjima ju vidim kako uspravno sjedi na radnom mjestu, uzdignute glave, sa zlatnom kosom počešljanom na zatiljak,

uvijek spremna na suradnju oko izbora ulaznica. Kad je čovjek promatrao blagajnu s veće udaljenosti, cijeli je prizor davao dojam posebno vrijedne slike, koja se u muzeju nalazi ispod 'stakla'. Ispred prozorčića gotovo uvijek je bio barem jedan od mladića kojima je bio veliki izazov praviti društvo gospodični Zlati.

Te 1954. godine prvi put su k nama u Zagreb došli u posjet članovi obitelji Jelenc iz Francuske, tj. mamin brat Louis s obitelji. Među inima je bio i Anri, šogor mamina brata. Taj Anri je bio zgodan čovjek, *velnave* kose, koji je mogao imati svojih 35 godina. Bio je neoženjen i u sebi je nosio nešto iz romana Alexandrea Dumasa – imao je ozračje galskog ljubavnika, a tako se i ponašao. Ne, nije bio nasrtljiv, niti nepristojan, ali imao je onu 'karakternu žicu' koja je meni u mojim 'amoroznim' pothvatima tako nedostajala – ustrajnost. Anri je više vremena provodio ispred blagajne Kina nego kod nas u kući. Gospodična Zlata bila je 'magnet' koji je plijenio Anrijevu pažnju i on se vrtio oko nje kao pčela oko cvijeta. S obzirom na to da Anri nije znao hrvatski, a čisto sumnjam da je gospodična Zlata znala francuski, ostaje meni misterij o načinu njihova komuniciranja.

Gos'n Toplak

Kod gospodične Zlate posjetitelji su ostavljali svoj novac, a kod gos'n Toplaka ostavljali su kupone od ulaznice, neposredno prije ulaska u dvoranu. Funkcija gos'n Toplaka bila je kontrola, tj. briga da u Kino uđu samo oni koji su kupili ulaznicu. Kao u svakom pravilu, i ovdje su postojale iznimke. Ja sam, zajedno s ostalim članovima obitelji Volf, bio 'iznimka'. Smilovanjem gos'n Toplaka, kao potomak nekadašnjeg vlasnika besplatno sam ulazio na projekcije.

Gos'n Majer

Osim gos'n Toplaka, postojala je još jedna osoba, gos'n Majer, koja je bila zadužena za 'pomoćne' poslove u Kinu, kao što je to, primjerice, držanje reda među mlađim posjetiteljima. Budući da je bio niska rasta i sitne građe, često je bio meta pošalica. Besprizorni su mu dizali tlak nepodopštinama. Danas bi takvo ponašanje okarakterizirali kao 'mobing'. Nekad se to shvaćalo kao prihvaćeni element društvenog života u Kinu. Kinopredstava (ona na platnu), bila samo jedan dio razloga zbog kojeg je dio mlađe publike odlazio u Kino u Kustošiji.

7. Konzumacija snova

Pročitao sam da je Hollywood prozvan tvornicom snova. Svidjela mi se ta misao. Ako se snovi negdje 'proizvode', onda se oni moraju negdje i nekad 'konzumirati'. U kontekstu ovog napisa, mjesta 'konzumacije snova' su kinodvorane ili kraće kina, konkretno u ovom referatu – Kino u Kustošiji. Naziv kino ima svoju genezu u riječi 'kinematograf', a ta je riječ fonetska preslika riječi *cinematographic films*, kako su braća Lumière izvorno nazvala svoje novo 'čudo od tehnike', koje je imalo prvi komercijalni nastup u Parizu 28. prosinca 1895. godine [2].

Zašto su ljudima potrebni 'snovi'? Siguran sam da postoje tomovi knjiga koji objašnjavaju tu potrebu. No, činjenica je da 'snovi' postoje, da je u ljudskoj prirodi 'ugrađena' potreba za 'konzumacijom snova', kao uostalom, primjerice, i potreba za pjesmom i plesom. Zar nije svrha prikazivanja drama, komedija ili tragedija u kazalištima stare Grčke bila svojevrsna istodobna 'proizvodnja snova' (glumci) i 'konzumacija tih snova' (gledatelji)? Ono što želim reći je činjenica da su se 'snovi' od prapovijesti do danas 'proizvodili' i 'konzumirali'. Tehnološki razvoj utjecao je na način kako se snovi 'proizvode' i način kako se oni mogu 'konzumirati'.

Ključna tehnološka prekretnica nastala je u trenutku kad je postalo moguće vremenski i prostorno odvojiti 'proizvodnju snova' od njihove 'konzumacije'. To je bilo moguće zahvaljujući snimanju filma na celuloidnoj filmskoj vrpci i njegovoj reprodukciji na nekom drugom mjestu i vremenu. Ako se vratimo na riječ Hollywood, može se reći da je 'proizvodnja snova' počela 1910. u Hollywoodu, a da je većina američkih filmskih kompanija do 1920. ondje imala studio [3]. Snovi su se u prvim počecima snimali i pohranjivali na celuloidnoj vrpci (filmu) i reproducirali prema potrebama i interesu publike u kinodvoranama širom svijeta.

O filmskom repertoaru Kina u Kustošiji, koje se prije Drugog svjetskog rata zvalo Kino *Zvonimir*, nema podataka osim artefakta prikazanog na slici 7. Od 1948. godine pa nadalje njegov je repertoar bio identičan repertoaru filmova koji su se mogli vidjeti i u drugim zagrebačkim kinima. Razlika je bila u tome što je frekvencija promjene filmova bila veća nego u kinodvoranama bliže središtu grada. Filmske projekcije održavale su se dva puta dnevno, u terminu s početkom u 17 sati i 19 sati. To je vrijedilo za filmove koji su trajali od 80 do 110 minuta. U početku, filmovi su se mijenjali jednom tjedno, a poslije, s padom popularnosti gledanja filmova u kinodvoranama, frekvencija promjene programa (repertoara) se udvostručila. Povremeno su bile na rasporedu i filmske matineje, dakle prikazivanje u jutarnjim satima. Po mojoj prosudbi, to je bio pokušaj onodobnog režima da djeci omogući nedjeljom, umjesto odlaska na sv. misu u crkvu, odlazak u kino, gdje su se prikazivali crtani filmovi. No, uvijek postoji i druga strana medalje. Jednom davno (moralo je to biti u kasnim 70-tim

godinama) moj prijatelj M. B. priča sljedeću zgodu iz Bogovićeve ulice u Zagrebu, tijekom jutarnjih sati. M. B. susreo je našeg zajedničkog poznanika N. N., koji je u tom trenutku bio partijski sekretar u RZ-u RO PTT prometa[1] Zagreb. Nakon što su izmijenili standardne fraze prilikom susreta: "Kak si stari moj,…", N. N. počne pogledavati na sat i kaže M. B.-u: "(…) čuj, oprosti, žurim na sastanak…" U slučaju N. N.-a to je mogao biti samo partijski sastanak. Nakon onoga: "Aj, bok!", odu svaki na svoju stranu. Moj M. B. je bio (i još uvijek je) čovjek nemirna i šaljiva duha, pa u sebi kaže: "Ma idem vidjeti kamo taj naš N. N. zaista odlazi," i stane ga izdaleka pratiti. M. B. prekida svoju naraciju i pita mene: "Aj', pogodi, kamo je drug N. N. otišao?" "Pa valjda na partijski sastanak," odgovorim. "Otišao je na matineju u Zagreb kino! Stari moj!" pobjedonosno će M. B. Kao što se iz primjera može vidjeti, filmske matineje imale su širu primjenu nego bi se to moglo shvatiti na prvi pogled.

Standardno trajanje projekcije bilo je od 1,5 do 2 sata. Bilo je i projekcija koje su trajale i dvostruko od toga, tj. četiri sata. Jedan od prvih filmova tog tipa kojeg se sjećam bio je *Zameo ih vjetar*, snimljen još prije početka Drugog svjetskog rata. To je bio ujedno i prvi film u *technicoloru* (čitaj: u boji) snimljen u Holywoodu. Projekcije u Kinu tad su počinjale u 15 i 19 sati. Među dugotrajne događaje ulaze u tim poratnim godinama vrlo popularni dočeci Nove godine u Kinu. Na Staru godinu prikazivanje bi počelo u 20 sati. Nakon stanke u 22 sata, filmski bi se repertoar nastavio drugim filmom. U 24 sata (ili 00 sati), gledatelji bi imali prigodu za razmjenu novogodišnjih želja. Kao finale slijedila bi tombola s obveznim odojkom kao prvom nagradom. Razlaz publike bio je već oko 00:30 sati.

O filmskom repertoaru Kina nema faktografskih podataka pa umjesto toga slijede moja sjećanja iz vremena približno od 1949. do završetka studija u siječnju 1965. godine. U prvoj podjeli naveo bih sljedeće skupine filmova po tematici: crtani filmovi, drame, *westerni*, komedije, ljubavni, pustolovni, ratni filmovi i SF filmovi.

Nakon Drugog svjetskog rata mogli su se vidjeti i filmovi bez zvuka (nijemi filmovi), a posebno su bile popularne komedije gdje su u naslovnoj ulozi nastupali Charlie Chaplin, Buster Keaton, Stanlio i Olio… Iz te predratne produkcije često su se prikazivali i crno-bijeli crtani filmovi, najčešće oni Walta Disneyja.

Svaki filmski žanr imao je svoju publiku koja se mogla svrstati po spolnoj i dobnoj strukturi. Kad su na repertoaru bili: *westerni*, komedije, pustolovni i ratni filmovi, dominantna je bila muška publika do 20 godina života. Njihovo je okupljalište bilo u prvom i (eventualno) drugom redu, sasvim na desnoj strani. Zašto? Peć kojom se Kino grijalo bila je uz desni (zapadni) zid dvorane. Ta je peć bila cilindrična oblika, visoka otprilike 1,5 m, a uz nju se nalazila

[1] Radna zajednica Radne organizacije PTT-a.

posuda s ugljenom i drvima. Sjećam se da su je za hladnijeg vremena mladi posjetitelji znali toliko naložiti da je u mraku lijepo svijetlila svijetlo crveno. Čudim se da nije bilo vatrogasnih intervencija, jer 'mlađarija' nije imala 'mjeru' prilikom loženja peći. Ta publika koja se skupljala oko peći imala je i skupni atribut 'besprizorni'. Kraj peći se sušila i odjeća 'besprizornih', koja je bila mokra od snijega ili igranja nogometa ili je netko nekog bacio u potok, pa se taj morao osušiti prije povratka svojoj kući. Prilikom napetih scena na filmu, 'besprizorni' su davali svoj glasovni šarm, pomažući glavnom junaku (ili junakinji) na filmskom platnu. Ja se ne usuđujem navesti niti dio tih zvukovnih komentara, jer isti sigurno ne bi prošli jezičnu recenziju. Zadnji redovi kina bili su 'rezervirani' za zaljubljene, gdje su oni, pod okriljem tame, radili skoro sve ono što bračni parovi rade u braku samo s malo više komfora i rutine. To je bila dobna skupina od 17 do otprilike 30 godina. Sredina kina bila je prepuštena slučajnim posjetiteljima koji su zaista željeli gledati film.

Utjecaj sedme umjetnosti na razvoj adolescenata

Bilo je interesantno promatrati kako su pojedini filmovi utjecali na ponašanje, pa i modu adolescenata. Među prvim filmovima koji su znatno utjecali na moju generaciju, a kojih se sjećam, bio je *Tarzan*. Glavni glumac u izvornoj inačici *Tarzana* bio je Johnny Weissmüller. Prvi film o *Tarzanu* snimljen je još 1932. godine. Weissmüller je do kraja 1955. snimio tridesetak inačica tog filma. Bio je naočit muškarac, dobar plivač (na Olimpijskim igrama u Parizu 1924. godine dominirao je s tri zlata, a četiri godine poslije u Amsterdamu osvojio je

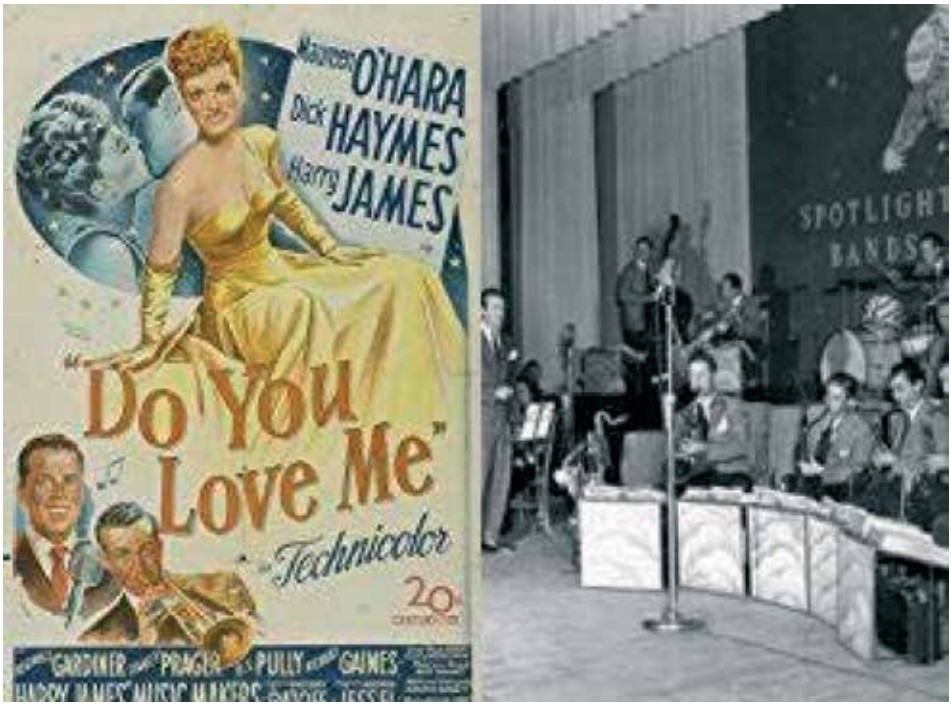
Slika 17.: Tarzan (Johnny Weissmüller)

dva zlata). No, ono što ga je izdvajalo bila je frizura, koju su u moje doba zvali ‘tarzanica’. I baš je ta njegova frizura bila “trn u oku”, jer se protivila modelu idealnog omladinca u Novoj Jugoslaviji. Neposredno nakon oslobođenja (1945. – 1946.), mnogi mladi ljudi bili su prisilno odvođeni na šišanje da bi se uklonio taj ‘dekadentni zapadni’ utjecaj filma.

Moram iskreno priznati da je jedan od njegovih poklonika bio i moj stric Milan Volf. Nezaboravan je također bio i Weismüllerov poklič (urlik) koji je ispuštao dok se obrušavao na neprijatelje u džungli, kojeg su ‘besprizorni’ gledatelji u Kinu u Kustošiji tako rado i s tolikim guštom nastojali imitirati tijekom projekcije filmova.

Tijekom Drugog svjetskog rata pojavio se trubač Harry James sa svojim orkestrom i nastupio u nekoliko filmova. Neki od njih prikazivali su se i u Kinu u Kustošiji 50-ih godina. Svirka na trubi potaknula je lirski element među mladim Kustošijancima, koji su počeli pokazivati iznadprosječan interes za taj instrument. Naš prvi susjed Vlado J. bio je jedan od tih i tijekom vremena dobio je nadimak ‘Svraka’. E, pa sad pogodite sami odakle bi taj nadimak mogao poniknuti?

U kasnim 50-im godinama pojavili su se talijanski filmovi s prikazom povijesnih spektakala i glumcem Steveom Reevesom u naslovnoj ulozi.



Slika 18.: Harry James i njegov orkestar

Slika 19.: Steve Reeves

Većina mladih ljudi, po uzoru na glavnog junaka u povijesnim filmovima gdje je nastupao spomenuti glumac Steve Reeves, počela je oblikovati svoje tijelo. Ideal je bio dosegnuti izgled 'trokuta' u gornjem dijelu torza. Svi su mahom počeli graditi priručne utege koji su se sastojali od jedne osovine i dviju limenih kanti ispunjenih betonom na svakoj strani i potom 'bildati' (tj. vježbati). Kad razmišljam o tom vremenu, ne mogu a da s osmijehom na licu ne razmišljam o nastojanjima koja muškarci polažu na fizičku dominaciju u svojoj okolini, da ne kažem 'čoporu'.

Ovdje prilažem sliku s kolažem filmskih plakata, slika 20., kao podsjetnik na nekad vrlo popularne filmove koje smo mogli vidjeti i u Kinu u Kustošiji.

Do upisa u srednju školu moj omiljeni filmski žanr bili su *westerni* ili kaubojski filmovi. Prema uzoru na njih moji vršnjaci i ja s njima igrali smo se kauboja i Indijanaca. Oružje kojim smo se koristili bili su revolveri 'na kapsle', tj. oni koji daju dojmljiv zvuk kad se povuče obarač. Od ostalog 'oružja' koristili smo drvene noževe, lukove i strelice koje bismo sami izradili. Za hvatanje stoke ili konja, kauboji se služe lasom. Mi djeca u tu smo svrhu koristili uže za sušenje rublja. Kad je meni bilo 16 godina, moj brat Branimir imao je devet, taman uzrast da nama starijim dječacima posluži u igri kao ždrijebac kojeg smo lasom lovili i potom 'uprezali' u virtualnu kočiju kojom smo putovali u svojoj dječjoj mašti. Kad je vrijeme bilo lijepo, igre 'kauboja' i 'Indijanaca' odvijale su se u dvorištu naše kuće ili negdje u blizini. No, u zimskim hladnim dugim večerima naše dječje igre odvijale su se u kući. Ono što su djeca vidjela na filmskom platnu, ono što im se svidjelo, to su i imitirala u igri. U pustolovnom filmu *Divlji sjever* bilo je nekoliko napetih scena u kojima čopor vukova napada glavnog junaka. Posljedica gledanja tog filma bila je da je moj brat Branimir na spavanje nosio kolekciju kuhinjskih noževa, da mu se 'nađu pri ruci'. Kako je dijelio sobu s bakom Slavicom, neki od njegovih obrambenih rekvizita našli su se, na njezin užas, u njezinoj postelji.

Slika 20.: Kolaž filmskih plakata

Filmske preferencije moje bake Slavice bili su sentimentalni filmovi od koji sam naveo plakate samo najpoznatijih: *Orkanski visovi*, *Jedan dan života*, *Bijeli jorgovan* ili *Prodavačica ljubičica*.

Mama i tata bili su prezaposleni da svoje vrijeme 'potroše' na gledanje filmova, odnosno, ja se ne sjećam da sam ih ikad vidio na projekciji u Kinu u Kustošiji. Čini se da je ugostiteljska djelatnost pružala dovoljno uzbuđenja i adrenalina pa po te 'supstance' nije trebalo ići u kino.

Osim pustolovnih filmova, ja sam u to doba volio i komedije. Iz tog žanra, a po mojem odabiru, stavio sam u kolekciju plakata samo jedan film: *Dvostruki život Waltera Mittija*. To je bila priča o malom stidljivom čovjeku kojeg iz sivila vlastitog života izdvaja samo njegova mašta. Mitti, u običnim životnim situacijama, u svojoj mašti, vidi sebe kao velikog junaka i spašavatelja uvijek jedne te iste ljepotice zelenih očiju. Pred sam kraj filma, Mitti susretne tu svoju 'djevu' iz mašte – uživo…

Moja sjećanja na vrijeme 'konzumacije mojih snova' u Kinu u Kustošiji prestaju završetkom mojeg studija na ETF-u 1965. godine. Pred sam kraj studija 1963. godine upoznao sam djevojku mojih snova u osobi Mirjane Galić i s njom sklopio brak 20. kolovoza 1966. Moji snovi s filmskog platna nakratko su se pretočili u moju svakodnevnicu, stanje koje je tako prepoznatljivo kod zaljubljenih ljudi.

9. *The End*

Gotovo svi filmovi s engleskog govornog područja, a takvih je bila velika većina, završavali su slikovnim prikazom teksta: *The End*, odnosno Kraj. Čovjek može biti žalostan kad dođe kraj 'nečega', posebno ako je to 'nešto' bilo lijepo, dobro i plemenito. Baš kao što se to često događa na kraju nečijeg života. Čini se da i stvari i institucije, sve ima svoj vijek trajanja, pa i kinodvorane. U svojim sentimentalnim razmišljanjima pitamo se, pa zar on (ili ono – Kino) nije moglo potrajati još malo, još nekoliko godina ili generacija? Međutim, razvoj tehnike i tehnologije izmijenio je način distribucije i konzumaciju 'snova'.

Ako se zanemare prvi eksperimenti s prijenosom TV slike prije Drugog svjetskog rata u Zagrebu, onda se smije reći da je 15. svibnja 1956. televizijska slika iz Beča preko Graza i Slovenije stigla u Zagreb [7]. Nakon toga, ništa više nije bilo isto. Malo-pomalo, televizija je ušla u naše domove i donosila nam, među ostalim, i zabavne sadržaje, koje sam ja u ovom članku metaforično nazvao – 'snovima'.

Na početku je filmska distribucija uspješno 'parirala' zabavnim sadržajima na televiziji, pa i prikazivanju cjelovečernjih filmova. Ekran TV prijamnika bio je malen, slika je na početku bila crno-bijela, kakvoća slike oskudna, a izbor

filmova ograničen rasporedom emitiranja. Ugođaj gledanja filma u kinodvorani još je uvijek bio puno, puno dojmljiviji nego na televiziji.

Daljnji iskorak prema gledanju videosadržaja na načelu 'bilo gdje i bilo kad', ostvaren je proizvodnjom komercijalnih analognih videorekordera (VCR), koji su koristili videokasete za snimanje odnosno pohranu sadržaja. Dominirala su dva konkurentska formata snimanja ili reprodukcije videokaseta: VHS i Betamax, oba 'rođena' u Japanu tijekom 1970-ih godina. Po uzoru na biblioteke, koje posuđuju knjige, nikle su i 'videoteke', koje su posuđivale videokasete uz određenu naknadu. U takvim okolnostima, dovoljno je kod kuće posjedovati TV prijamnik i reprodukcijski uređaj i dostupnost "gotovo svega" što je komercijalno snimljeno postala je moguće. Cijena posudbe kasete bila je manja od cijene kinoulaznice.

Digitalizacija medijskih sadržaja izbacila je na površinu davni izum – optički disk, pa je tijekom 1990-ih stvoren jedinstveni standard (Sony i Philips) za pohranu i distribuciju digitalnog audiosadržaja i videosadržaja na CD-u (engl. *compact disc*) i DVD-u (engl. *digital video disc*). Cijena DVD "svirača" (engl. *player*) postala je s vremenom smiješno niska i tako dostupna najširim 'gledalačkim masama'. Nastavak rada na toj tehnologiji iznjedrio je i *blue ray disc*, koji je mogao pohraniti HDTV standard (2006.).

Počeci izravne distribucije videosignala preko interneta datiraju od 2005. godine (YouTube). Slijedi Amazon Unbox 2006. (samo za američko tržište), a 2016. (za ostatak svijeta) Netflix 2007. i tako redom [9]. U to je vrijeme gledanje filmova bilo dostupno samo vlasnicima osobnih računala.

Paralelno s uvođenjem digitalizacije, mijenjale su se i norme za TV prijamnike. Sredinom 2000. godine naznačena je mogućnost uvođenja DVB-T norme. U Hrvatskoj je analogna TV norma zamijenjena digitalnom (DVB-T) u listopadu 2010. godine [7]. Znatna su poboljšanja u prikazu TV slike ostvarena tehnološkim unapređenjima – zamjenom CRT ekrana LCD i plazma ekranima, čime vlasnici zaista postaju gledateljima kućnog kina velikog ekrana.

Kao rezime može se zaključiti da je napredak tehnike i tehnologije tijekom 40 godina izmijenio mogućnosti gledanja zabavnog sadržaja u toj mjeri da se distribucija 'snova' preselila iz kinodvorana u obiteljske domove. Kinodvorane, koje su nekad slovile kao "koke koje nose zlatna jaja", opustošile su i silom ekonomskih zakonitosti zatvorile svoja vrata ili su prenamijenjene. Prema [8] u Zagrebu je 1965. bilo 50-ak kinodvorana koje su bile u funkciji. Od tih kinodvorana, danas je samo nekoliko u povremenoj funkciji projekcije filmova, kao npr. kino Europa u Varšavskoj ulici.

Način zadržavanja publike u kinodvoranama bio je usmjeren u dva pravca: a) na projekcije sadržaja koji se na televiziji nisu mogu vidjeti, b) na izgradnju novih kinodvorana s velikim platnima, dodatnim udobnostima i zadnjim iskorakom tehnike projiciranja (3-dimenzijska projekcija). U te zadnje u Zagrebu

ulaze CineStar kina (na četirima lokacijama) i Cineplexx (na dvjema lokacijama).

Većina periferijskih kinodvorana u Zagrebu, među koje ulazi i Kino u Kustošiji, počela je s jeftinijim načinom privlačenja publike – prikazivanjem erotskih filmova. No, i taj očajnički pokušaj 'izvlačenja' zarade nije bio dugog daha. Ne znam zašto, ali taj me trend podsjeća na misao: "(…) kad nemam više što prodati, zadnje što mogu prodati je svoje dostojanstvo i svoju čast!" Prema članku objavljenom u *Jutarnjem listu* [10], Kino u Kustošiji prestalo je raditi 1. studenog 2006. godine. Zadnji većinski vlasnik, kako se navodi u [10], bio je Stjepan Mišura.

Jutarnji LIST ZAGREB

ZATVARANJE KINA Zbog ekonomske neisplativosti Zagreb je nedavno ostao bez jedinog pornokina u gradu

Posljednji radnik Kustošije prijavio se na burzu rada

Vlasnik Stjepan Mišura kino je zatvorio nakon što se uvjerio da nije isplativo držati tako velik prostor za tako malo posjetitelja

Pite Dora Karetić

Posljednji zaposlenik legendarnog kina Kustošija Hrvoje Lalić ovog se tjedna prijavio na Zavod za zapošljavanje nakon što je većinski vlasnik Filmskog centra Zapad Stjepan Mišura odlučio zatvoriti kinodvoranu i prodati zemljište za gradnju stambenih objekata.

Uz odjavnu scenu eksplicitnog filma "Strastveni šoping", Zagreb je tako ostao bez jedinog proostalog pornokina u gradu koje je niz godina bilo posljednje utočište ljubitelja "hard core" pornografskih uradaka.

Pet gledatelja po filmu

se većina ljudi navikla takve filmove posuđivati u videoteci po puno nižoj cijeni od cijene kinoulaznice. Ja sam prostor preuzeo 1997. godine, a malo-pomalo ljudi koji su tamo radili stjecali su uvjete za mirovinu i polako odlazili na zasluženi odmor. U posljednje vrijeme više sam gubio nego zarađivao pa je bilo logično kino zatvoriti i prodati zemljište - objasnio je Mišura.

Kako je napomenuo, žao mu je zbog lošeg poslovanja, što je na kraju završilo prodajom zemljišta u Vatrogasnoj ulici, no daljnje inzistiranje na radu kina bilo je više nego suludo.

Žaljenje

Kino je donosilo zaradu od samo 5000 kuna mjesečno

KUSTOŠIJA

od 1. 11. 06. KINO PESTAJE RADITI

NEKI OD FILMOVA

Njoj se mili u velli

Šefica zna

filmova te bio jedan od najmaštovitijih prevoditelja njihovih naslova.

Prvi pornić u kinu Lika

Slika 21.: Pornokino Kustošija

Pokušao sam, nedavno (kao i moj brat Branimir davne 2007. godine), u Zemljišno-knjižnom odjelu Općinskog suda u Zagrebu ući u trag vlasnicima Kina u Kustošiji nakon 1956. godine, ali bez uspjeha. Neuspjeh mojeg nastojanja ne mogu tumačiti drukčije nego da promjena vlasništva, od državnog u privatno u našim hrvatskim uvjetima, ide vrlo nejasnim putovima, koji svi upućuju na korupciju, krađu i utaju, odnosno uskraćivanje poreza državi.

Mjesec dana nakon što je Kino u Kustošiji (ili Filmski Centar Zapad) prestalo raditi, vlasnici građevinskih parcela susjednih parceli na kojoj se nalazi Kino dobili su poziv od Gradskog ureda za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, izgradnju grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet, Odjela za prostorno uređenje (u daljnjem tekstu 'Gradski ured'), na očitovanje na izdavanje lokacijske dozvole za izgradnju zamjenskog stambenog objekta u Zagrebu, Vatrogasna 1, na građevinskoj čestici koja pripada Kinu. Zahtjev za izdavanje lokacijske dozvole podnijela tje vrtka Plan B d. o. o. iz Zagreba. Vlasnici su se odazvali pozivu i imali mnoge primjedbe na prijedlog tvrtke Plan B d. o. o. Žalbe susjeda na izdavanje lokacijske dozvole dostavljene su Gradskom uredu u pisanom obliku. Sve su redom odbačene s obrazloženjem da će se sve primjedbe riješiti u postupku izdavanja građevinske dozvole.

Dokument kojim se vlasnici građevinskih parcela susjednih Kinu pozivaju da podnesu primjedbe na prijedlog građevinske dozvole navodno je izvješen 10. prosinca 2007. na panou Kina i na ploči u auli Gradskog ureda na Trgu

Slika 22.: Rušenje Kina

Stjepana Radića. Službenik koji je donio i zalijepio taj dokument na panou Kina u Vatrogasnoj 1 načinio je fotografiju panoa i otišao. Istog momenta našao se 'netko' komu je bilo u interesu da se primjedbe na projekt ne dostave pa je dokument uklonio.

U konačnici, bez obzira na naknadne prigovore i prosvjede susjeda, izdana je građevinska dozvola za gradnju zamjenske zgrade na parceli Kina u Kustošiji. Vlasnik (ili vlasnici) počeli su ostvarivanje svojih planova te je tijekom ljeta 2008. godine srušeno Kino u Kustošiji, kako je to na kolažu vidljivo na slici 22.

Kino je srušeno, a ostali su samo žalosni ostaci instalacija visjeti na zgradi na koju je bilo naslonjeno. U teoriji, prilikom izgradnje zamjenske zgrade trebali su se svi ti nedostaci rušenja sanirati, a među inima je bila (i još uvijek je) upitna statika kuće u Ilici 314. Sve to bilo je ukazivano 'nadležnim vlastima', koje su tako promptno izdale građevinsku dozvolu, a tako malo imale sluha za udovoljavanje, ako ne primjedbama stanara, a onda barem postojećim zakonskim građevinskim normama.

Epilog

Eto, ovim završava kraj jedne institucije – Kina u Kustošiji. Nadam se da sam člankom osigurao dio sjećanja na tu 'instituciju', kao i na sve one moje suvremenike koji su bilo kao gledatelji ili zaposlenici sudjelovali u njegovu 'životu'. Zgrada Kina u Kustošiji srušena je gotovo deset godina prije pisanja članka. Na mjestu bivše kinodvorane još uvijek raste samo trava.

Stanovnici Kustošije, posebice oni koji su rušenjem Kina neposredno izloženi, ne mogu se oteti dojmu da je gradska uprava uz malo dobre volje mogla prenamijeniti zgradu za potrebe društvenih sadržaja. Imali smo nešto 'gotovo', što se s malim sredstvima moglo prilagoditi potrebama ljudi. Sad se spominje gradnja nekih novih sadržaja na Grmoščici, samo se pitam koliko će to stajati i tko će te sadržaje platiti. No, sva ta razmišljanja mogla bi biti predmetom nekog novog referata.

Literatura

[1] *Hebrang*, https//hr.wikipedia.org/wiki/Andrija_Hebrang_(otac)

[2] *Cinematography*, https://en.wikipedia.org/wiki/Cinematography

[3] *Movieprojector*, https://en.wikipedia.org/wiki/Movie_projector#History

[4] *35 mm film*, https://en.wikipedia.org/wiki/35_mm_film

[5] *List of film formats* (*motionpicture*), https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_film_formats_(motion_picture)

[6] *Hrvatska numizmatika*, http://blog.dnevnik.hr/hrvatskanumizmatika/2007/10/1623474442/fnr-jugoslavija-100-dinara-151949-1953-lokomotiva.html

[7] *Povijest HRT-a*, http://www.hrt.hr/326/povijest/povijest-hrt-a-2

[8] *Nepoznati Zagreb*, 05.01.2011. Zagrebačka kina – pokušaj povijesnog pregleda, http://blog.dnevnik.hr/nepoznatizagreb/2011/01/1628649177/font-colorcc0000za-grebacka-kina-pokusaj-povijesnog-pregledafont.html

[9] *Internet television*, https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_television#History

[10] Zatvaranje kina, *Jutarnji list*, 11/2006?

[11] *Johnny Weissmüller*, IMDB, http://www.imdb.com/name/nm0919321/?ref_=nv_sr_1

[12] Arhiva obitelji Wolf

Cinema in Kustošija

Želimir Volf

Abstract: Author in this article named *Cinema in Kustošija*, describes a part of family Volf history, and the Cinema in Kustošija, in this article briefly called *Kino* which family Volf has built. History spans over several periods. The beginning starts with family Volf coming in the Kustošija, building of cinema and events up to the 2nd World War. War events follow for family Volf as well as for the usage of cinema. Detail description the change of the ownership over the cinema is described in sections: *After liberation*, *Home of Culture 1. May*, and *The Cinema Changes Owner*. Follow authors *Remembering minutes* covering time span from 1948 till about 1965. The change of technique and technologies of cinema projection is discussed in *The Consumption of dreams*. Finally, in the part called *The End* author describes time when *Cinema in Kustošija* closed down, and sequential to this, demolishing of the building itself.

Keywords: cinema, Kustošija, film, projection equipment, consumption of dreams, remembrance

Jadranko Stilinović

Zakonska regulativa za projektiranje kapitalnih objekata 1945. – 1990.

Sažetak: Projektiranje i stručni nadzor gradnje kapitalnih objekata zakonski je regulirano, ne samo s aspekta primijenjenih tehničkih rješenja, nego i interesa šire društvene zajednice glede svrhovitog korištenja raspoloživog prostora i pripadne komunalne infrastrukture, zaštite okoliša i trošenja javnih financijskih sredstava. Citiranjem zakonskih propisa, sukcesivno inoviranih u promatranom razdoblju, prikazan je tretman opsega i značenja idejnog i glavnog projekta, dinamika uvođenja u regulativu izvedbenog i tipskog projekta te projekta uklanjanja građevine. Istodobno su se s povećanim zahtjevima u odnosu na tehničku dokumentaciju mijenjali i statusi projektanata vezano uz stručnu spremu i radno iskustvo na sličnim poslovima.

Ključne riječi: projektiranje kapitalnih objekata, idejni i glavni projekt, izvedbeni projekt, projektant, ovlašteni projektant i glavni projektant, lokacijska i građevinska dozvola, stručni nadzor, nadzorni organ (nadzorni inženjer)

Uvod

Povijest projektiranja i (stručnog) nadzora gradnje neodvojiv je i značajan dio povijesti industrije kao što su i razvoj tehnologije, oblici financiranja (investiranja) i namjensko graditeljstvo. Teško je odrediti što je od navedenog, pa i onog možda neopravdano ispuštenog, bilo kokoš, a što jaje.

Članak donosi subjektivan pogled na projektiranje i stručni nadzor gradnje za potrebe industrijskih i energetskih postrojenja te komunalnih objekata i pripadnih instalacija. Ograničen je na vrijeme poslije Drugog svjetskog rata, temeljen na osobnom sjećanju i potkrijepljen zakonskom regulativom.

Krovni propis za djelatnost projektiranja, stručnog nadzora i izgradnje danas je Zakon o gradnji objavljen u Narodnim novinama 18. prosinca 2013. te izmijenjen i dopunjen 10. ožujka 2017. (Narodne novine, br. 153/13 i 20/17). Od početka promatranog razdoblja imao je niz izdanja pod raznim nazivima.

Neke su promjene bile uvjetovane društvenim promjenama (Ustav SFRJ, Zakon o udruženom radu, demokratizacija i osamostaljenje Republike Hrvatske). Pretežni dio odnosio se ipak na bit izgradnje – zahvat u prostoru i njegov utjecaj na zdravlje i sigurnost ljudi te u novije vrijeme nešto više i na zaštitu okoliša.

Referentni kamen za ovo povijesno razmatranje je Osnovni zakon o izgradnji investicionih objekata objavljen u Službenom listu FNRJ br. 45 od 15. studenog 1961. (Službeni list, br. 45/61). Taj je zakon obuhvatio područje Osnovne uredbe o građenju (Službeni list., br. 46/48, 40 članaka) i Osnovne uredbe o projektiranju (Službeni list, br. 48/48, 64 članka).

1. Zakonska regulativa u razdoblju 1948. − 1961.

1.1. Osnovna uredba o građenju (Službeni list., br. 46/48)

Stupila je na snagu 3. lipnja 1948. Ima 40 članaka. Za ovaj prikaz je značajno:[1]

> Propisi ove uredbe primjenjivat će se na sve gradnje za kapitalnu izgradnju (objekti za proširenu reprodukciju) i gradnje za društveni standard bez obzira gradi li se u vlastitoj režiji investitora ili preko građevinskih poduzeća odnosno pojedinaca ovlaštenih za izvođenje građevinskih radova (čl. 1.).

> Zaključenju ugovora s građevnim poduzećem za izvođenje gradnje investitor može po pravilu pristupiti temeljem *glavnog projekta*[2] (istaknuo J. S.) potvrđenog od komisije za reviziju glavnih projekata, ali i na temelju *dobro izrađenog idejnog projekta* uz odobrenje komisije za reviziju takvih projekata (čl. 3. stavci 1. i 2.).

> Izvođenju gradnje ne može se pristupiti bez građevne dozvole. Građevnu dozvolu izdaje nadležni kotarski odnosno gradski izvršni odbor ili

[1] U sivi okvir stavljena su navođenja zakona.

[2] Kosim pismom označena su autorova isticanja.

povjerenik koga izvršni odbor za to ovlasti (povjerenik za građevine), a u roku od tri dana po prijemu molbe (čl. 16. st. 1.).

Pregled i prijem izvršenih radova sa građevinsko tehničke strane vrše komisije za prijem izvršenih građevinskih radova (čl. 21. st. 1.).

1.2. Osnovna uredba za projektiranje (Službeni list, br. 48/48)

Stupila je na snagu 21. lipnja 1948. Ima 64 članka. Za ovaj prikaz je značajno:

U svrhu pravilnog i jednoobraznog postupanja investitora, i projektantskih organa i poduzeća u svim poslovima projektiranja investicionih objekata, investitori, projektantski organi i poduzeća kao i ostali državni organi dužni su se pridržavati postupka propisanog ovom uredbom (čl. 1. st. 1.).

Investicioni objekti izgrađuju se na temelju jedinstvenih idejnih projekata izgradnje (idejni projekt) i glavnih projekata izgradnje (čl. 2.).

Jedinstveni idejni projekt izgradnje povezuje pogonsku (tehnološku, eksploatacionu, funkcionalnu) i građevinsku stranu investicionog objekta (gradnje). U idejnom projektu određuju se svi normativi za izgradnju investicionog objekta u skladu s odobrenim planom (čl. 3.).

Građevinski i pogonski dio idejnog projekta investitor je dužan predati na izradbu državnim projektantskim organima i poduzećima i o tome sklopiti s njima ugovor (čl. 4. st. 1.).

U svrhu izrade idejnog projekta investitor je dužan dati državnim projektantskim organima odnosno poduzećima program investicione izgradnje (*projektni zadatak*) usklađen s danim mu planskim zadatkom (čl. 5.).

Za investicijske objekte čija se izgradnja proteže kroz više planskih godina, idejni projekt se izrađuje za cijeli investicijski projekt u kojem će se označiti onaj dio investicijskog objekta koji će se izgraditi tijekom jedne planske godine (čl. 6. stavci 1. i 2.).

U svrhu tehničke ispravnosti idejnog projekta i racionalnosti projektiranog objekta, izrađeni idejni projekt podliježe reviziji. Reviziju vrše komisije za reviziju idejnih projekata (čl. 7. st. 1.).

Uz idejni projekt, investitor je dužan komisiji za reviziju idejnih projekata podnijeti:

1. program investicione izgradnje
2. suglasnost nadležnog organa za širu lokaciju (situaciju)

3. izvod iz regulacijske osnove cijele okoline, a ako ista ne postoji potvrdu kotarskog odnosno gradskog izvršnog odbora da gradnja neće ometati pravilno izvršenje regulacijskog plana (čl. 10. st. 3.).

Na temelju odobrenog idejnog projekta, investitor pristupa izradi glavnog projekta građevinskog dijela i glavnog projekta pogonskog dijela (projekt opreme) investicijskog objekta. Te je projekte investitor dužan predati na izradu projektantskim organima odnosno poduzećima i o tome sklopiti s njima ugovor (čl. 17.). Glavni projekti služe za izvođenje gradnje investicijskog objekta, a svi njegovi dijelovi trebaju biti tako dopunjeni i kotirani (dimenzionirani) da se po njima mogu izvoditi radovi prema odgovarajućim tehničkim uvjetima (čl. 18.). *Glavni projekti u pravilu sadrže: nacrte s označenim dimenzijama, proračune, količine radova i materijala, cijene građevinskih i izvođačkih usluga.* Količine materijala predviđene u glavnom projektu moraju biti u granicama količina predviđenih idejnim projektom. Glavni projekt mora sadržavati situaciju gradnje u mjerilu 1 : 50 000 (čl. 19.). Glavni projekt podliježe reviziji koja uz ostalo utvrđuje jesu li održani normativi određeni idejnim projektom (čl. 20.).

> Reviziju glavnih projekata objekata za kapitalnu izgradnju vrše komisije za reviziju glavnih projekata koje se osnivaju pri svim ministarstvima, komitetima odnosno izvršnim odborima narodnih odbora, u čijoj je nadležnosti investitor (čl. 21.).

Prema čl. 31. st. 1., Komisija za reviziju glavnih projekata pri Ministarstvu elektroprivrede vrši, osim revizije projekata onih objekata za koje je nadležna na temelju čl. 21. ove Uredbe, i reviziju svih projekata objekata bez obzira na značaj:

a) koji su po ocjeni Ministarstva elektroprivrede važni za vodene tokove
b) električnih centrala s kapacitetom preko 7 500 kW
c) električnih centrala vezanih za određene industrijske rajone, kao i onih koje su, po ocjeni Ministarstva elektroprivrede od interesa za elektroprivredu zemlje.

Komisiji za reviziju glavnih projekata pri Ministarstvu elektroprivrede, glavne projekte na reviziju podnose ministarstva, komiteti odnosno izvršni odbori u čijoj je nadležnosti investitor objekta pod a) do c) prethodnog članka (čl. 32. st. 1.). Prema čl. 34. st. 1., komisije za reviziju glavnih projekata objekata za društveni standard osnivaju se pri Ministarstvu građevina FNRJ, ministarstvima građevina narodnih republika i kotarskim odnosno gradskim izvršnim odborima.

> Projektantski organi i poduzeća vrše projektiranje prema postojećim propisima (čl. 43.).

Državni projektantski organi u sastavu pojedinih ministarstava odnosno komiteta Vlade FNRJ osnivaju se samo uz suglasnost Predsjednika Vlade FNRJ, a državni projektantski organi u sastavu ministarstava odnosno komiteta vlade

narodne republike samo uz suglasnost predsjednika vlade narodne republike (čl. 44, stavci 1. i 2.).

Državna projektantska poduzeća osnivaju se po Osnovnom zakonu o državnim privrednim poduzećima (čl. 44. st. 3.). Privatna projektantska poduzeća mogu se osnivati samo na temelju dozvole ministra građevine narodne republike uz propisane uvjete. Dozvola za osnivanje sadrži i dozvolu za obavljanje poslova projektiranja. Stručnu spremu potrebnu za obavljanje poslova projektiranja određuje ministar građevine FNRJ (čl. 45.).

Privatna projektantska poduzeća mogu primati na izradbu projekte samo od državnih projektantskih organa i poduzeća (čl. 46. st. 1.). Projektant koji nije namještenik privatnog projektantskog poduzeća može uzeti u rad projekt samo na temelju posebne dozvole ministra građevine narodne republike za svaki pojedini posao projektiranja (čl. 46. st. 3.).

Državni projektantski organi i poduzeća mogu izradbu projekta, u cijelosti ili djelomično, povjeriti privatnim projektantskim poduzećima koja imaju dozvolu za obavljanje poslova projektiranja. Oni su dužni o tome zaključiti ugovor s privatnim projektantskim poduzećima (čl. 47. st. 1.)

Projektant koji je službenik državnog projektantskog organa ili poduzeća može u svoje ime i za svoj račun izraditi projekt izvan projektantskog organa ili poduzeća samo na temelju dozvole ministra pod čijim je rukovodstvom projektantski organ ili poduzeće (čl. 47. st. 2.).

Idejni odnosno glavni projekt potpisuju investitor i svi projektantski organi i poduzeća koji su sudjelovali u njegovoj izradbi i time preuzimaju odgovornost za pravilnost izrađenih projekata (čl. 49. st. 2.).

Projektantski organi i poduzeća imaju pravo i dužnost pratiti izvođenje investicionih objekata čije su idejne odnosno glavne projekte u cijelosti ili djelomično izradili (čl. 50. st. 1.).

Natječaji za izradu projekata mogu se raspisati samo uz prethodnu suglasnost nadležnog ministra građevina (čl. 52. st. 1.). U natječajima mogu sudjelovati državni projektantski organi i poduzeća, privatna projektantska poduzeća koja imaju dozvolu za rad i pojedini projektanti bez obzira na odredbe čl. 46. st. 3. i čl. 47. st. 2. ove Uredbe (čl. 52. st. 2.).

Novčanom kaznom kaznit će se za prekršaj (ili popravnim radom do dva mjeseca ili lišenjem slobode do dva mjeseca) *projektanti – privatne osobe* koje bez odobrenja ministra građevine narodne republike uzmu u rad idejni ili glavni projekt kao i ako kopiraju projekte izrađene od državnih projektantskih organa odnosno poduzeća (čl. 54.). Novčanom kaznom kaznit će se privatna projektantska poduzeća ako bez dozvole ministra građevine narodne republike obavljaju poslove projektiranja, ako poslove projektiranja primaju neposredno

od investitora i ako kopiraju projekte izrađene od državnih projektantskih organa i poduzeća (čl. 55.).

Napomena:

U prijelaznim i završnim odredbama i jedne i druge navedene uredbe ne spominju se izrijekom postojeći propisi koji se stavljaju izvan snage. Tako na primjer Uredba o građenju u čl. 34. određuje:

> Na gradnje koje su započele po dosadašnjim propisima primjenjivat će se u svemu propisi ove uredbe od 1. rujna 1948. Do toga roka dužni su investitori i građevna poduzeća svoje ugovore, planove izvođenja gradnje, planove dinamike izvođenja, vršenje operativne evidencije itd. uskladiti s propisima ove uredbe. Ukoliko se gradnje započete prije stupanja na snagu ove uredbe dovrše prije 1. rujna 1948. prijem izvršenih građevnih radova ima se izvršiti po propisima ove uredbe.

1.3. Pročišćeni tekst Uredbe o građenju (Službeni list, br. 32/58)

U 55 članaka obuhvaća sljedeće izmjene i dopune bitne za ovaj tekst:

> Građevinski se objekti izvode na osnovi revidiranog i odobrenog *glavnog projekta* te tehničkih propisa i standarda. Pod građevinskim objektom podrazumijeva se svaka nadzemna i podzemna gradnja odnosno vodogradnja namijenjena kapitalnoj izgradnji ili društvenom standardu.

Napomena:

Dobro izrađeni idejni projekt nije više dovoljan za građenje.

Uredba se primjenjuje na:

- izvođenje građevinskih objekata odnosno građevinskih radova za potrebe privrednih poduzeća, ustanova, državnih organa, zadruga, zadružnih i društvenih organizacija i građana (investitora)
- sve izvođače građevinskih objekata
- građevinske radove koje izvode investitori.

Uvodi se pojam građevinske knjige i građevinskog dnevnika (koji se moraju voditi uredno i ažurno) te građevinski nadzor koji je dužan osigurati investitor. Navedenu dokumentaciju potpisuju izvođač građevinskog objekta i (*stručna*) *osoba* koja vrši građevinski nadzor (čl. 28. st. 3.). Nadzor obuhvaća naročito kontrolu izvođenja radova, pravo ispitivanja materijala za građenje i konstrukciju, kontrolu pravilne realizacije tehničke koncepcije sadržane u odobrenom projektu, pravo predlaganja izmjena i dopuna u revidiranom projektu i kontrolu nad privremenim i konačnim obračunima koje podnosi izvođač za izvršene radove (čl. 30.). Nadzor nad izvođenjem građevinskih objekata i radova

mora biti stalan od početka do završetka radova (stalni nadzor). Stalni nadzor nad izvođenjem građevinskog objekta i radova u ime investitora u cjelini vrši, u pravilu, projektna organizacija preko *ovlaštenog projektanta* (novi pojam) koji je radio odnosni projekt. Stručna osoba koja rukovodi nadzorom nad izgradnjom građevinskih objekata i radova mora imati ovlaštenje po postojećim propisima za građevinsko projektiranje odgovarajućih građevinskih objekata ili radova (čl. 31.).

Osoba koja u ime investitora vrši nadzor nad izvođenjem građevinskog objekta i neposredni tehnički rukovoditelj građevinskog objekta obvezno sudjeluju u radu komisije za tehnički pregled, pomažu komisiji u radu i daju joj sva potrebna obavještenja. Te osobe ne mogu biti članovi komisije (čl. 35. st. 3.).

1.4. Uredba o građevinskom projektiranju (Službeni list, br. 12/52)

Stupila je na snagu 12. ožujka 1952. i ukinula prethodnu Osnovnu uredbu o projektiranju. Do izdavanja Pročišćenog teksta doživjela je dvije izmjene i dopune (Službeni list, br. 6/54 i 30/58.).

1.5. Pročišćeni tekst Uredbe o građevinskom projektiranju (Službeni list, br. 32/58)

U 49 članaka obuhvaća sljedeće izmjene i dopune bitne za ovaj tekst:

- Građevinske projekte izrađuju projektna poduzeća i projektni biroi (čl. 1. st. 1.).
- Za građevinske projekte odgovaraju i potpisuju ih ovlašteni projektanti (čl. 1. st. 8.).
- Projektna poduzeća i biroi osnivaju se po odredbama Uredbe o osnivanju poduzeća i radnja, ako odredbama ove uredbe nije drukčije određeno. Projektna poduzeća i biroi rade pod rukovodstvom *ovlaštenih projektanata* za pojedine poslove iz djelokruga poduzeća ili biroa. Ovlašteni projektanti mogu biti diplomirani građevinski inženjeri, inženjeri arhitekti i tehničari građevinske ili arhitektonske struke, svaki za tehničku oblast za koju ima propisanu školsku spremu, ako ispunjavaju i druge uvjete koje će propisati Sekretarijat Saveznog izvršnog vijeća za industriju (čl. 2.).
- Projektiranje novih građevinskih objekata obuhvaća izradu projektnog programa (*projektnog zadatka*), idejnog i glavnog projekta (čl. 4.).
- Projektni program sastavlja investitor u suradnji s projektnim poduzećem. Potpisuju ga investitor i projektno poduzeće, koji time primaju na

sebe odgovornost u pogledu njegove ispravnosti i usklađenosti s odobrenim tehnološkim procesom (čl. 5. stavci 3. i 4.).

- Idejni projekt građevinskog objekta razrađuje se do te mjere da se iz njega u potpunosti vidi koncepcija tehničkog rješenja i približno može izračunati vrijednost objekta. Osnova za izradu idejnog projekta je usvojeni projektni program (projektni zadatak) (čl. 6.).
- Glavni projekt građevinskog objekta izrađuje se na osnovu odobrenog idejnog projekta, osim kod objekata za koje prema članu 8. nije potrebna izrada idejnog projekta. Glavnim projektom konačno se potvrđuje funkcionalnost, detaljno razrađuju konstrukcija i izgled građevinskog objekta te daje proračunska vrijednost radova. Glavni projekt mora sadržavati sve potrebne elemente i detalje za pravilnu izvedbu objekta (čl. 9.).
- Za projektiranje rekonstrukcija i adaptacija, odnosno radova, kojima se mijenjaju konstruktivni dijelovi, vanjski izgled, veličina ili namjena postojećih objekata, važe isti propisi kao i za projektiranje novih građevinskih objekata, s tom razlikom što se za ove radove radi samo glavni projekt. Idejni projekt se radi izuzetno ako je radi izbora najpovoljnijeg rješenja potrebno prethodno ispitivanje alternativnih rješenja (čl. 14.)
- Idejni projekt i prvi dio glavnog projekta podliježu reviziji (čl. 16. st. 1.).
- Revizijom idejnog projekta ispituje se i utvrđuje ekonomičnost, funkcionalnost i tehnička koncepcija projekta građevinskog objekta i radova, s obzirom na rješenja koja su u njemu predložena. Pri reviziji idejnog projekta obvezno se kontrolira pravilnost predmjera i proračuna (čl. 16. st. 2.).
- Revizijom glavnog projekta ispituje se pravilnost i ekonomičnost tehničke razrade rješenja usvojenih u odobrenom idejnom projektu i utvrđuje njegova usklađenost s investicijskim elaboratom. Pritom se obvezno kontroliraju nacrti, statički proračun, glavni projekti svih instalacija i uređaja (vodovod, kanalizacija, elektrika, lift, centralno grijanje, provjetravanje i dr.), predmjeri, proračun s opisom radova, kao i ostali dijelovi elaborata koji, prema specifičnosti projektiranog objekta, čine sastavni dio glavnog projekta (čl. 16. st. 3.).
- Drugi dio glavnog projekta (*izvedbeni projekt*), u pravilu ne podliježe reviziji, ali mora biti izrađen u skladu s odobrenim prvim dijelom glavnog projekta, a naročito s opisom radova iz proračuna prvog dijela glavnog projekta. Za usklađenost drugog dijela glavnog projekta s prvim dijelom odgovoran je *glavni projektant* (čl. 16. st. 4.).

– Prilikom revizije idejnog ili prvog dijela glavnog projekta za specifične ili vrlo složene projekte, komisija za reviziju projekata može odrediti da se obavezno revidira i drugi dio glavnog projekta (čl. 16. st. 5.).
– Vanjske suradnike za rad na izradi projekata mogu angažirati samo projektna poduzeća i projektni biroi, i to samo za izradu pojedinih dijelova projekata. Vanjski suradnici ne mogu biti nositelji projekta, osim u slučaju angažiranja posebnih stručnjaka (čl. 31. st. 1.). Vanjski suradnici mogu biti samo osobe koje imaju ovlaštenje za projektiranje po postojećim propisima (čl. 31. st. 2.).
– Izrađeni projekt potpisuju projektanti koji su sudjelovali u njegovoj izradi i tehničkoj obradi kao i projektanti koji su obavili tehničku kontrolu projekta. Oni time preuzimaju odgovornost za pravilnost izrađenog projekta odnosno dijela projekta koji su izradili, odnosno za pravilnost izvršene tehničke kontrole projekta (čl. 32.).
– Ako pri izradi projekta sudjeluje više projektnih poduzeća, ona će sporazumno odrediti glavnog projektanta koji je dužan koordinirati rad na izradi projekta (čl. 33.).
– Glavni projektant je odgovoran za izradu projekta kako u pogledu koncepcije, tako i za tehničku razradu, kvalitetu obrade i ugovoreni rok dovršenja projekta (čl. 34.).

1.6. Komentar prikazane zakonske regulative

Pročišćenim tekstom Uredbe o građenju (stupila na snagu 13. kolovoza 1958.), nedvojbeno se objekti obuhvaćeni ovim tekstom mogu graditi samo na temelju glavnog projekta i ishođene građevinske dozvole. Istim je tekstom u praćenje izgradnje uveden stalni stručni nadzor.

Pročišćeni tekst Uredbe o građevinskom projektiranju (stupila na snagu također 13. kolovoza 1958.) koja, do donošenja odgovarajućih propisa, vrijedi i za oblasti rudarstva, metalurgije, brodogradnje, strojarstva, energetike, šumarstva, poljoprivrede itd. (čl. 45. st. 1.), propisuje da građevinske projekte izrađuju projektna poduzeća i projektni biroi, a potpisuju ovlašteni projektanti.

Člankom 2. definirane su i stručne spreme ovlaštenih projektanata (VSS, VŠS i SSS) arhitektonske odnosno građevinske struke.

Istodobno uvodi pojam projektnog zadatka, definira opseg idejnog i glavnog projekta, te izvedbeni projekt (kao drugi dio glavnog projekta), određuje način i granice angažiranja vanjskih suradnika te obrazlaže uvjete za imenovanje glavnog projektanta.

2. Državni projektantski organi i poduzeća, projektantski uredi i biroi

U prvim poslijeratnim godinama, godinama socijalističke izgradnje (industrijalizacije i elektrifikacije), odnosno razdoblju ‘prve petoljetke’, osnovan je političkim odlukama u Zagrebu niz namjenskih projektantskih organizacija, čije je zadano područje rada pokrivalo cijelu bivšu državu. Prema sjećanju to su:

- APZ − Arhitektonski projektni zavod za potrebe izgradnje javnih objekata kao što su bolnice, škole, hoteli, stambene zgrade i slično
- Arhitektonski projektni zavod PLAN prioritetno za potrebe izgradnje industrijskih objekata
- ELEKTROPROJEKT za područje izgradnje elektroenergetskih objekata kao što su hidroelektrane, termoelektrane, rasklopišta, velike transformatorske stanice
- HIDROPROJEKT za područje izgradnje vodoopskrbe, odvodnje, melioracija,
- INDUSTRIJSKI PROJEKTNI ZAVOD (IPZ) za područje metaloprerađivačke i procesne industrije
- INZ – Institut za naftu (kasnije INDUSTROPROJEKT) za područje istraživanja, dobave i prerade ugljikovodika
- INŽENJERSKI PROJEKTNI ZAVOD (također IPZ) temeljno orijentiran na cestogradnju i mostogradnju
- KONSTRUKCIJSKI BIRO GRAĐEVINSKE INDUSTRIJE za područje izgradnje tvornica cementa i vapna, ciglana i crepara.

Toj grupi pripada i zagrebačko poduzeće Mašinoprojekt osnovano kao ispostava istoimenog poduzeća u Beogradu odlukom Ministarstva teške industrije FNRJ za potrebe izgradnje teške industrije (metalurgije). U tim su se godinama ratnim reparacijama − strojevima, pa i cijelim postrojenjima, demontiranim u poraženoj Njemačkoj – dograđivale (Zenica) ili gradile nove (Nikšić) željezare. Zagrebačka ispostava Mašinoprojekta, pod vodstvom predratnog projektanta i ondašnjeg vlasnika projektantskog ureda inženjera Ivana Rihtmana, osamostalila se 1. travnja 1949. i od tog datuma posluje kao samostalni pravni subjekt, u to vrijeme u prostorijama Tvornice Tekstilstroj (današnja Ulica grada Mainza). S vremenom je, ovisno o razvoju pojedinih industrijskih grana, Mašinoprojekt proširio svoju djelatnost i izvan teške industrije.

Projektne odjele, ali isključivo za svoje potrebe, osnivala su u skladu s vlastitim potrebama i pojedina komunalna poduzeća (npr. Gradska plinara Zagreb, Toplinske mreže, Vodoprivreda, Vodovod *Osijek*), koji su se s vremenom rasformirali slijedeći određene zakonske odredbe vezane uz osnovnu i sporednu djelatnost. Sukladno razvoju tržišta, projektne odjele osnivala su i veća građevinska poduzeća kao Hidroelektra, Industrogradnja, Tehnika ili Tempo, ali i

industrijska poduzeća *Đuro Đaković*, Jedinstvo, *Rade Končar* ili Tvornica parnih kotlova.

Osim navedenih, djelovao je u Zagrebu niz uglavnom arhitektonskih projektantskih ureda koji su radili za privatne investitore (obiteljske kuće, obrtničke radionice, gospodarski objekti) s kojima su često, kao vanjski suradnici, surađivali građevinski inženjeri (uglavnom kao statičari) te projektanti strojarskih i elektrotehničkih instalacija.

3. Zakonska regulativa u razdoblju 1961. − 1990.

3.1. Osnovni zakon o izgradnji investicionih objekata (Službeni list, br. 45/61)

Mjesec dana nakon objave Osnovnog zakona u Službenom listu 15. prosinca 1961. prestale su vrijediti obje prethodno opisane uredbe. Koliko prostora navedeni Zakon u 74 članka posvećuje djelatnosti projektiranja?

> Odredbe ovog Zakona odnose se na pripremne i istraživačke radove, *projektiranje*, građevinske objekte i radove, postrojenja, montažu opreme i hidrotehničke melioracije (čl. 1. st. 3.).

Izdvojeno je obuhvaćen i stalni stručni nadzor:

> Nad izgradnjom investicionog objekta investitor vodi stalni stručni nadzor (čl. 4. st. 3).

Prema odredbama Zakona, investicijski objekti mogli su se izgrađivati samo prema investicijskoj tehničkoj dokumentaciji koja je tehnički razradila tehnološko-proizvodnu odnosno eksploatacijsku koncepciju investicijskog objekta i tehnička rješenja za njegovu izgradnju. Ta se investicijska tehnička dokumentacija, ovisno o prirodi investicijskog objekta, sastoji od jednog ili više projekata kao što su: projekt tehnološkog procesa, projekt građevinskog dijela objekta, projekt instalacija i ostalo prema potrebi.

Svaki od spomenutih projekata u pravilu sadrži tehnički opis, proračune, predmjer, specifikacije, predračun s opisom radova, situaciju, crteže i potrebne uvjete za izvođenje. Tehnička rješenja u projektu moraju biti u skladu s tehničkim propisima, normativima i obveznim standardima, s rezultatima istražnih radova, ispitivanja i drugih studija kao i s namjenom i tehnološkom odnosno eksploatacijskom i ekonomskom koncepcijom investicijskog objekta usvojenom u investicijskom programu.

Ako je investicijski objekt takve prirode da će svojim postrojenjem, uporabom ili djelatnošću koja će se u njemu odvijati nanositi štetu okolini, treba

predvidjeti i izvođenje tehničkih uređaja kojima će se takva šteta sasvim spriječiti ili ako se to ne može – iste svesti na najmanju mjeru.

Propise o izgradnji objekata društvenog standarda, komunalnih objekata i objekata građana i građanskih pravnih osoba donosi općinski narodni odbor ako republičkim zakonom o izgradnji investicijskih objekata nije određeno drukčije (čl. 8. st. 2.).

Investitor može izradu investicijske tehničke dokumentacije, ukoliko ne raspolaže stručnim kadrom za taj posao, povjeriti organizaciji koja je registrirana za izradu takve dokumentacije. Detaljne propise o uvjetima pod kojima se mogu registrirati organizacije koje se bave izradom investicijske tehničke dokumentacije donosi Sekretarijat Saveznog izvršnog vijeća za industriju.

Propise o stručnoj spremi i praksi koju trebaju imati osobe koje izrađuju tehničku dokumentaciju za pojedine vrste investicijskih objekata donijet će Sekretarijat Saveznog izvršnog vijeća za industriju, a ako on to nije učinio onda republički organ uprave zadužen za poslove industrije i građevinarstva (čl. 40. st. 2.).

Organizacija koja izrađuje investicijsku tehničku dokumentaciju mora pri izradi primjenjivati racionalna tehnička i ekonomska rješenja, držati se postojećih tehničkih propisa, normativa i obveznih standarda za izgradnju određene vrste investicijskih objekata kao i drugih postojećih propisa o izradi investicijske tehničke dokumentacije.

Za nedostatke i nepravilnosti u investicijskoj tehničkoj dokumentaciji, a osobito kad izgrađeni investicijski objekt nema predviđene proizvodne odnosno eksploatacijske karakteristike, organizacija koja je dokumentaciju izradila mora investitoru nadoknaditi štetu ako je do nedostataka odnosno nepravilnosti došlo njezinom krivnjom.

Investitor mora zahtjevu za odobrenje izgradnje priložiti potvrdu nadležnog organa da je predviđena izgradnja u skladu s prostornim planovima (čl. 20. t. 2.). Prije izdavanja odobrenja za građenje, *nadležni organ obavlja tehničku kontrolu* investicijske tehničke dokumentacije.

Rad investitora i drugih sudionika u izgradnji industrijskih objekata, podrazumijevajući tu i izgradnju investicijskih objekata za tržište, u pogledu primjene odredaba navedenog Zakona i propisa donesenih na osnovu njega, kao i drugih tehničkih propisa i standarda, nadziru u svom djelovanju organi zaduženi za poslove odgovarajućih tehničkih inspekcija (građevinske, elektroenergetske, parnih kotlova, rudarske i druge), ako posebnim propisom nije određeno drukčije.

Prije početka uporabe ili stavljanja u pogon investicijskog objekta obvezno je, u svrhu provjere njegove tehničke ispravnosti, izvršiti tehnički pregled koji obuhvaća pregled građevinskih radova, instalacija te opreme i postrojenja.

Obavlja ga organ tehničke inspekcije odnosno organ koji je izdao odobrenje za izgradnju ako republičkim zakonom nije određeno drukčije.

Kaznene odredbe za prijestupe u odnosu na propise navedenog Zakona odnose se u pravilu na radne organizacije, a samo u pojedinim slučajevima i na odgovorne osobe u radnoj organizaciji.

Opisani zakon orijentiran je uglavnom na društvenu izgradnju temeljem izrađenih investicijskih programa i osiguranih financijskih sredstava. Izgradnja objekata građana i građanskih pravnih osoba spominje se tek usput.

Treba napomenuti još nekoliko značajki ovog Zakona. U čl. 55. uvodi se u investicijsku izgradnju pojam inženjeringa (engl. *engineering*), prema kojemu investitor može ustupiti istodobno izradu investicijskog programa i investicijske tehničke dokumentacije te izgradnju investicijskog objekta, nabavu opreme i stavljanje izgrađenog objekta u pogon jednoj organizaciji za takvu djelatnost. Na natječaju koji investitor raspiše za izradu idejnog rješenja investicijskog objekta može sudjelovati svaka osoba, bez obzira na njezinu stručnu spremu (čl. 41. st. 2.).

Nepoštivanje odredbi ovog Zakona tretira se kao privredni prijestup i kažnjava novčanim kaznama, u pravilu privredne organizacije, a iznimno njihove odgovorne osobe ili građanina osobno (ali zbog prekršaja).

3.2. Republički Zakon o izgradnji investicionih objekata (Narodne novine, br. 29/62)

Ovaj Zakon dopunjuje odredbe prije opisanog (saveznog) Zakona (Službeni list, br. 45/61). Zakon ima samo 31 članak, a stupio je na snagu 26. kolovoza 1962. (također mjesec dana od objave).

Prema čl. 2. st. 1., uz odredbe ovog Zakona, na izgradnju objekata društvenog standarda i komunalnih objekata primjenjuju se i odredbe Osnovnog zakona o izgradnji investicionih objekata (Službeni list, br. 45/61). Investicijska tehnička dokumentacija spominje se u čl. 10.,

> Prije nego što se izda odobrenje za izgradnju, nadležni organ obavlja tehničku kontrolu investicione tehničke dokumentacije. U obavljanju tehničke kontrole investicione tehničke dokumentacije nadležni organ mora osigurati suradnju i obavezno pribaviti mišljenje nadležnih organa za rad i radne odnose, sanitarne inspekcije i civilne zaštite u pogledu higijensko-tehničke zaštite odnosno zaštite od požara. Ako općinski odbor nema stručnog službenika koji će obaviti tehničku kontrolu investicione tehničke dokumentacije, može ovaj posao povjeriti projektnoj organizaciji ili pojedinim stručnjacima koji nisu sudjelovali u izradi te investicione tehničke dokumentacije.

a stručni nadzor u čl. 20.

> Nad izgradnjom investicionog objekta investitor mora voditi stalni stručni nadzor po ovlaštenom stručnjaku ili putem ovlaštene projektne organizacije i to prvenstveno one koja je izradila investicionu tehničku dokumentaciju ili njen glavni dio.
>
> Nad izgradnjom manjih i jednostavnijih investicionih objekata investitor ne mora voditi stalni stručni nadzor.
>
> U odobrenju za izgradnju utvrđuje se, s obzirom na prirodu i veličinu objekta te složenost konstrukcije i opreme, da li investitor može voditi samo povremeni stručni nadzor nad izgradnjom investicionog objekta.

Zanimljivo je da čl. 29. određuje: "Dok se ne donesu odgovarajući propisi na osnovu ovog Zakona, primjenjivat će se i dalje propisi doneseni na osnovu Uredbe o građevinskom projektiranju i Uredbe o građenju (obje SL 32/58) ukoliko nisu u suprotnosti s odredbama ovog Zakona", iako ih je savezni zakon (Službeni list, br. 45/61) stavio izvan snage.

Osnovni zakon o izgradnji investicionih objekata iz 1961. slijedile su (tad već u SFRJ) izmjene i dopune (Službeni list, br. 5/65 i 52/66), što je rezultiralo Pročišćenim tekstom (Službeni list, br. 20/67) s ukupno 96 članaka. I taj tekst imao je izmjene i dopune: Službeni list, br. 30/68, 55/69, 60/70 i 24/71.

Ovim Zakonom uređuje se izgradnja i *rekonstrukcija* (novo) investicijskih objekta. Odredbe se odnose na izradu investicijske dokumentacije i građenje, a na prethodne i pripremne radove ako je to izričito određeno ovim Zakonom ili posebnim propisom (čl. 1.)

Uveden je pojmovnik (čl. 2.). Investicijski objekt je sam građevinski objekt ili građevinski objekt s ugrađenim uređajima, postrojenjima i opremom koji služe namjeni investicijskog ulaganja, a izrada tehničke dokumentacije smatra se prethodnim radom ako se odluka o izgradnji donosi na osnovi investicijskog programa i investicijske tehničke dokumentacije.

Uz već prethodnim Zakonom navedeno, investicijski program u pravilu sadrži podatke o uklapanju investicijskog objekta u prostorni i urbanistički plan odnosno u vodoprivrednu, energetsku, prometnu i druge osnove za odgovarajuće područje (čl. 12. st. 1.).

Za manje i druge objekte odnosno radove određene propisom republike, investicijsku tehničku dokumentaciju može, bez upisa u registar, izrađivati sam investitor za svoje potrebe, pod uvjetima određenim tim propisom (čl. 41. st. 1.), a može izrađivati i građanin za objekt koji će koristiti samo za svoje potrebe, ako ima za to odgovarajuću stručnu spremu i praksu (čl. 41. st. 2.).

Organizacija i građanin dužni su pri izradi investicijske tehničke dokumentacije predvidjeti i mjere za zaštitu zraka i vode od zagađivanja, kao i mjere za zaštitu od elementarnih nepogoda (Skopje!) i drugih izvanrednih događaja (čl. 42. t. 2.) te izvršiti unutrašnju kontrolu ispravnosti tehničkih rješenja, računske

točnosti i potpunosti investicijske tehničke dokumentacije i potvrditi da je investicijska tehnička dokumentacija izrađena u skladu s odredbama ovog članka (čl. 42. t. 5.).

Uvjete u pogledu stručne spreme i prakse koju moraju imati osobe koje izrađuju određenu vrstu investicijske tehničke dokumentacije utvrđuje radna organizacija svojim pravilnikom (čl. 43. st. 1.). Republičkim propisom može se odrediti kakvu stručnu spremu i praksu moraju imati osobe koje izrađuju investicijsku tehničku dokumentaciju za neke vrste naročito složenih ili specifičnih objekata odnosno radova, kao i broj takvih osoba koji mora imati radna organizacija da bi se mogla registrirati za izradu takve dokumentacije (čl. 43. st. 2.).

Novčane kazne za privredni prijestup predviđene su za radne organizacije i za druge pravne osobe kao i za odgovorne osobe u njima u skladu s člancima 81. − 83., a za prekršaj u skladu s člancima 84. − 87. Novčanom kaznom za privredni prijestup kaznit će se (čl. 82. st. 1.) radna organizacija ako izrađuje investicijsku dokumentaciju za koju nije registrirana prema čl. 40., odnosno ako pri izradi ne postupi u skladu s odredbama čl. 42. st. 1. Za radnju iz st. 1. novčano će se kazniti odgovorna osoba u radnoj organizaciji (čl. 82. st. 2.). Novčanom kaznom za prekršaj kaznit će se (čl. 85.) radna organizacija ili druga pravna osoba i odgovorna osoba u njoj ako na izrađenoj dokumentaciji ne potvrdi da je izvršena unutarnja kontrola u skladu s čl. 42. st. 2.

3.3. Zakon o izgradnji investicionih objekata i objekata građana i građanskih pravnih osoba (Narodne novine, br. 9/69)

Ovaj Zakon dopunjuje Pročišćeni tekst Osnovnog zakona o izgradnji investicionih objekata (Službeni list, br. 20/67). Ima ukupno 54 članka. Važna dopuna bio je čl. 2. st. 2.:

> Za izradu investicione tehničke dokumentacije za pojedine vrste naročito složenih ili specifičnih objekata odnosno radova može se registrirati radna organizacija koja za izradu odnosne vrste dokumentacije *ima u radnom odnosu najmanje po dva diplomirana inženjera odgovarajuće struke i smjera* s položenim stručnim ispitom i praksom od najmanje pet godina u struci (odgovorni projektant).

Naročito složeni ili specifični objekti taksativno su navedeni i raspoređeni po grupama s obzirom na konstrukciju, energetiku, promet, industriju i vodoprivredu u čl. 3.

Investitor može i sam za svoje potrebe, bez upisa u registar, izrađivati investicijsku tehničku dokumentaciju za objekte i radove zadane maksimalne vrijednosti ako u radnom odnosu ima radnike s najmanje srednjom školskom

spremom one struke i smjera u koji spada izrada odnosne vrste dokumentacije (čl. 6. st. 1.), što vrijedi i za građanina ako se radi o objektu koji će sam koristiti (čl. 7.).

Tehničku kontrolu investicijske tehničke dokumentacije za objekte propisane ovim Zakonom može vršiti samo diplomirani inženjer odgovarajuće struke i smjera s položenim stručnim ispitom i praksom od najmanje osam godina od čega tri godine u onoj vrsti radova u koju spada investicijski objekt za koji se ta kontrola vrši (čl. 14.)

Zanimljiv je stavak ovog Zakona (čl. 21. st. 3.) u odnosu na prethodne nedvosmislene odredbe glede stalnog stručnog nadzora:

> Ako se nad građenjem investicionog objekta vrši stručni nadzor, građevinski dnevnik potpisuje i osoba koja vrši stručni nadzor.

Stručnim ispitom iz čl. 2. ovog Zakona provjerava se znanje u pogledu primjene suvremenih tehničkih dostignuća, poznavanja i primjene zakona, propisa o tehničkim mjerama, normativima i standardima, kao i drugih propisa kojima se regulira izgradnja investicijskih objekata. Stručni ispit polaže se pred stručnom komisijom koju imenuje republički sekretar za privredu (čl. 24.).

3.4. Zakon o izgradnji objekata (Narodne novine, br. 20/75)

Ustavom SFRJ iz 1974. godine zakonska regulativa za graditeljstvo prešla je sasvim u nadležnost tadašnjih republika. Novi republički Zakon o izgradnji objekata stupio je na snagu 10. lipnja 1975. Zakon ima 151 članak.

> Pod izgradnjom objekta prema ovom zakonu razumijevaju se obavljanje prethodnih radova u vezi s izgradnjom objekata, *izrada tehničke dokumentacije* i građenje odnosno rekonstrukcija objekta (čl. 1.).

U prethodne radove ubraja se uz ostalo izrada investicijskog programa idejne dokumentacije, tj. idejno rješenje i/ili idejni projekt (čl. 2.). Investicijski program mora sadržavati tehničko rješenje objekta izrađeno barem u obliku idejnog rješenja (čl. 8. st. 2.).

Idejnom dokumentacijom utvrđuje se osnovno prostorno, funkcionalno tehničko i oblikovno rješenje objekta potrebno za izradu tehničke dokumentacije (čl. 12.). Izrada idejne dokumentacije može se povjeriti samo organizaciji udruženog rada koja je registrirana za izradu te vrste dokumentacije ako posebnim zakonom nije drugačije određeno (čl. 13.).

Investitor može raspisati javni natječaj za idejno rješenje objekta na kojem mogu sudjelovati i fizičke osobe (čl. 14. st. 1. i 2.).

> Pod izradom tehničke dokumentacije razumijeva se izrada projekata potrebnih za dobivanje građevinske dozvole, izrada projekata za ustupanje radova i izrada projekata za građenje objekta (čl. 3.).

Tehnička dokumentacija sastoji se, prema tehničkoj strukturi objekta, od jednog ili više projekata kao što je građevinski, zatim projekt tehnološkog procesa, ugradnje uređaja, postrojenja i tehničke opreme, građevinsko-zanatskih odnosno građevinsko-instalaterskih radova, prometa i drugih (čl. 16.).

Tehnička rješenja u projektu moraju biti u skladu s koncepcijom izgradnje objekta usvojenom u investicijskom programu (čl. 17.). Što sve moraju, ovisno o vrsti objekta koji se gradi, sadržavati projekti za dobivanje građevinske dozvole, podrobno je specificirano u čl. 18. Za ustupanje građenja objekta, projekti iz čl. 18. nadopunjuju se *odgovarajućom (tender) dokumentacijom* (novo) ili se ti projekti razrađuju u opsegu i na način da izvođač radova, odnosno proizvođač opreme, uređaja i postrojenja može dati svoju ponudu (čl. 19.).

Projekti za građenje objekta (*izvedbeni projekti*) detaljno su razrađeni projekti iz čl. 18. ovog Zakona, nadopunjeni i drugom dokumentacijom potrebnom za izvođenje (čl. 20.).

Izrada tehničke dokumentacije može se povjeriti samo organizaciji udruženog rada (projektna organizacija) koja je registrirana za izradu pojedine vrste te dokumentacije uz uvjet da ima najmanje dva projektanta s visokom stručnom spremom, položenim stručnim ispitom i trogodišnjim iskustvom na izradi one vrste dokumentacije za čiju je izradu registrirana i koji u njoj rade s punim radnim vremenom (čl. 21.).

Napomena:

Stručni ispit se polaže, prema utvrđenom ispitnom programu, pred komisijom koju osniva republički sekretar nadležan za poslove građevinarstva u sporazumu s republičkim sekretarom nadležnim za poslove industrije i republičkim sekretarom nadležnim za poslove prometa i veza (čl. 93. i čl. 94.).

Ovaj Zakon (čl. 22.) uvodi u projektiranje objekata u vlasništvu građana novu instituciju: *imalac odobrenja*. Imalac odobrenja je poslovno sposoban jugoslavenski državljanin koji ima najmanje srednju stručnu spremu one struke u koju spada izrada odnosne vrste projekata i položen stručni ispit, ali nema svojstvo radnika u udruženom radu i da mu pravomoćnom sudskom presudom nije zabranjeno obavljanje te djelatnosti. Imalac odobrenja ne smije koristiti dopunski rad drugih osoba.

Građanin može sam izraditi projekte za objekt koji će koristiti samo za svoje potrebe ako ima najmanje srednju stručnu spremu one struke u koju spada izrada te vrste projekata (čl. 23.).

Za voditelja izrade pojedinog projekta (*odgovorni projektant*) projektna organizacija može odrediti samo radnika koji u toj organizaciji radi s punim radnim vremenom (čl. 25.).

Obveze projektne organizacije imalaca odobrenja i građana iz čl. 23. pri izradi tehničke dokumentacije specificirane su u čl. 27. Prethodno navedeni su, prema čl. 29., istodobno odgovorni za ispravnost tehničkih rješenja i

troškovnika, računsku točnost, međusobnu usklađenost pojedinih dijelova tehničke dokumentacije, njezinu potpunost te da projekt odgovara odredbama čl. 27. i čl. 28.

Evidenciju o projektnim organizacijama vodi nadležna privredna komora. Ta evidencija sadrži podatke o projektnim organizacijama za izradu određenih vrsta projekata. Sastavni dio evidencije je popis projektanata zaposlenih u projektnoj organizaciji s podacima o njihovim radovima odnosno projektima (čl. 32.).

Novina ovog Zakona je i pribavljanje *načelne dozvole* kad se zahtijeva izdavanje građevinske dozvole za samo dio cjelovitog objekta (čl. 47. st. 1.). Kontrola tehničke dokumentacije prije izdavanja građevinske dozvole mora se obaviti u pogledu stabilnosti objekta za objekte prema popisu u čl. 53. Ukoliko se radi o objektima za tržište kontrola tehničke dokumentacije mora se obaviti i u pogledu rješenja fizikalnih svojstava objekta, ocjene izbora te vijeka trajanja materijala, elemenata, uređaja i instalacija (čl. 54.). Kontrola tehničke dokumentacije izrađene u inozemstvu propisana je i opisana u čl. 55.

Prethodno navedene kontrole tehničke dokumentacije povjeravaju se organizacijama udruženog rada registriranim za izradu i kontrolu te vrste tehničke dokumentacije. Radnici koji obavljaju tu kontrolu moraju biti diplomirani inženjeri odgovarajuće struke i smjera s položenim stručnim ispitom i radnim iskustvom od najmanje osam godina, a od toga tri godine na onoj vrsti radova za koje se obavlja kontrola tehničke dokumentacije (čl. 56.). Prema čl. 65., investitor je dužan za obavljanje stručnih poslova u vezi s izgradnjom objekta imati odgovarajuće stručne radnike ili obavljanje tih poslova povjeriti specijaliziranoj organizaciji udruženog rada registriranoj za obavljanje takvih poslova − konzalting ili slična organizacija na koju se odgovarajuće primjenjuju odredbe čl. 32. ovog Zakona.

Investitor je dužan osigurati stalni nadzor nad izgradnjom objekta (čl. 68. st. 1.). Republički sekretar nadležan za poslove građevinarstva u sporazumu s republičkim sekretarom nadležnim za poslove industrije i republičkim sekretarom nadležnim za poslove prometa i veza propisat će koju minimalnu stručnu spremu i radno iskustvo moraju imati radnici koji provode nadzor iz čl. 68. ovog Zakona (čl. 70.). Investitor može zajedno s građenjem objekta ili izvođenjem pojedinih radova ustupiti i izradu izvedbenih projekata (čl. 77. st. 1.). Osim radova navedenih u prethodnom stavku, predmet ustupanja može biti i inženjering (čl. 77. st. 2.).

Inženjering prema ovom Zakonu mogu preuzeti (ugovoriti) samo organizacije udruženog rada koje poslove inženjeringa obavljaju kao poslove od zajedničkog interesa na osnovi ugovora o poslovnom udruživanju (čl. 78.).

Na temelju čl. 94. st. 2., republički sekretar za urbanizam, građevinarstvo, stambene i komunalne poslove u sporazumu s republičkim sekretarom za

energetiku, industriju i zanatstvo i republičkim sekretarom za pomorstvo, saobraćaj i veze donio je Pravilnik o ispitnom programu i o načinu polaganja stručnih ispita za projektante i radnike koji neposredno rukovode građenjem objekta (Narodne novine, br. 15/77).

Kaznene odredbe u obliku novčanih kazni za privredni prijestup (članci 124. – 131.), odnosno za prekršaj (članci 132. – 138.) za organizacije udruženog rada ili druge društveno-pravne osobe proširile su se na 12 članaka Zakona (124. – 135.), a građanima odnosno samostalnim obrtnicma posvećena su preostala tri (članci 136. − 138.).

3.5. Zakon o izgradnji objekata (Narodne novine, br. 52/81)

Ovaj Zakon sa 138 članaka stupio je na snagu 17. prosinca 1981. Prvi stavak čl. 1. praktički je identičan čl. 1. prethodnog Zakona, ali se u st. 2. daje nova definicija objekta. To je građevinski objekt koji se s obzirom na tehničku i funkcionalnu, odnosno tehnološku cjelinu, može samostalno koristiti. Prema čl. 2., izrada tehničke dokumentacije ne ulazi u prethodne radove.

> Izradom tehničke dokumentacije smatra se izrada projekata potrebnih za dobivanje građevinske dozvole te projekata za građenje (čl. 3.).

> Idejni projekt je jedan ili više projekata iz kojih je vidljivo osnovno prostorno, oblikovno, funkcionalno, tehničko i tehnološko rješenje objekta (čl. 10. st. 2.).

Opsegu i izradi tehničke dokumentacije posvećeno je 10 članaka (15. – 24.) ovog Zakona. Za ovaj tekst je značajno:

Člankom 15. u sadržaj tehničke dokumentacije uvodi se (*i to na prvom mjestu*!) arhitektonski projekt te u nastavku građevinski projekt (projekt konstrukcije odnosno građevinskog dijela niskogradnje), pa tehnološki, strojarski, elektroprojekt i projekt instalacija.

U čl. 16. detaljno je opisan sadržaj tehničke dokumentacije za dobivanje građevinske dozvole, a u čl. 17. tehnička dokumentacija za građenje objekta (izvedbena dokumentacija).

Projektna organizacija odnosno radna zajednica može izrađivati pojedine ili sve vrste projekata samo ako ima u radnom odnosu najmanje dva projektanta s visokom stručnom spremom one struke i smjera u koju spada izrada odnosne vrste projekta i tri godine radnog iskustva na izradi projekata nakon stečene stručne spreme (čl. 18. st. 4.).

Osoba koja je u projektnoj organizaciji odnosno radnoj zajednici odgovorna za pravilnu izradu pojedinog ili svih projekata u smislu odredbe st. 1. ovog članka (u daljnjem tekstu *odgovorni projektant*) može biti samo radnik u radnom

odnosu s tom organizacijom odnosno zajednicom koji ispunjava uvjete iz članka 18. stavka 4. ovog Zakona (čl. 22. st. 2.).

Napomena:

Ovi stavci promatranog Zakona ne spominju stručni ispit propisan Pravilnikom (Narodne novine, br. 15/77).

Izdavanju građevinske dozvole posvećeno je sljedećih 28 članaka (25. – 52.). Prije izdavanja građevinske dozvole za objekte određene propisom republičkog organa nadležnog za poslove građevinarstva mora se obaviti kontrola tehničke dokumentacije glede stabilnosti i računske točnosti proračuna stabilnosti objekta (čl. 34.). Za stambene zgrade u društvenom vlasništvu, objekte za javnu uporabu iz oblasti odgoja i obrazovanja, kulture, zdravstva i za objekte koji se grade za nepoznatog korisnika mora se istodobno obaviti i kontrola u pogledu rješenja fizikalnih svojstava objekta radi ocjene izbora materijala, elemenata te vijeka trajanja materijala, elemenata, uređaja i instalacija (čl. 35.).

Kontrolu tehničke dokumentacije investitor povjerava projektnoj organizaciji ili drugoj za to stručnoj organizaciji udruženog rada (čl. 37. st. 1.). Kontrolu mogu obaviti samo radnici s visokom stručnom spremom odgovarajuće struke i smjera i s radnim iskustvom od najmanje pet godina od čega su tri godine na poslovima i radnim zadacima kojima se stječe iskustvo u pogledu elemenata tehničke dokumentacije koji se ocjenjuju tehničkom kontrolom (čl. 37. st. 2.). Ova kontrola ne može se povjeriti organizaciji udruženog rada koja je tehničku dokumentaciju ili pojedine dijelove izradila, kao i onoj koja je investitor objekta za koji se kontrola obavlja (čl. 38.).

Člankom 42. ovaj Zakon uvodi pojam *načelne dozvole* za objekte čije građenje traje više godina ili to zahtijeva dinamika izgradnje cijelog objekta.

Dužnosti investitora propisane su člancima 53. − 59. Prema čl. 53. st. 3., investitor je pri ustupanju izrade tehničke dokumentacije dužan utvrditi *projektni zadatak*, a nakon izrade provjeriti je li tehnička dokumentacija izrađena u skladu s njim (st. 4.).

Poslovi koje mora obavljati organizacija udruženog rada ako se želi registrirati kao konzalting organizacija specificirani su u čl. 55. Konzalting organizacija koja za investitora obavlja poslove iz čl. 55. ne može za istog investitora preuzeti građenje objekta ili proizvodnju tehničke opreme, uređaja i postrojenja za objekt za koji je te poslove ugovorila (čl. 56. st. 1.).

Investitor je dužan osigurati stalni nadzor nad građenjem (čl. 58. st. 1.). Opseg poslova kod obavljanja nadzora i tko ga može provoditi propisan je st. 2. prethodno navedenog članka. Investitor odnosno organizacija koja provodi nadzor imenuje jednu ili više osoba odgovornih za obavljanje nadzora na određenom objektu (*odgovorna osoba*), koja mora imati najmanje višu stručnu spremu

u odgovarajućoj struci i najmanje tri godine radnog iskustva na poslovima nadzora odnosno na poslovima projektiranja ili izvođenja (čl. 58. st. 3. i st. 4.).

Projektne organizacije, radne zajednice, organizacije koje obavljaju kontrolu tehničke dokumentacije, organizacije koje obavljaju nadzor i organizacije registrirane za građenje dužne su svojim samoupravnim općim aktima, za radnike koji rade na poslovima za koje je odredbama ovog Zakona propisana stručna sprema i radno iskustvo, utvrditi obvezu stručnog usavršavanja i provjere stručne sposobnosti (čl. 73. st. 1.).

Izgradnji objekata građana i građanskih pravnih osoba posvećeni su članci 92. − 99. Projekt koji se prilaže zahtjevu za izdavanje građevinske dozvole može izrađivati građanin koji ima odobrenje za obavljanje djelatnosti – *imalac odobrenja*. Odobrenje izdaje općinski organ uprave nadležan za poslove građevinarstva općine na čijem području taj građanin ima prebivalište. Imalac odobrenja ne smije koristiti dopunski rad drugih osoba (čl. 94. stavci 1. – 3.).

Građanin može sam izraditi projekte za objekt koji će koristiti samo za svoje potrebe ako ima najmanje srednju stručnu spremu one struke u koju spada izrada te vrste projekata (čl. 95.).

Problematici rušenja objekta posvećeni su članci 107. – 109. Broj članaka za kaznene odredbe povećan je na 16 (110. – 125.). Broj mogućih prijestupa projektnih organizacija povećan je u odnosu na prethodni Zakon s 3 (tri) na 5 (pet).

Zakon je doživio sljedeće izmjene i dopune: Narodne novine, br. 12/82, 47/86, 54/86 – pročišćeni tekst, 18/87, 42/88, 29/89, 33/89 i 34/91.

4. Što se u proteklom razdoblju događalo s tvrtkom MAŠINOPROJEKT?

Početkom 50-ih godina prošlog stoljeća grupa projektanata, bolje reći konstruktora, provela je dvije godine na izgradnji Željezare *Nikšić*. Na livadi su istovarivani strojevi dopremljeni kao ratne reparacije, često sa slomljenim ili izgubljenim dijelovima. Trebalo im je vratiti funkcionalnost. Uz konstrukcijske intervencije pojavile su se i potrebe razvoda energetskih medija po obnovljenim postrojenjima odnosno dovoda rashladne vode, komprimiranog zraka, ulja za podmazivanje, grijanja, opće i industrijske ventilacije.

Iskorak u projektiranju energetskih postrojenja i instalacija bila je toplifikacija Zagreba zacrtana još pedesetih godina izgradnjom prvog vrelovoda prema Poduzeću *Rade Končar*, a stvarno realizirana okončanjem izgradnje toplane na Žitnjaku 1964. godine i puštanjem u pogon vrelovoda prema Novom Zagrebu. Znatan dio parovodne (pretežno za potrebe tadašnje industrije) i vrelovodne

mreže realizirane sve do današnjih dana kreiran je na crtaćim daskama Mašinoprojekta, tad već u unajmljenim prostorijama na adresi Pierottijeva ulica 2.

Pripojenjem te zgrade kompleksu novoizgrađenog Kemijsko-tehnološkog fakulteta, Mašinoprojekt je 1970. godine morao preseliti u vlastite, još nedovršene prostorije površine oko 400 m^2 na današnjem Zelenom trgu (srednja "raketa"). U cijelom dotadašnjem razdoblju stručni kadar su (uz vrsne tehničke crtačice) činili isključivo strojarski inženjeri i tehničari s odgovarajućim ovlaštenjima za projektiranje odnosno s položenim stručnim ispitom. Broj zaposlenih varirao je između 20 i 30.

U novi poslovni prostor ušao je i novi direktor dr. sc. Veselin Narančić, inače diplomirani inženjer strojarstva, čovjek širokih pogleda i ambicija da bude najbolji u onom što radi. Osnovana je grupa za projektiranje elektroenergetskih instalacija i prigrljen jedan, već formiran, Građevinsko-arhitektonski biro. To je omogućilo registraciju i za inženjering, odnosno konzalting. Broj zaposlenih u dvama tadašnjim OOUR-ima i Radnoj zajednici dosegnuo je 80 pa je 1977. kupljen, a 1978. useljen novi poslovni prostor od oko 1000 m^2 na Trešnjevci, Ulica braće Domany 8.

Tijekom sedamdesetih godina, u vrijeme orijentacije Hrvatske na naftnu industriju (OKI – DOKI, INA – DINA), zahvaljujući obilju posla Mašinoprojekt se uključio i u procesnu industriju. Osim projektiranja instalacija grijanja i klimatizacije za dva kapitalna objekta tadašnjeg Naftaplina, projektirana su, među ostalim, i dva postrojenja (od ukupno tri u Europi!) za proizvodnju bušotinskih cemenata. Prema vlastitim razvojnim projektima izgrađene su tri linije za obnovu 200-litarskih limenih bačava u rafinerijama Zagreba (INA − Maziva), Rijeke i Beograda, projektiran sustav transportera za Petrokemiju u Kutini, Tvornica lijevanih kada za tvrtku OLT iz Osijeka, novi pogoni tvornice Dalmastroj u Splitu i niz drugih proizvodnih postrojenja.

Za to je razdoblje značajno formiranje tvrtke INA – Projekt (na bazi Industroprojekta) s tisuću tristo zaposlenih, zamišljene za izlaz na strana tržišta. Usporedno je i Institut građevinarstva Hrvatske (IGH) širio svoje područje djelovanja na projektiranje i stručni nadzor.

Sredinom osamdesetih godina počelo se na tržištu, kojem su projektne organizacije pripadale gotovo od osnutka, osjećati zatvaranje republičkih granica. Uz tadašnja politička kretanja uzrok je ležao i u činjenici da su kupci projektantskih usluga izvan Hrvatske stvorili u proteklom vremenu svoje stručne kadrove. Broj zaposlenih počeo se smanjivati, u početku prirodnim odljevom zbog odlaska u mirovinu, dok se istodobno nije zapošljavao mlađi stručni kadar zbog smanjenog opsega poslova.

Zaključak

Iz citiranih dijelova čak 9 (devet) zakonskih tekstova s nekoliko desetaka pripadnih izmjena i dopuna tijekom promatranih 45 godina, nedvojbeno proizlazi bitna organska veza:

GLAVNI PROJEKT – GRAĐEVINSKA DOZVOLA
– STRUČNI NADZOR GRADNJE

koja obuhvaća djelatnost projektiranja i stručnog nadzora u raznim vremenskim intervalima. Obrađeno razdoblje vrlo jasno pokazuje tendenciju dizanja stručnosti sudionika u opisanom procesu. Neposredno nakon Drugog svjetskog rata izgradnja kapitalnih objekata počivala je na srednjoj stručnoj spremi, da bi se postupno kvalifikacijska struktura podizala prema presudnijem sudjelovanju inženjera koji su s pojavom pogonskih inženjera (VŠS) dobili dodatak diplomirani (dipl.). Početkom sedamdesetih godina uvedeni su i stručni ispiti, koji su se mogli polagati tek nakon nekoliko godina rada u struci, a bili su uvjet da bi se projektni uredi odnosno biroi mogli registrirati za projektiranje i stručni nadzor. Istodobno se povećava propisani opseg projekta značajnijim uključivanjem propisa o zaštiti na radu, zaštiti od požara, zaštiti od buke, zaštiti zraka, voda i tala.

The Legislation on Design of Capital Facilities, 1945 – 1990

Jadranko Stilinović

Abstract: Designing and professional supervision of the construction of capital facilities is legally regulated, not only from the aspect of applied technical solutions, but also from the wider community's interest in the purposeful use of available space and related communal infrastructure, environmental protection and spending of public finances. By quoting legal regulation, successively innovated in the observed period, the scope and meaning of the conceptual and main project, the dynamics of introduction the regulation of the detailed and typical project, and the project of removing facilities are presented. At the same time, the requirements regarding the technical documentation have changed in terms of the qualifications and aquired experience on similar projects.

Keywords: designing of capital facilities, conceptual design, main design, detailed design, designer, certified designer, location permit, building permit, professional supervision, supervising engineer

4.
Životopisne bilješke znanstvenika

Zoran Bobič Šonc

Hipokritova kvadratura kruga – hipokrizija![1]

Sažetak: U antičkoj Ateni sredinom 5. stoljeća prije Krista matematičar Hipokrit (‘*Ιπποκριτης*) otkrio je da je plošnina (superficija) lunule nad diametrom jednaka plošnini kvadrata nad radiusom istog kruga (cirkulusa). Hipokrit je šestarom i ravnalom konstruirao punom krugu jednaku plošninu u obliku pitosoida (bačve) po kojem već dva milenija Hrvati s Puta svile, na kojem su izrađivali kotače za kola u Ukrajini i Slavoniji, izrađuju bačve od hrastovine svojih krajeva za spremanje Bacchusovog božanskog vina. Hipokrit je javno osuđen kao bezbožnik (ateist) i na splavi protjeran a postao je sinonimom za, po njemu nazvanu, *hipokriziju* koja se kao ljudska mana dvoličja spominje i danas. Hipokritove geometriske konstrukcije pogrešno se pripisuju liječniku Hipokratu iz Kosa kojem je Hipokrit iz Hiosa u tamnici zavještao svoja otkrića.

Ključne riječi: astropentagon, astropentadiagon, ateist, bačva, cirkula, cirkulus, diatropa, dilunula, dilunularna kvadratura kruga, diselenoid, Hipokrat, Hipokrit, hipokrizija, kvadratura, kvadratus, lunula, oftalmoid, pericirkula, Pitagorov panteorem, Pitagorov pentagon, pitos, pitosoid, pitosoidna kvadratura kruga, rodonid, rosoid, selenoid, superficija, tetrafilon, toxogon, voluta

[1]Stručna terminologija autorova.

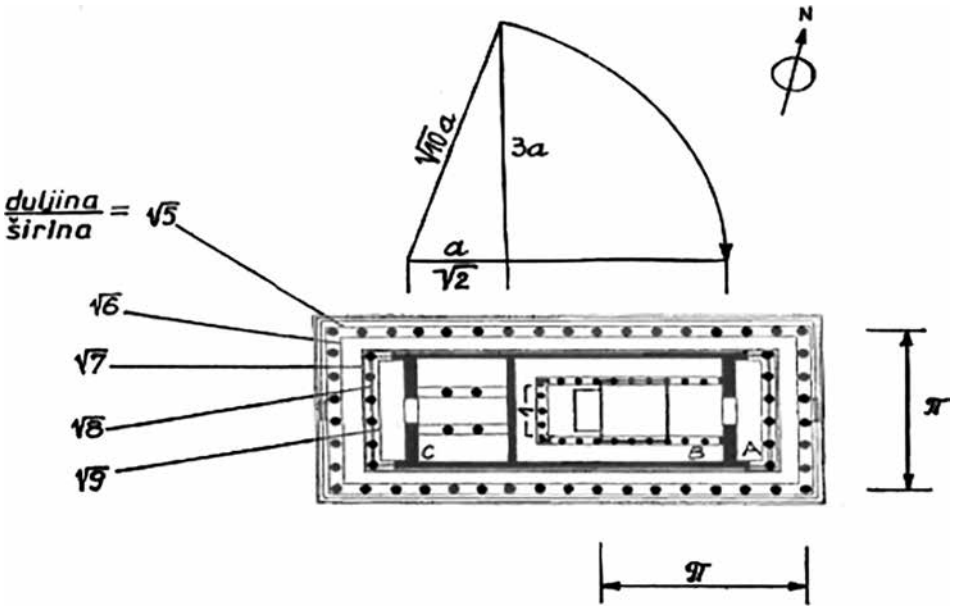
Uvod

Problem kvadrature kruga došao je u Grčku još iz drevnog Egipta a svodi se na to da je potrebno šestarom i ravnalom, simbolima oblika Sunca i njegovih zraka, konstruirati kvadrat krugu jednake plošnine. Pozadinu ovog problema kao i tešku povijesnu sudbinu njegovog geometriskog konstruktora Hipokrita saznat ćemo iz predanja.

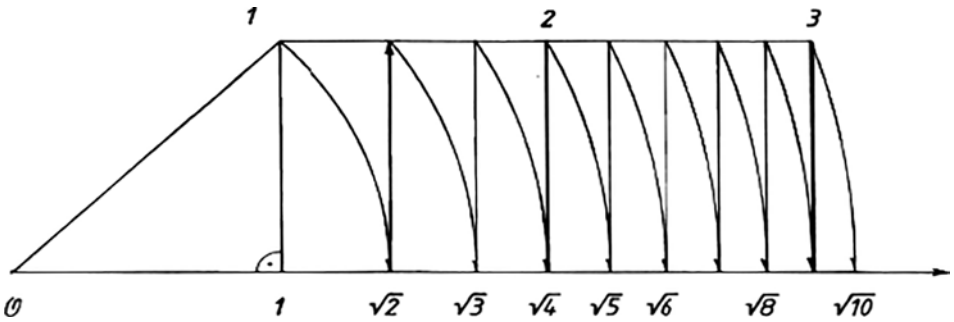
U antičkoj civilizaciji stare ere prevazilaženje nedaća populacije trebalo je umilostiviti božanstva izgradnjom velebnih hramova i u njih ugraditi nova najvrednija otkrića i spoznaje tajnovitosti prirode na Zemlji i kosmosa na Nebu. Problem se uvijek postavljao, kako ih ugraditi u hramove i preko njih vratiti božanstvima, slika 1., slika 2. i slika 3.

U najveći hram antičke Grčke Partenon na Akropoli ugrađena su do tada najveća dostignuća pitagorejaca od spoznaje 'tetraktisa' 10 brojevnih ključeva tajne prirode, iracionalnih odnosa duljina do Pitagorove kosmičke 'muzičke' osamtonske ljestvice s dva tetrakorda, protegnutih na du1jinu π preko

Slika 1.: Partenon – hram znanosti i umjetnosti božice Atene Partenos. Hram matematike pitagorejaca (graditelj mat. Iktin i arhitekt Kalikrates, nadglednik kipar Fidija, 447. – 438. pr. Kr.)



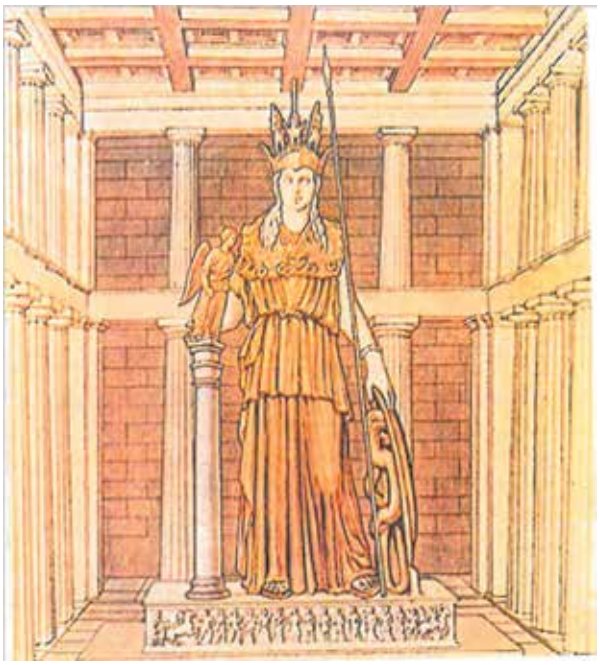
Slika 2.: Tlocrt hrama Partenona s ugrađenim iracionalnim odnosima (korelatima) dimenzija



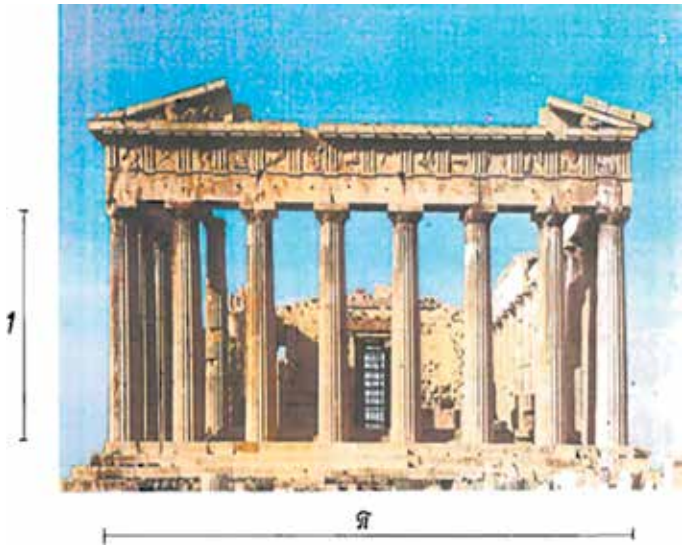
Slika 3.: Pitagorova tora (svitak) iracionalnih brojeva i njihova konstrukcija. Cjelobrojne duljine 2, 3, … predstavljaju Aristotelove diatrope (prekretnice) u mijeni.

8 dorskih stupova (grč. *δωρου*, doron; dar, dlan) u pročelju hrama. Tako božica znanosti i umjetnosti Atena Partenos dočekuje svoje poštovaoce. Razdoblje najvećeg procvata: kulture stvaralaštva antičke Grčke u doba Perikla, slika 4. i slika 5.

Nakon izgradnje Akropo1e (447. – 438. prije Krista) u Ateni su se prilike naglo promijenile pojavom sudbonosnih nedaća. Godine 431. počinje dugogodišnji Peloponeski rat između Atene i susjedne Sparte. Atena kao država postupno gubi svoju premoć. Godine 429. od epidemije kuge umire Periklo i poslije njega nastaje bezobzirna borba za vlast. Vlastodršci tirani progone i uklanjaju



Slika 4.: Kip Atene Partenos, božice znanosti i umjetnosti s proporcijama visine hrama po zlatnom rezu (Fidija, mramor, zlato, dragulji s likom Gordone i plaštom s zmijama)



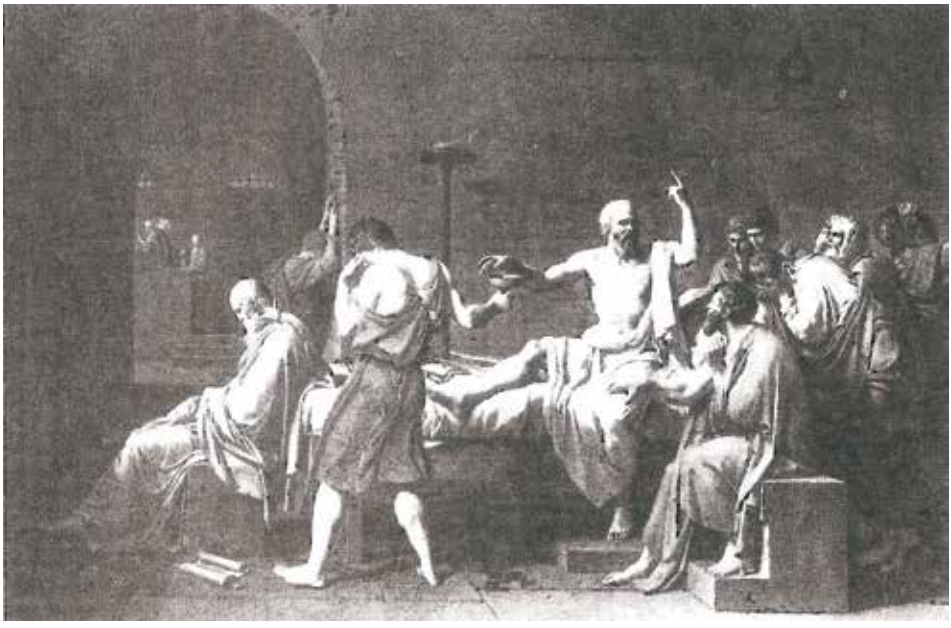
Slika 5.: Pročelje hrama s 8 stupova koji čine dva tetrakorda Pitagorove kosmičke osamtonske muzičke ljestvice. (Prenese prividne udaljenosti do nebeskih tijela na strunu monokorda: nete, paranete, trite, paramese, mese, lihane, parahipate, hipate.)

sve ono što bi po njima značilo svetogrđe i time bilo uzrokom propadanja Atene. Zbog, po njima uzrokovanog, naglog propadanja Atene gnjev tiranina postao je nemilosrdan, praćen hajkama na filozofe znanstvenike i umjetnike proglašavajući ih bezbožnicima − ateistima (grč. *θεος*, teos; božanstvo, bog).

Anaksagora iz Klasomene, desetljećima Periklov savjetnik i prijatelj, odmah nakon njegove smrti javno na trgu 428. godine optužen je za bezbožnost i osporavanje božanske prirode nebeskih tijela te protjeran iz Atene. Na istom trgu Agori optužuje se glavni učitelj u atenskoj školi Hipokrit, koji je podučavao o geometriji zvjezdanog Neba, kružnog oblika Sunca, o geometriji Mjesečevih mijena koji su u to doba bila božanstva. U njegovu obranu ustao je Dijagora s otoka Melosa zvan Bezbožnik kao nepomirljiv protivnik religije uma, ali uzalud.

Na atenskoj Agori u obranu zdravog razuma neumorno je govorio Protagora iz Abdere, protivnik dogmatizma, glasoviti majstor uvjeravanja ali bez konačnog uspjeha, pa je i sam 411. godine prije Krista protjeran iz Atene kao bezbožnik.

U obranu ustao je i jedan od najvećih umova tadašnje Grčke Sokrat, zagovornik umne spoznaje istine. Sokrat je podučavao mladež napretku na svim poljima ljudske djelatnosti i govorio: "Loše je i sramotno kad netko u svojim djelatnostima ne posluša boljeg: bilo čovjeka, bilo Boga (umjetnika,



Slika 6.: Sokratova smrt. Na podu leži rastvoren svitak − tora Platonovih zapisa Sokratovih riječi s karakterističnim zavojitim volutama. (Jacques-Louis Dariol, 1787. godine.)

znanstvenika, stvaratelja).” Ni uvjeravanja glasovitog Sokrata, koji je istinu prenosio na mlade, nisu pomogla, pa je kasnije 399. godine osuđen na nasilnu smrt trovanjem, slika 6.

Presuda Sokratu je glasila: “Ateist. Ne vjeruje u Bogove u koje vjeruje država!” Otrov je sam svjesno ispio zamolivši svog učenika Platona da mu ga doda.

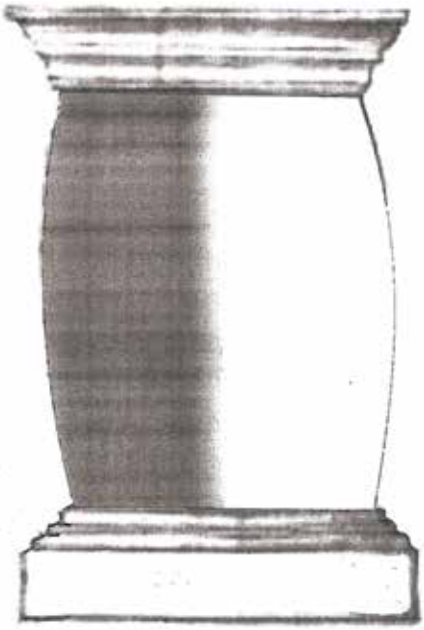
Od vlastodršca obmanuta gomila i dalje likuje presudama i presuđuje Hipokritu: “Ateist. Ne vjeruje u Bogove u koje vjeruje država, s kaznom smrti, protjerivanjem iz Atene nasilnim brodolomom.” Na maloj splavi bio je vezan za svoju mramornu kuglu, odveden na pučinu i prepušten sudbini olujnih valova i morskih pasa. Po predaji spasio se na otoku Pharosu (svjetionik) u Egejskom moru na koji su ga dopremile morske struje i dopratili dobroćudni Apolonovi dupini i doživio je mirnu starost, dok je Atena i dalje grcala u spletkama i razvratu njenih tiranina.

Nakon robovlasničke demokracije starog vijeka, pojavila se u srednjem vijeku religijska demokracija lažnog zajedništva u vlasti nad masama. Novije doba kapitalizma, imperijalizma i globalizma razvija se za čovjeka do kraja ponižavajuća klasna najamnička demokracija s povratom u sportu novogladijatorstva za zabavu masa i bogaćenje odabranih da bi se na kraju pojavila suvremena bezobzirna mafišistička diktatura u kojoj se jednima otima da bi se privrženim poklanjalo i sve dovelo u kaos, u znanosti poznate najbolnije faze obnove demokracije. Takve demokracije ne mogu ispraviti povijesne nepravde jer ih one i stvaraju. Sve te demokracije su na svoj način proganjale znanstvenike, izumitelje i stvaratelje novih progresivnih djela, otimale i prisvajale samo ona djela koja su vlastodršcu donosila bogatstvo i značaj.

Milenijske presude znanstvenicima bile su uvijek iste: “Ateist. Ne vjeruje u Boga u kojeg vjeruje Crkva.” Prisjetimo se samo tragičnih sudbina nekih od njih: Pitagora − protjeran a škola spaljena, Hipokrit − osuđen na smrt a djela na javno uništenje, Arhimed − ubijen, Giordano Bruno − spaljen živ na lomači, Galileo Galilei − anatema iz crkve i doživotno zatočenje, Descartes − prognan a djela javno spaljena, Lavoisier − giljotiniran, Einstein − prognan i do kraja opljačkan itd. − sve u ime “civilizirane” Europe.

1. Tko je zapravo bio Hipokrit?

Pisana povijest ne zna za njega, jer nije smjela znati. Ostala su samo predanja koja su se došaptavala od generacije do generacije. Sredinom 5. stoljeća prije Krista, zajedno s najboljim klesarima iz tada nadaleko glasovite klesarske i kiparske škole na otoku Hiosu, doveden je u Atenu da bi sudjelovao u gradnji



Slika 7.: Predviđen postament za Hipokritovu bistu – pitosoid (bačva)

slavne Akropole. Njegovu nadarenu klesarsku vještinu ubrzo je spazio tada najpoznatiji kipar Fidija, nadglednik gradnje Akropole.

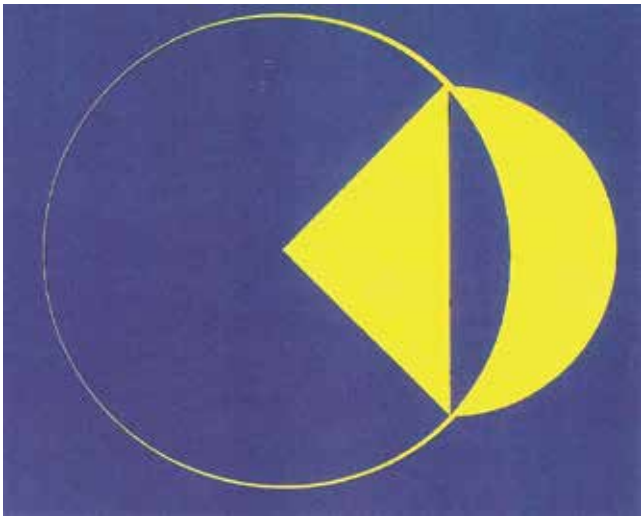
Hipokrit ga je zadivio savršeno isklesanon kuglom od bijelog mramora. Savršen oblik kugle Hipokrit je postigao uspoređivanjem oblika njene sjene u raznim položajima i pažljivim dotjerivanjem njenih izbočina. Fidija je prepoznao genijalnost mladog Hipokrita, oslobodio ga napornog klesanja, i uputio ga na školovanje u Filolajevu školu tada najpoznatijeg pitagorejca. U školi se talentirani Hipokrit upoznao sa spoznajama pitagorejaca, tajnovitostima geometriskih tijela i napose iracionalnih proporcija (Pitagorova tora) te ubrzo postao učiteljem najrenomiranije škole, liceju (grč. *λύκειον*). Napisao je prva sistematizirana skripta iz geometrije Zemlje i zvjezdanog Neba.

Na vrhuncu svoje popularnosti izveden je pred gomilu na suđenje. Njegovi rukopisi iz područja geometrije trebali su biti uništeni, škola raspuštena, a on zaboravljen. Neke Hipokr**i**tove bilješke i konstrukcije se do danas pripisuju drugom autoru slična imena, glasovitom Hipokr**a**tu iz Kosa (460. − 377. prije Krista). Hipokrat je kao liječnik jedini imao pravo posjećivanja u tamnici zatočenog i oboljelog Hipokrita od koga je i saznao za sakrite Hipokritove rukopise. Hipokrat ih je pronašao i tako ih sačuvao od zaborava i uništenja. Otada se uvriježio običaj da liječnici u narodu budu skupljači i čuvari najraznovrsnijih umjetnina i vrednota svoga kraja. Još jedna njihova humana i društveno korisna uloga. O Hipokritu dalje ni traga ni glasa.

2. Što je to Hipokrit učinio?

Konstruirao je kvadraturu kruga šestarom i ravnalom, milenijsku geometrisku zagonetku još iz starog Egipta. Hipokrit je otkrio da dva lika, jedan sačinjen samo od pravih linija a drugi samo od kružnih lukova mogu imati jednaku plošninu. Geometriski lik od samo kružnih lukova Hipokrit je pronašao u liku Mladog Mjeseca − lunuli. Slutio je da bi u pravolinijskom liku u ostatku nevidljivog dijela Mjeseca postojalo rješenje problema. Ustvrdio je da se u tom nevidljivom prostoru nalazi jednakokračan (isokatetan) pravokutan trokut (ortotrigon) koji bi Suncem obasjan imao jednaku svjetlinu kao i lunula, a po tome i jednaku plošninu. Isokatetni ortotrigon pojavljuje se kao lik u zrakama Sunca u zenitu Talesove polukružne putanje Sunca.

Hipokritovu konstrukciju jednakih plošnina lunule i ortotrigona, koja se zbog sličnosti s oblikom oka naziva *Hipokritov oftalmoid* tj. Hipokritovo oko (grč. *οφθαλμος*; oko) prikazuje slika 8.

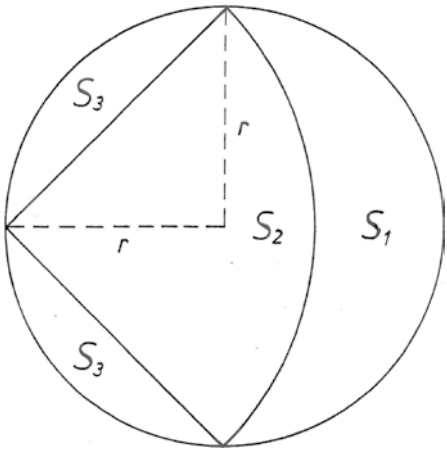


Slika 8.: Hipokritov oftalmoid – jednakost plošnina lunule i ortotrigona

Plošnina koja je omeđena kružnim lukovima u obliku Mladog Mjeseca jednaka je plošnini pravokutnog trokuta. To je ta kosmička istina. Geometriska konstrukcija toliko je jednostavna da i danas, nakon nekoliko milenija, ova genijalna jednostavnost Hipokritove spoznaje izaziva divljenje i puno poštivanje. Najsavršenija poznata harmonija prave i zakrivljene linije, dovoljan je simbol prepoznatljivosti inteligentnih bića u kosmosu.

Kako se geometriski konstruira? Čovječe, potrudi se i dokuči je sam, spoznat ćeš tajnovitu harmoniju jedne kosmičke igre protežnosti – *teineje*.

1. APODIX (dokaz). Potrebno je prema slici 9. dokazati da je plošnina (superficija) S_1 lunule jednaka plošnini ortotrigona u veličini $r \cdot 2r/2 = r^2$.



Slika 9.: Analitička konstrukcija "Hipokritovo oko"

Prema analitičkoj konstrukciji na slici 9. ukupnu plošninu kruga radiusa r čini zbroj dionih (pars) plošnina i to: $S = S_1 + S_2 + 2S_3$. Izražavanjem dionih plošnina s radiusom r kruga, slijedi da plošnina S_1 lunule iznosi:

$$S_1 = S - S_2 - 2S_3$$

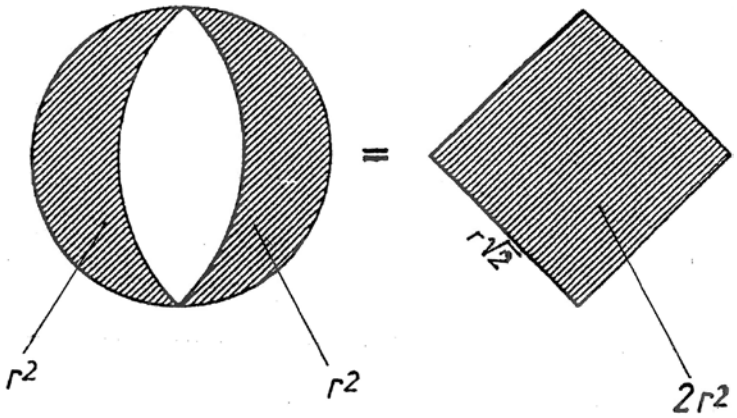
$$S_1 = r^2\pi - \frac{(r\sqrt{2})^2\pi}{4} - 2\left(\frac{r^2\pi}{4} - \frac{r \cdot r}{2}\right)$$

$$S_1 = r^2 \cdot \pi - r^2 \cdot \pi + r^2$$

$$S_1 = r^2$$

Budući da dva isokatetna ortotrigona čine kvadrat proizlazi da su plošnine dviju simetričnih lunula u krugu jednake plošnini kvadrata u istom krugu.

Lik kojeg čine dvije lunule u diametralnoj simetriji se izvorno po Hipokritu nazivao *diselenoid* (grč. *σεληνοειδης*; u obliku Mjeseca, nalik Mjesecu), a Mjesec kao kosmičko tijelo nazivao *σεληνη* (selene) (grč. *ειδος*, idos; izgleda

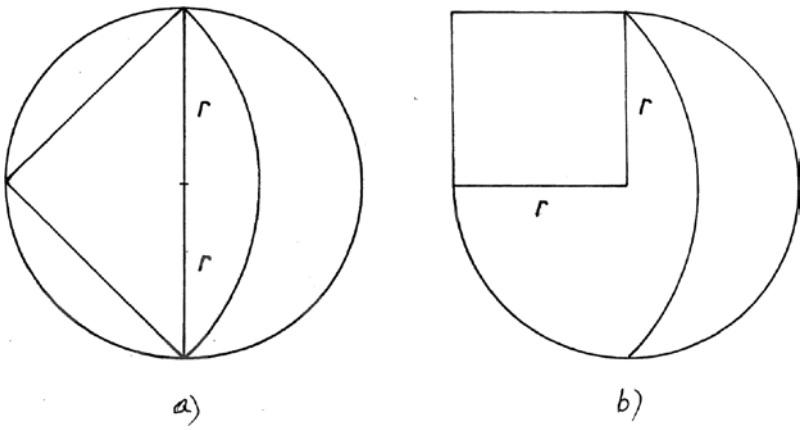


Slika 10.: Hipokritova dilunularna kvadratura kruga

kao, sliči). Danas naziv *selenoid* predstavlja opći naziv za oblik Mjeseca u njegovim raznim fazama, mijenama, dok se naziv lunula koristi za specifičan oblik koji ima dva određena radiusa zakrivljenosti kružnih lukova i to r i $r\sqrt{2}$.

Stoga se Hipokritova konstrukcija kvadrature kruga s dvije specifične (r, $r\sqrt{2}$) simetrične lunule u krugu naziva 'Hipokritova dilunularna kvadratura kruga', slika 10.

Na osnovu Hipokritovih otkrića nastala su dva osnovna teorema lunularne kvadrature kruga prikazana na slici 11. Može se uočiti da krug nema ispunjenu ploštinu i s prazninom u sredini postavlja se novo pitanje. Da 1i se može puni krug po plošnini nadomjestiti punim likom s pravim linijama? Po Hipokritu može!

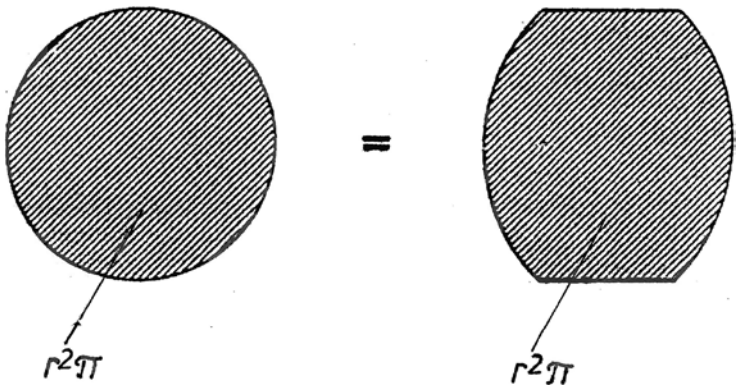


Slika 11.: Hipokritovi lunularni teoremi kvadrature kruga: a) plošnina lunule jednaka je plošnini polovice kvadrata nad diametrom kruga, b) plošnina lunule nad diametrom kruga jednaka je plošnini kvadrata nad radiusom kruga

3. Genijalni Hipokrit je riješio i drugi problem kvadrature punog kruga (cirkulusa)

Po Hipokritu praznina u krugu, koja ima plošninu $r^2\pi - 2r^2 = r^2(\pi - 2)$ i kvadrat plošnine $2r^2$ ispunjavaju ploštinu punog kruga. Smještanjem (titenacijom) pravokutnika s kvadratom jednake plošnine $2r^2 = r \cdot 2r$ u razmaknutu prazninu dobiva se ploština koja ima plošninu jednaku plošnini punog kruga. Tako se dobila ploština koja je omeđena pravim linijama i kružnim lukovima krugu jednake plošnine.

Konstrukcija je po Hipokritu dobila naziv Hipokritova pitosoidna kvadratura kruga, skraćeno pitos-kvadratura kruga (grč. *πιθος*; bačva), a koju prikazuje slika 12. Hipokritovo rješenje kvadrature kruga dalo je novi geometriski lik po obliku sličan bačvi. Bačvasti oblik dobila je nova posuda za spremanje, po božanstvu Bacchusu (grč. *Βακχος*), isto tako božanskog vina.



Slika 12.: Hipokritova pitos-kvadratura kruga

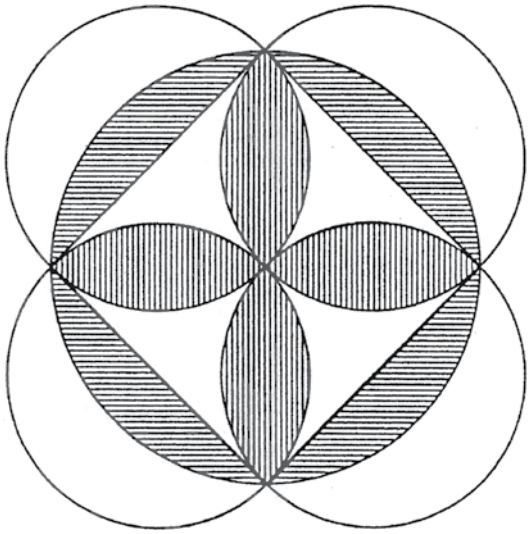
Vrhunski majstori u izradi bačvi bili su u povijesti Hrvati, koji su na, od perzijskog cara Darija dobivenom, zemljištu izrađivali kotače od tvrdog drveta za borna kola i kasnije za kola na Putu svile. Za izradu bačvi koristili su hrast lužnjak i kitnjak koji je rastao u područjima današnje Ukrajine i na obali nekadašnjeg Panonskog mora današnje Slavonije. Njihove naseobine u tim krajevima postoje još i danas sa zadržanom tradicijom izradi bačvi i vjedara od hrastovine. Hrastovina se posebno sušila uz vatru savijanjem pomno istesanih daščica učvršćenih drvenim obručima, jer je vlažno drvo upijalo vino. Bačve s drvenim obručima spojenim posebnim koncem koje su služile za spremanje vina i soljene ribe mogu se naći još i danas na otocima u Dalmaciji. Zbog mnogih prednosti drvenih bačvi dotadašnje amfore su se postupno prestale izrađivati.

Hipokrit je ustanovio da se puni krug ne može nadomjestiti likom od samih pravih linija već likom koji sadrži prave linije i kružne lukove. Po Hipokritu puni krug se može pretvoriti u drugi lik jednake plošnine samo zajedničkom igrom prave i kružne linije. Njegova spoznaja jedna je od najsjajnijih zvijezda na nebu znanosti geometrije. Kvadrat je po Arhimedu samo jedan korak na putu mijene od trigona preko poligona do kružnice (cirkule).

Likovi (formoidi) Hipokritove kvadrature kruga posloženi u jedan lik daju lik nazvan Hipokritov *rodonid* (grč. *ροδον*, rodon; ruža), u novije vrijeme *rosoid* (lat.-grč.), a prikazuje ga slika 13. Hipokritov rodonid. ima karakteristična dva geometrijska svojstva i to:

1. Četiri vanjske lunule jednake su po plošnini punom kvadratu.
2. Plošnina između kružnice i kvadrata jednaka je plošnini četiri listoidna filonoida (grč. *φύλλον*, filon; list) u kvadratu.

Četiri filonoida dobivena kružnim lukovima dopunjuju plošninu kvadrata do punog kruga.



Slika 13.: Hipokritov rodonid – ruža

Kružni lukovi nad stranicama kvadrata sjeku se u centru kvadrata i u kvadratu tvore četiri plošnine slične listovima djeteline. Taj lik je još po Hipokritu nazvan *tetrafilon* − četverolist. Tetrafilon se u prirodi pojavljuje u obliku četverolisne djeteline.

Hipokritovi učenici su tu rijetku četverolisnu djetelinu − tetrafilon brižljivo tražili po travnjacima upravo za nastavu geometrije, jer im je donosila najvišu ocjenu. Otuda i njen simbol sreće za onoga koji ju pronađe. Tako se i preko nje predajom prenosila Hipokritova spoznaja geometrijske istine kvadrature kruga.

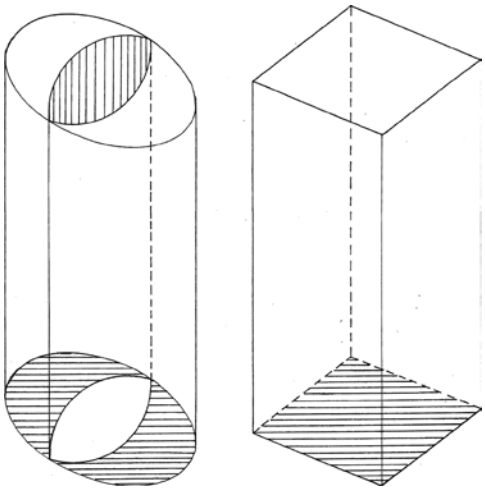
4. Gradnja hrama božice pobjede Atene Nike

Atena je i dalje propadala u spletkama i tiraniji vlastodršca. Ipak, pojavile su se sudbonosne godine predaha pod vladarom Nikijom koji je sa Spartom potpisao primirje. Mnogo nedaća primoralo je Atenjane da milostivim bogovima poklone još koji hram na Akropoli. Na desnoj strani ulaza zvanog Propileji započela je 427. godine prije Krista gradnja hrama božice pobjede i uspjeha Atene Nike, zvane Nika Apteros. Radovima rukovodio je već ostarjeli arhitekt Kalikrat. Sve su nove znanstvene spoznaje, po tadašnjem vjerovanju, trebale biti podarene bogovima i ugrađene u hram. Kalikrat je znao da Hipokritove spoznaje kao ni nove spoznaje atenskog liceja nisu vraćene bogovima. Kako ih ugraditi u hram pobjede, a da se ne oskrnave, tj. da ne bude svetogrđe.

Problem su riješili opet mudri Jonjani. Duboko poniženi sudbinom svog zemljaka Hipokrita, dosjetili su se kako da bogovima vrate sve znanstvene spoznaje u jednom daru, tada pisane i crtane na papirusu, koji je imao oblik svitka. Vraćaju bogovima ništa drugo nego sva znanstvena otkrića, znanstvenu misao, najvrednije što im je još preostalo. Vraćaju svoje svitke. Po mnogima jedan od najmudrijih i najvećih događaja u povijesti umjetnosti uopće. Vrh stupa hrama, kapitel, koji je u dorskom stilu imao simboliku darivanja priljubljenim dlanovima, sada dobiva, simbolički izgled rastvorenog svitka s dva međusobno razmaknuta zamotana kraja zvana *volute*. Još je ostao materijalan oblik Hipokritove kvadrature kruga. Kalikrat je odlučio. Ugradit će se u stupove! Rješenje je bilo u postavi dvije vrste stupova i to: cilindričnih i prizmatičnih.

Da bi bio prihvaćen prizmatičan stup s pravim 1inijama, već ostvareno majstorstvo drevnih Egipćana, trebalo mu je dati novo umjetničko svojstvo primjenom neke nove znanstvene spoznaje. Arhitekti su postavili uvjet. U hram bi se mogao ugraditi prizmatičan stup samo ako je jednako visok i jednako težak kao cilindričan. Pitagorejski matematičari su odredili da uz jednaku visinu stupova baze stupova trebaju imati jednaku plošninu i rješenje našli u Hipokritovoj dilunularnoj kvadraturi kruga. Dva stupa, prikazana na slici 14. udovoljavaju postavljenim zahtjevima: jednako su visoki i jednako teški, jedan je cilindričan a drugi je prizmatičan.

U skladu s svijetlim i tamnim dijelovima Mjeseca, prednji stupovi hrama obasjani Suncem su cilindrični a iza njih u sjeni su prizmatični stupovi. Izgled hrama s tetrakordom cilindričnih stupova s volutama u proče1ju i unutarnjim prizmatičnim stupovima u sjeni prikazuje slika 15. Godine 424. prije Krista završena je gradnja hrama, čije zdanje poručuje još i danas o povijesnom otkriću jedne tajnovitosti kosmosa.



Slika 14.: Hipokritovo rješenje jednako visokih i teških stupova

Slika 15.: Hram božice pobjede Atene Nike na Akropoli s volutama znanosnih svitaka, cilindričnim i prizmatičnim stupovima

I još nešto u svezi s Hipokritom i Mjesecom. Otok Hios, rodno mjesto Hipokrita, gdje je još 550. godine prije Krista uspostavljen prvi oblik demokracije izgradnjom akvadukta odlukom pučana, vrlo je sličan po obliku Mladom Mjesecu, lunuli.

Nakon mirnog razdoblja izgradnje hrama, Atena ponovno ulazi u razdoblje nedaća i ratnog vihora sve do njene tragične propasti. Povjesničari onog vremena zabilježili su jednu nemilu okolnost. U ratu sa Spartom Atenjani su u Velikoj luci bili opkoljeni i oklijevali su isploviti s svojom nadmoćnijom flotom. Spustila se noć i zbila se po astronomima predviđena pomrčina Mjeseca. U strahu i velikoj panici napustili su svoje brodovlje i na kopnu izgubili rat 404. godine prije Krista.

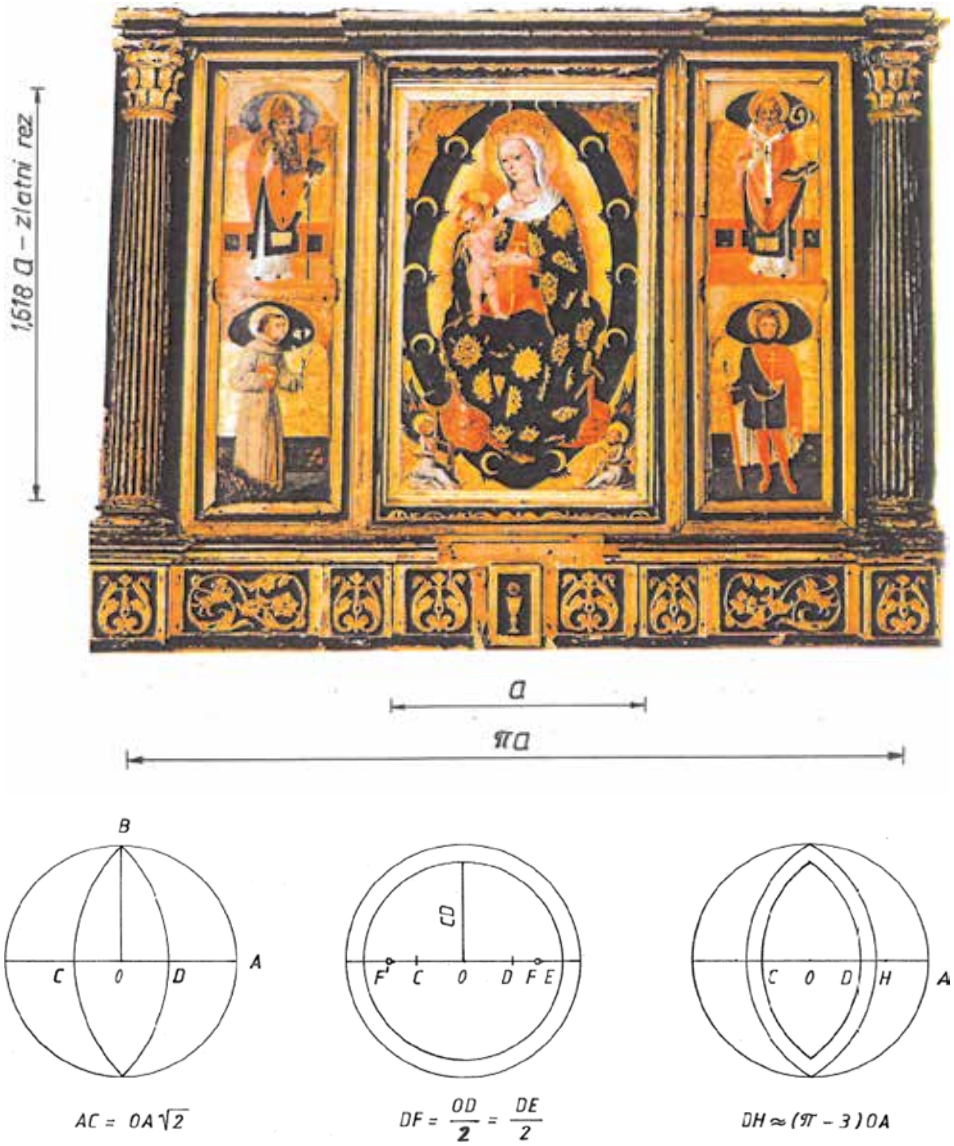
5. Hipokritova otkrića u znanosti i umjetnosti

Hipokritova otkrića ostala su u čovječanstvu prisutna na razne načine. Glasoviti matematičar Euklid (330. − 275. prije Krista) učitelj i upravitelj knjižnice u Aleksandriji je kasnije u svoje sveske *Elementi I. – IV.*, prema podacima koje je prikupio liječnik Hipokrat, unio neke Hipokritove spoznaje iz matematike i tako ih sačuvao u znanosti od zaborava.

Tijekom milenija u graditeljstvu su se na mnogim zdanjima primjenjivala oba stupa, od Panteona u Rimu preko Hadrijanova slavoluka u Ateni iz 132. godine prije Krista na kojem se oba stupa nalaze jedan pored drugog. Gradnja raznih zdanja s cilindričnim i prizmatičnim stupovima nastavila se preko renesansne Italije dalje na zapad i sjever, da bi se preko neoklasicizma vratila u Atenu u glasovita zdanja atenske trilogije: Akademija, Sveučilište i Biblioteka.

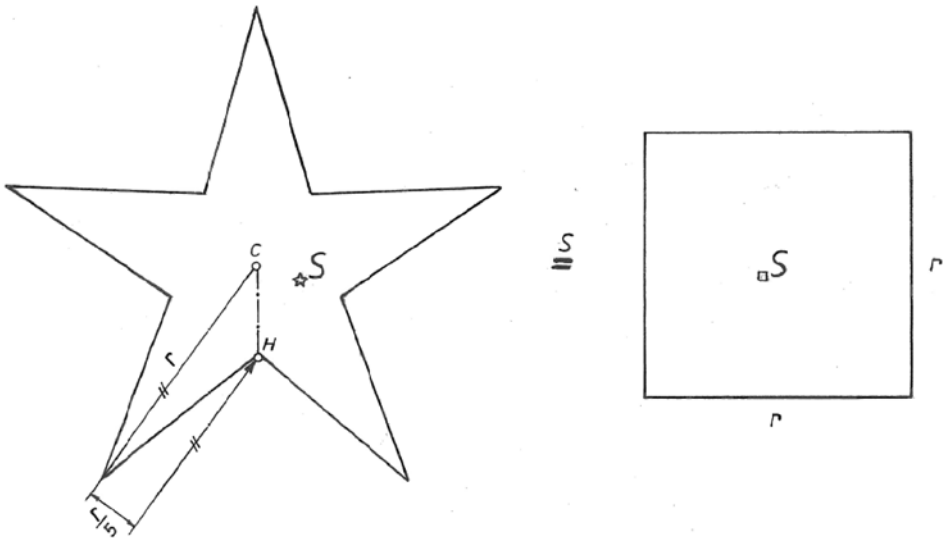
U 15. stoljeću pojavljuju se umjetnička djela u Dubrovniku s primjenom Hipokritovih otkrića. Onofrio di Giordano iz Napulja je 1438. godine u Dubrovniku izgradio Veliku česmu s kupolom i otvorom na njoj u obliku konstrukcije Hipokritovo oko. Lovro Dobričević Marinov iz Kotora je 1465. godine na najuzvišeniji način oslikao Hipokritovu prazninu između lunula s likom Bogorodice s Isusom na triptihu crkve Sv. Marije na Dančama u Dubrovniku, slika 16. U geometriskoj konstrukciji *lunarnog labijara* prikazana su tri kruga, točke žarišta F i F' su centri lukova labijara. Sve dimenzije triptiha je slikar umjetnik određivao pomoću konopca. Sve to na brdovitom i burnom Balkanu.

Hipokrit je otkrio još jednu tajnovitu igru geometrije kosmosa. Upotrebom šestara i ravnala simbolima Sunca i njegove zrake konstruirao je kvadraturu pitagorejske petokrake zvijezde − *astropentagona*. Polazna konstrukcija Hipokritovog astropentagona je Pitagorov pravilan peterokut − tatopentagon



Slika 16.: Geometriska kompozicija *Hipokritovog labijara* središnje slike triptiha slikara Lovre Dobričevića, Dubrovnik 15. stoljeće

kojim se, primjenom konstrukcije zlatnog reza, konstruiraju 5 jednako razmaknutih točaka na kružnici − cirkuli. Sjecište paralele na udaljenosti $r/5$ od radiusa i radijale u točki C određuje unutarnju točku H Hipokritovog astropentagona kako prikazuje slika 17. Plošnina Hipokritovog astropentagona jednaka je kvadratu radiusa, r^2 opisane kružnice − pericirkule.



Slika 17.: Hipokritova kvadratura astropentagona, ☆S = □S = r^2

2. APODIX (dokaz). Na osnovu analitičke konstrukcije na slici 18. slijedi da tražena radijata $r_{\mathrm{H}} = \overset{\vdash\!\dashv}{CH}$ Hipokritovog astropentagona ima duljinu $r_{\mathrm{H}} = r/5 \sin 36^0$.

Plošnina cijelog astropentagona se sastoji od 5 jediničnih upuštenih trigona (⋀), toxogona ⋀$AHBC$ (grč. *τοξον*, vršak strijele). Plošnina jednog toxogona iznosi:

$$S_1 = \overset{\rightarrowtail\!\!\leftarrowtail}{AB} \cdot \frac{r_H}{2}$$

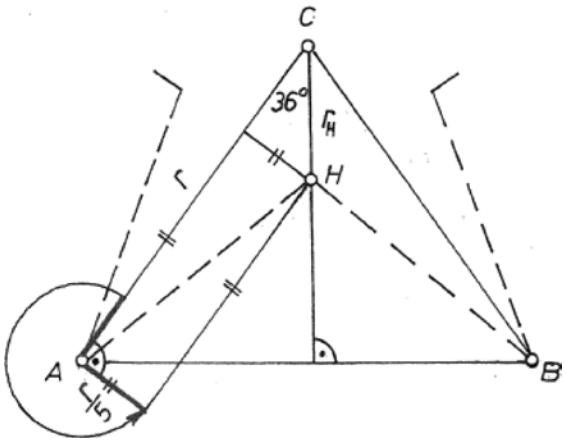
gdje je:

$$\overset{\rightarrowtail\!\!\leftarrowtail}{AB} = 2r \cdot \sin\frac{180°}{5} = 2r \cdot \sin 36°$$

da bi plošnina cijelog astropentagona iznosila:

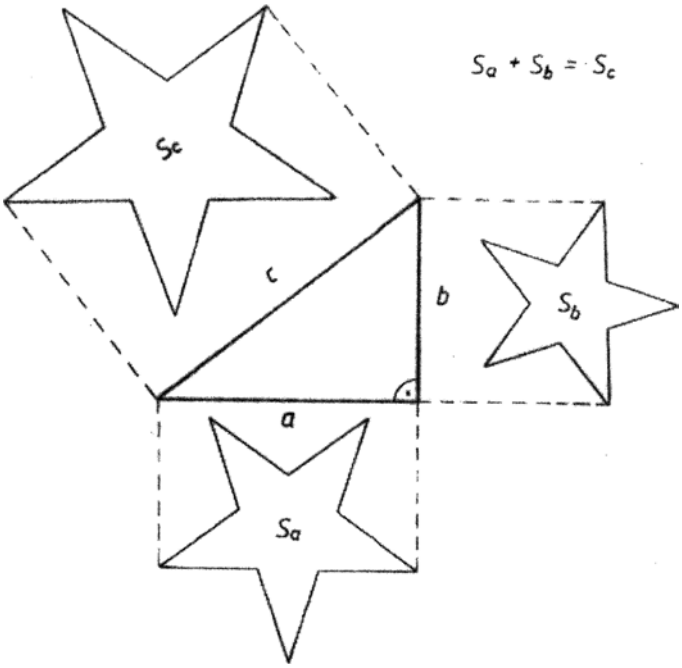
$$S = 5S_1 = 5 \cdot \frac{\overset{\rightarrowtail\!\!\leftarrowtail}{AB} \cdot r_H}{2} = \frac{5 \cdot 2r \cdot \sin 36° \cdot r}{2 \cdot 5 \sin 36°} = r^2$$

Ovom konstrukcijom kvadrature astropentagona Hipokrit je postigao da astropentagon, lunula i kvadrat imaju svaki plošninu jednaku kvadratu radiusa kruga r^2, čime je geometriju pitagorejaca uzdigao u zvjezdane prostore kosmosa.

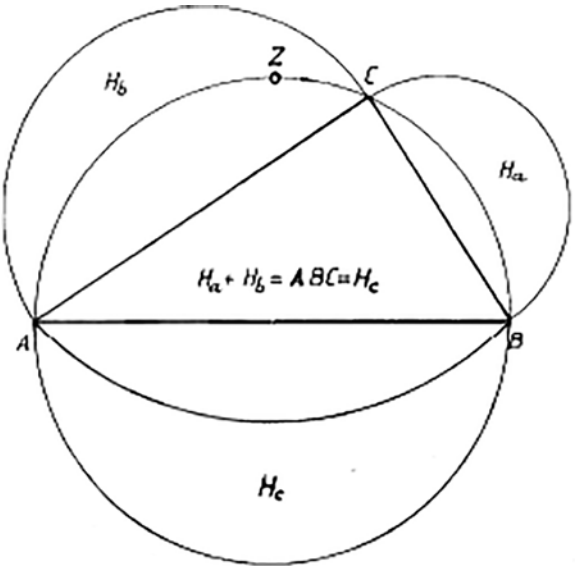


Slika 18. Analitička konstrukcija Hipokritovog astropentagona.

Hipokrit je kvadraturom astropentagona dokazao da Pitagorov teorem za ortotrigon vrijedi za sve istorodne tj. homotetne likove, a ne samo za kvadrate. Slika 19. pokazuje da je po potpunom Pitagorovom panteoremu zbroj plošnina astropentagona nad katetama jednak plošnini astropentagona nad hipotenuzom, $S_a + S_b = S_c$.



Slika 19.: Pitagorova triada astropentagona u ortotrigonu



Slika 20.: Pitagorov panteorem s Hipokritovim lunulama

Hipokrit je sa svojim lunulama nad ortotrigonom također dokazao opći Pitagorov panteorem, slika 20.

Nakon pohoda Aleksandra Velikog u 4. stoljeću prije Krista nastalo je zbližavanje i povezivanje kultura Grčke, azijskih i afričkih zemalja triju kontinenata. Pitagorejci su se prepoznali po crtanju astropentagona (☆) u jednom potezu. Tako su pitagorejski simboli tajnovitih geometrijskih istina kosmosa: petokrake zvijezde − astropentagona (☆), polumjeseca – lunule (☽) preko Bliskog Istoka bili postupno prihvaćeni u kršćanskim i islamskim zemljama. Astropentagon s iracionalnim odnosima duljina postao je najuzvišeniji simbol kosmičke istine, pravde i prosperiteta (iracionalan slijed promjena u općoj mijeni, smjena akcije i reakcije, privlačenje i odbijanje suprotnosti, prožimanje komplementarnosti, rezonancijske komunikacije univerzuma – Tesla i dr.

Prema specifikaciji uglednog znanstvenika dr. sc. Željka Heimera iz Zagreba 58 država svijeta ima u državnim zastavama simbol astropentagona da bi ih ukupno bilo 236, a 18 država ima amblem polumjeseca u svojim državnim zastavama. Pitagorejski *astropentadiagon* (✡) se i danas nalazi kao središnji simbol u zastavi države Maroco kamo su se u antici sklonili pitagorejci prognani iz grčkog Krotona (Crotona) u Južnoj Italiji. Ali o Hipokritu kao znanstveniku ni traga ni glasa.

Usred pobožne Atene pojavljuje se čovjek koji spoznaje i izriče jednu kosmičku istinu. Nisu je mogli javno prihvatiti, nisu je bili dostojni. Svoje su slabosti i predrasude uzvisivali kao vrline, pripisali ih božanskim, pa njima slijepo vjerovali. S takvim lažnim božanskim vrlinama osudili su jednu

kosmičku. istinu. Posjedovali su i lažnu moć – vlast. Htjeli su i vlast nad istinom. Toliko su je se plašili i odbacivali da su je že1jeli uništiti bez ikakva traga jer nije pripadala njihovim lažnim božanstvima i predrasudama.

Ali priroda čovječanstvu jednom povjerenu istinu ne uzima više natrag. Povjerila ju je jednom genijalnom umu. Tu istinu dalje čuva druga istina. Ostala je u predaji trajno sačuvana kao ljudska karakterna osobina, koja će biti vječno spominjana dok postoji ljudskog roda. Odjenula je ruho ljudske mane, *hipokriziju*, da bi kao takova mogla opstati u 1judskom rodu. Vječna opomena za nepoštivanje također vječne kosmičke istine leži tako na savjesti čovječanstva.

Bože, ne opraštaj, znaju što čine!

Zaključak

Hipokrit je doživio najveću moguću nepravdu koja je ikad u povijesti čovječanstva učinjena prema jednom pripadniku ljudskog roda. Javna osuda, prokletstvo, izgon nasilnim brodolomom su samo manji dio te povijesne nepravde. Nepravda je *HIPOKRIZIJA*!

Što je zapravo učinio? Izjednačio je plošnine Mjesečevog lika i trokuta u kružnom obliku Sunca. Mjesec i Sunce su u njegovo doba smatrani božanstvima. Izjednačio je likove božanskih svojstava kružne i prave linije simbola Sunca i njegove zrake, što je osuđeno kao bogohulje.

Opće poznate Hipokratove lunule ne potječu od liječnika Hipokrata iz Kosa, već od njegovog suvremenika matematičara Hipokrita iz Hiosa, po kojem je ljudska mana *dvoličje* nazvano *hipokrizija*.

Literatura

[1] Žarko Dadić: *Razvoj matematike*, Školska knjiga, Zagreb, 1975.

[2] Amy Dahan-Dalmedico, Jeane Peiffer: *Routes et dédales – Histoire des Mathematiques*, Paris, 1982.

[3] *Larousse – Opća enciklopedija*, Paris 1967., Beograd 1972.

[4] *Matematičeskij enciklopedičeskij slovar*, Moskva 1988.

[5] *Dubrovnik i okolica – turističke informacije*, Privredni vjesnik, Zagreb, 1991.

[6] Zoran B. Šonc: *Optimalne polisekcije gonusa (...) šestarom i ravnalom novom logokodusnom geometrijom*, Medaille d'Or, Brussels, Eureka, '99.

Zahvala

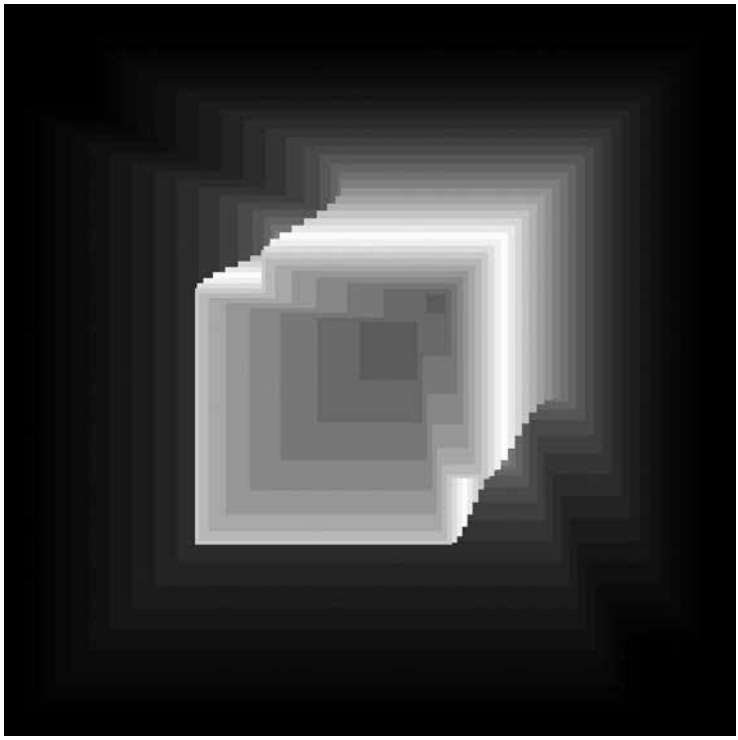
Srdačno zahvaljujem vršnjaku kolegi elektroinženjeru prof. dr. sc. Zvonku Benčiću na brižljivom uređenju članka i njegovoj ediciji.

Hippocrites' Quadrature of the Circle – Hypocrisis

Zoran Bobič Šonc

Abstract: In ancient Athens in the middle of the 5th century before Christ, the mathematician Hippocrites discovered that the surface of a crescent drawn over the diameter of a circle is equal to the area of a square over the radius of the same circle. Using a compass and a ruler, Hippocrites constructed a full circle with an equal area in the form of a barrel, according to which Croats on the Silk Road, on which they made wheels for carriages in Ukraine and Slavonia, have been making barrels from oak from their own region for two millenia, to store Bacchus' heavenly wine. Hippocrites was publicly condemned as an atheist and was sent away on a raft. He became a synonym for *hypocrisy*, which was named after him, and is still mentioned today as a human fault. Hippocrites' geometrical construction is erroneously ascribed to the physician Hippocrates of Kos, to whom Hippocrites of Hios revealed his discovery in prison.

Keywords: astropentagon, astropentadiagon, atheist, barrel, circula, circulus, dilunula, dilunualar quadrature of the circle, diselenoid, Hippocrates, Hyppocrites, hypocrisis, quadrature, quadratus, lunula, ophthalmoid, percircula, Pythagorus' pantheorem, Pythagorus' pentagon, pythos, pythosoid, pythosoid quadrature of the circle, rodonid, rosoid, selenoid, area, tetraphilon, toxogon, voluta



Vlatko Čerić: *Unclassified_objects_5*

Marijana Borić

Marin Getaldić između tradicionalnog i novovjekovnog pristupa znanosti

povodom 450. obljetnice rođenja Marina Getaldića

Sažetak: U radu se analizom Getaldićeva djela Promotus Archimedes razmatra njegov pristup istraživanju, uspoređuje s dotadašnjom znanstvenom tradicijom i tumači njegov doprinos transformaciji novovjekovne znanosti. Pokazuje se da je Getaldićev stil izlaganja fizikalne građe geometrijskom metodom rani nagovještaj širenja geometrijske metode na različita područja filozofije XVII. stoljeća. Osim navedenog uvođenja matematike u opis fizikalnih problema, naglašava se drugi važan aspekt djela, a to je njegova eksperimentalna utemeljenost, omogućena stvarnim mjerenjima. Getaldićev pristup u tom djelu karakterističan je za novovjekovno istraživanje prirodnih znanosti, a djelo Promotus Archimedes uklapa se u opće filozofske tendencije svojeg vremena.

Ključne riječi: Marin Getaldić, novovjekovna znanost, prirodna filozofija, epistemologija, geometrijska metoda, eksperiment, simbolička algebra

Uvod

Tijekom renesanse razvija se i afirmira neoplatonistička prirodna filozofija te se zastupa matematička interpretacija prirodnih pojava, koja uključuje i kvantitativna razmatranja. Dotadašnja kvalitativna razmatranja i tumačenja, koja su bila temelj Aristotelove prirodne filozofije, postupno se zamjenjuju kvantitativnim razmatranjima i tumačenjima prirodnih pojava. Stoga u to

Slika 1.: Marin Getaldić (1568. − 1626.)

vrijeme sve više jača značaj Arhimedove fizike, koja je u srednjem vijeku bila u manjoj mjeri zastupljena. Prihvaćaju je istaknuti matematičari i fizičari tog doba jer je zbog njezine utemeljenosti na kvantitativnom, matematičkom i eksperimentalnom pristupu pružala nove uvide i saznanja. Početkom renesanse, kritike Aristotelove fizike bile su uglavnom djelomične i nisu poricale cjelokupnu peripatetičku prirodnu filozofiju, ali s vremenom njihov se broj povećavao, što je dovelo do radikalnije kritike tradicionalnog aristotelovskog pristupa istraživanju prirode. Plodonosan spoj Arhimedove i neoplatonističke tradicije postupno je doveo ne samo do napuštanja peripatetičke prirodne filozofije, nego i do izgradnje novovjekovne prirodne znanosti te potpuno nove predodžbe ustrojstva svijeta. Utjecaj neoplatonističkih shvaćanja i arhimedovskog pristupa odražavao se i u matematici tog doba. Nakon prvih kontakata zapadnoeuropske i arapske znanstvene tradicije, postupno se od XII. stoljeća akumuliraju nova matematička znanja potaknuta utjecajem arapske matematike na dotadašnju zapadnoeuropsku matematičku tradiciju, u to vrijeme baziranu na antičkom matematičkom

nasljeđu. Promjene koje su se koncem renesanse odvijale u matematici i prirodnoj filozofiji (fizici), odražavaju se u djelima Marina Getaldića, najznačajnijeg hrvatskog matematičara i fizičara na prijelazu iz XVI. u XVII. stoljeće.

Premda školovan na antičkoj znanstvenoj tradiciji, u radu se usmjerio novim strujanjima. Bavio se najaktualnijim područjem renesansne matematike, simboličkom algebrom,[1] a u fizici je, slijedeći arhimedovsku tradiciju, djelom *Promotus Archimedes* dao rani primjer novovjekovnog pristupa istraživanju prirodnih znanosti.

1. Getaldićev fizikalni rad

Opus Marina Getaldića broji ukupno sedam objavljenih djela, od kojih je šest matematičkog sadržaja dok je jedno iz područja fizike[2], naslova *Unaprijeđeni Arhimed ili o uspoređivanju težine i obujma tijela različite vrste* (naziv izvornika: *Promotus Archimedes seu de variis corporum generibus gravitate et*

[1] O Getaldićevu doprinosu razvoju matematičkih metoda i područja vidi u radovima: Marijana Borić: Getaldić, Descartes i analitička geometrija, *Prilozi za istraživanje hrvatske filozofske baštine*, godina XXXVIII., br. 2 (76), Zagreb 2012., str. 167-196.; Marijana Borić: Getaldićev doprinos matematici koji se odrazio na novovjekovnu znanost i tehniku, *Povijest i filozofija tehnike – radovi EDZ sekcije 2012.-2016.*, (ur. Z. Benčić, J. Moser), Zagreb 2017., str. 170-186.

[2] U starijoj literaturi o Getaldiću zastupalo se mišljenje da je napisao i neka optička djela, za koja se navodilo da su ostala u rukopisu te zatim zagubljena. Naime, Getaldić je iste godine kad je izišao *Promotus Archimedes* tiskao još jedno djelo, *Neki stavci o paraboli* (*Nonnullae propositiones de parabola*). Eksperimentiranje s paraboličnim zrcalima Getaldića je dovelo do novih matematičkih rezultata. Premda je povod istraživanju bio praktične naravi i optičke prirode, glavni znanstveni rezultat djela je njegov matematički doprinos, pa se u literaturi najčešće navodi kao matematičko djelo. Samo je ponekad Getaldićevo djelo *Neki stavci o paraboli* bilo navođeno i kao optičko djelo. Tako je zapis nizozemskog matematičara Gerharda Johanna Vossa (1577. − 1649.) izazvao pomutnju u kasnijoj literaturi. On je, naime, u svojem djelu *De universae mathesios et constitutione liber* (*Knjiga o prirodi i ustrojstvu opće matematike*, Amsterdam, 1660.) navodio opisne naslove, pa je tako postupio i kod Getaldićeva djela zapisavši ga na stranici 111 kao: *O paraboli i zrcalima kojima se može upaljivati*, i usto mu pogreškom pripisao Dominisovo djelo *O dugi*. Pogreške koje su iz toga nastale detaljno je objasnio Žarko Dadić u radu *Neki stavci o paraboli Marina Getaldića*, u: Ž. Dadić, (ur.), Marin Getaldić, Sabrana djela I, Institut za povijest prirodnih, matematičkih i medicinskih nauka JAZU, Zagreb, 1972., str. 83−84. Dadić zaključuje kako ne postoje izgubljena Getaldićeva djela iz optike i objašnjava genezu pomutnje. Dubrovački povjesničar Serafin Cerva (1686. − 1759.), prenio je navod iz Vossove knjige, a iz Cervina ga je djela preuzeo dubrovački povjesničar F. Appendini početkom XIX. stoljeća. Daljnjim prenošenjem tih podataka i njihovim iskrivljavanjem i dopunjavanjem te razdvajanjem naslova, u konačnici se došlo do popisa od čak pet Getaldićevih optičkih, zagubljenih rukopisa. Rukopise navode Oton Kučera, u radu *O Marinu Getaldiću, patriciju dubrovačkom, znamenitom matematiku i fiziku na početku XVII. vijeka*, Rad JAZU, sv. 117, Zagreb 1893., str. 38. i Juraj Majcen, *Spis Marina Getaldića Dubrovčanina o paraboli i paraboličkim zrcalima (1603.)*, Rad JAZU, knj. 223, Zagreb, 1920., str. 2.

magnitudine comparatis. Romae, Apud Aloysium Zannettum, 1603.)[3]. Getaldićevo djelo *Promotus Archimedes* imalo je zapažen odjek još u XVII. stoljeću, a zapisi o njemu javljaju se i u kasnijim stoljećima, sve do današnjih dana[4]. Zbog svojeg značaja utjecalo je na rad znanstvenika koji su nastavili istraživanja u tom području, zabilježeno je u povijesti znanosti, a o njemu je napisan i veći broj znanstvenih radova. Provedena istraživanja baziraju se isključivo na tradicionalnom sagledavanju Getaldića kao čistog matematičara i fizičara pa su provedene analize djela *Promotus Archimedes* načinjene isključivo unutar područja povijesti znanosti, odnosno povijesti fizike. Neosporna je vrijednost rezultata tog djela za razvoj spomenutog područja fizike, međutim, i specifične metode kojima se Getaldić služio u istraživanju i izlaganju fizikalne građe, bile su u to doba nešto novo, što nam ukazuje na mogućnost i potrebu da njegov rad *Promotus Archimedes* bude vrednovan ne samo iz povijesnog, nego iz šireg filozofskog obzora.

Uvođenjem filozofskih aspekata moguće je na potpuniji način ne samo bolje razumjeti ukupan Getaldićev doprinos razvoju i afirmaciji novih matematičkih metoda i njihovih primjena u drugim područjima, nego i općenitije sagledati početke sustavne primjene matematike u prirodnoj filozofiji, odnosno fizici, što je temeljno obilježje novovjekovne prirodne znanosti.[5]

Getaldićev fizikalni rad stoga je potrebno razmatrati i u kontekstu renesansnog mišljenja te problema metode kao karakterističnog filozofskog problema novovjekovnog mišljenja. Cijeli njegov opus, pa tako i fizikalno djelo *Promotus Archimedes*, odražava svijest o važnosti metodološkog pristupa građi. Djelo je nastalo tijekom rane faze njegova rada, utemeljene na starogrčkoj matematičkoj tradiciji. Time se Getaldić priključuje korpusu renesansnih znanstvenika i filozofa, koji nadahnuti antičkim izvorima nastoje oživiti vrhunska dostignuća starogrčke znanosti.

[3] Popis starijih Getaldićevih djela iz prve faze njegova rada, u kojoj isključivo primjenjuje starogrčke matematičke metode i slijedi antičku tradiciju: *Nonnullae propositiones de parabola*, Romae, Apud Aloysium Zannettum, 1603.; *Promotus Archimedes seu de variis corporum generibus gravitate et magnitudine comparatis*, Romae, Apud Aloysium Zannettum, 1603.; *Apollonius redivivus seu restituta Apollonii Pergaei Inclinationum geometria*, Venetiis, Apud Bernardum Iutam, 1607.; *Suplementum Apollonii Galli seu exsuscitata Apollonii Pergaei Tactionum geometriae pars reliqua*, Venetiis, Apud Vincentium Fiorinam, 1607.; *Variorum problematum collectio*, Venetiis, Apud Vincentium Fiorinam, 1607.; *Apollonius redivivus seu restitutae Apollonii Pergaei De Inclinationibus geometriae, Liber secundus*, Venetiis, Apud Baretium Baretium, 1613.

[4] Getaldićevo djelo *Prošireni Arhimed* utjecalo je na dva djela iz XVII. stoljeća. To su *Magiae universalis naturae et artis*, koje je godine 1657. (I. i II. dio) i godine 1658. (III. i IV. dio) u Würzburgu objavio Kaspar Schott i djelo Williama Oughtreda *Opuscula mathematica hactenus inedita*, posmrtno objavljeno 1677. u Oxfordu. Budući da su ta dva djela bila poznata u svoje doba, preko njih Getaldićeva su istraživanja imala odjeka ne samo u XVII. stoljeću, nego i poslije.

[5] Detaljnjije obrađeno, počeci sustavne primjene matematike u prirodnoj filozofiji opisuju se u djelu Copleston, Federick, S. J.: *A History of Philosophy*, Volume III, Late Medieval Renaissance Philosophy, New York, edition 1993.

2. Nastanak djela *Promotus Archimedes*

Getaldić je djelo *Promotus Archimedes seu de variis corporum generibus gravitate et magnitudine comparatis* objavio 1603. u Rimu, neposredno nakon studijskog putovanja po Europi. Stoga se može zaključiti da se s problemom uspoređivanja različitih tijela po težini i obujmu već susreo u Dubrovniku, prije putovanja po Europi, možda i u vrijeme kad je 1593. obavljao vlastelinsku službu 'prodavača soli na Neretvi'.[6] Daljnje poticaje za bavljenje tim problemom i objavljivanje djela dali su mu Michel Coignet i Federico Saminiati, za vrijeme druge godine njegova studijskog putovanja i boravka u Belgiji, što sam Getaldić spominje u predgovoru djela. U literaturi o Getaldiću navode se imena i nekih drugih znanstvenika koji su u vezi s tim djelom na njega mogli imati utjecaja.[7] Tad je vjerojatno već imao završen najveći dio eksperimentalnog i teorijskog rada na spomenutim problemima. Može se pretpostaviti da je poslije na putu usavršavao svoje djelo. Prilike za dopunjavanje i perfektuiranje rada svakako su mogli bili susreti s uglednim isusovcem Christophom Claviusom u Rimu, koji ga je i nagovarao na objavljivanje tog djela, te kontakti s Galileom Galileijem u Padovi.[8] Pretpostavlja se da je dio ukupnih rezultata mjerenja objavljenih u djelu *Promotus Archimedes* vjerojatno jednim dijelom izradio za vrijeme boravka u Dubrovniku tijekom 1601. i 1602. godine.

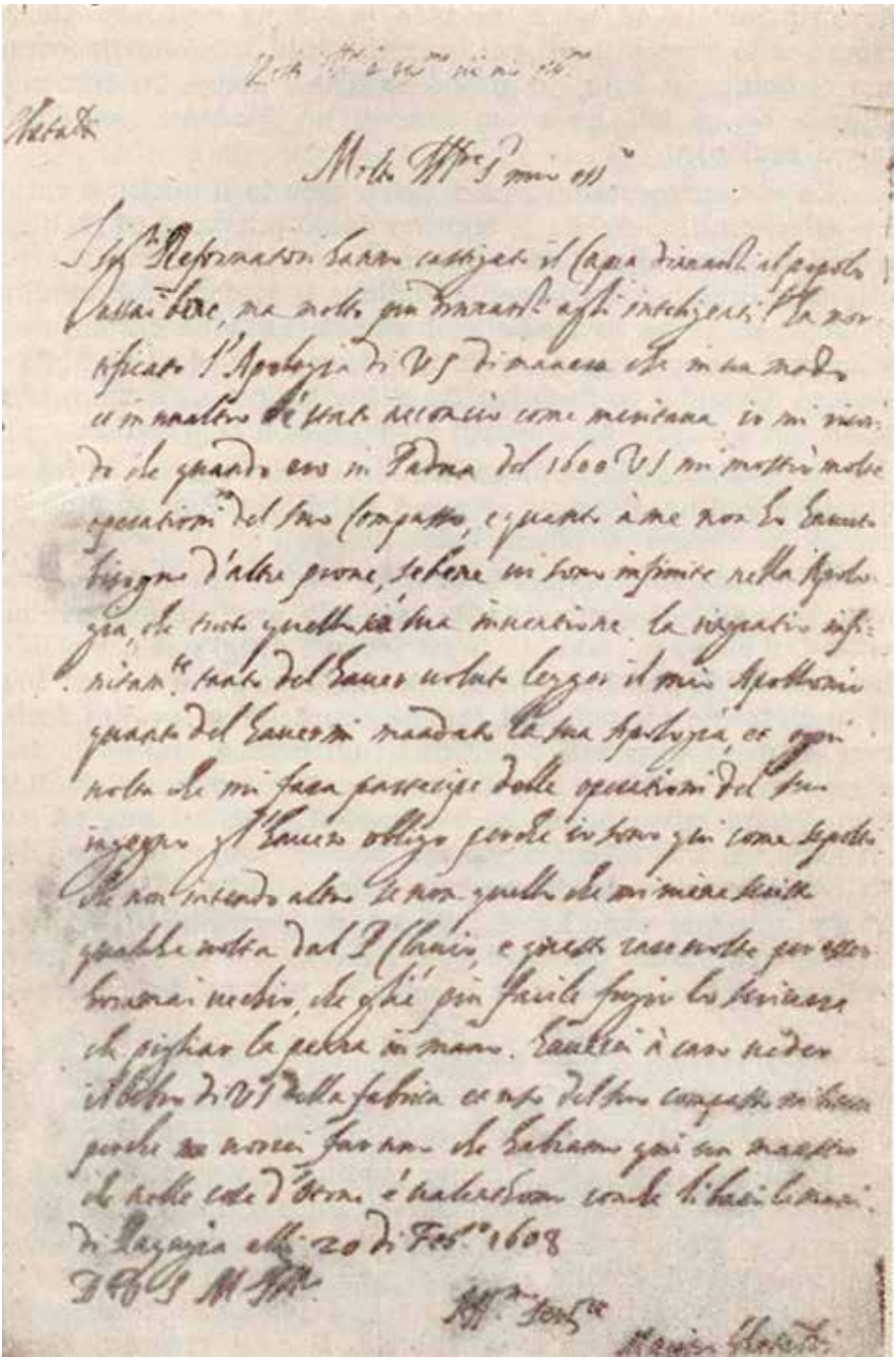
3. Sadržaj, struktura i obilježja djela *Promotus Archimedes*

Getaldić u djelu *Promotus Archimedes* piše o načinu određivanja odnosa između težina i obujmova raznovrsnih tijela, sedam krutih i pet tekućina: zlata, srebra, bakra, željeza, olova, kositra, žive, vina, vode, voska, ulja i meda. Na

[6] Opširniji životopis i opis znanstvenog rada Marina Getaldića donesen je u knjizi Ernesta Stipanića, *Marin Getaldić i njegov rad u matematici i fizici*, Rasprave i građa za povijest nauka, knjiga 3, Zagreb 1969., str. 75−112, i Stipanić, Ernest; *Marin Getaldić i njegovo mesto u matematici i naučnom svetu*, Zavod za izdavanje udžbenika NR Srbije, Beograd 1961., te kao posebno poglavlje u knjizi Žarka Dadića, *Hrvati i egzaktne znanosti u osvitu novovjekovlja*, Naprijed, Zagreb, 1994., str. 155−192.

[7] Poticaje za objavljivanje tog djela Getaldić detaljno navodi u odlomku naslovljenom *Dobrohotnom čitaocu*, objavljeno u: Ž. Dadić, (ur.), Marin Getaldić, Sabrana djela I, Institut za povijest prirodnih, matematičkih i medicinskih nauka JAZU, Zagreb, 1972., str. 17.

[8] Osim toga, u literaturi se spominje još jedan od znanstvenika koji su mogli utjecati na Getaldićev rad za vrijeme njegova boravka u Engleskoj. Naime, navodi se i Thomas Harriot. O tome piše u radu: Tanner, Rosalind, Thomas Harriot, Radovi Međunarodnog simpozija Geometrija i algebra početkom XVII stoljeća povodom 400-godišnjice rođenja Marina Getaldića, Zagreb, 1969., str. 161−170.



Slika 2.: Pismo koje je Getaldić uputio Galileu Galileiju iz Dubrovnika 20. veljače 1608. godine (Biblioteca Nazionale di Firenze, Sezione Palatina, Manoscritti Galileiani, Parte VI, tomo VII, carte 88)

kraju djela obrađuje se i poznati problem Hijeronove krune, koji Getaldić domišljato i egzaktno rješava.[9] Tim problemom preuzetim iz Arhimedovih istraživanja bavili su se mnogi znanstvenici nakon Arhimeda, među njima i Getaldićev suvremenik Galileo Galilei. Raspravu je Getaldić bazirao na primjeni Arhimedovih istraživanja i Arhimedova zakona, po kojem svako tijelo uronjeno u neku tekućinu postaje lakše za težinu one količine tekućine koju je uronjeno tijelo svojim obujmom istisnulo. U predgovoru djela napominje da mu je cilj ta istraživanja doraditi, jer problem određivanja odnosa između težina i obujmova raznovrsnih tijela nije nigdje opširnije protumačen.[10] U djelu se nigdje ne spominje izraz specifična težina, premda je pojam bio uveden u XIII. stoljeću u pseudoarhimedovu djelu *De insidentibus in humidum* (ili *De ponderibus*), ali se ni u tom djelu ni u Getaldićevo doba nije koristio u onom značenju koje ima danas[11]. Ta je specifična težina bila uvijek relativna jer je uzimana uvijek za jedno tijelo u odnosu na neko drugo tijelo jednakog obujma, koje nije bilo uvijek isto. Slično kao i njegovi prethodnici i suvremenici, tom je problemu pristupao i Getaldić. Naime, nastavljajući tradiciju, on je koristeći se Arhimedovim principom i hidrostatskim vaganjem, određivao omjere težina različitih tijela jednakog obujma ili omjere obujmova različitih tijela jednakih težina.

Kad se usporedi vrijednost Getaldićevih rezultata mjerenja sa suvremenim podacima za specifične težine, pokazuju se vrlo mala odstupanja. Može se zaključiti da su Getaldićevi rezultati mjerenja bili iznimno dobri, posebno ako se kompariraju s rezultatima njegovih suvremenika[12], što ukazuje na činjenicu da je bio dobar eksperimentator. Međutim, ni on nije ničim istaknuo odnos težina različitih tijela prema jednom uvijek istom referentnom tijelu, što bi rezultiralo većom općenitošću i rezultate njegovih mjerenja učinilo znatno sređenijim, nego je određivao omjere težina različitih tijela jednakog obujma ili omjere obujmova različitih tijela jednakih težina.

Djelo *Promotus Archimedes* sadrži teorijski, praktični i tablični dio, koji nisu sasvim odvojeni, nego se prema sadržaju koji se obrađuje u pojedinim dijelovima knjige metodološki izmjenjuju. Teorijski dio na kojem se bazira

[9] Hijeronov problem temelji se na legendi da je sirakuški kralj Hijeron, sumnjajući u zlatarovu prijevaru, tražio od Arhimeda da odredi udio zlata i srebra u njegovoj kruni.

[10] Marin Getaldić, *Sabrana djela I*, Institut za povijest prirodnih, matematičkih i medicinskih nauka JAZU, Zagreb, 1972., str. 17.

[11] Uvođenje i razvoj pojma specifične težine detaljno je opisano u djelu: Marshall, Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison, 1961., str. 91−97.

[12] Najpoznatijim istraživačem tih problema u XVI. stoljeću smatran je talijanski znanstvenik Niccolò Tartaglia. Tri stoljeća nakon objavljivanja spomenutog pseudoarhimedova djela, Tartaglia ga tiska pod naslovom *Jordani Opusculum de ponderositate* (Venezia, 1565.), i pritom mu još dodaje vlastite eksperimentalne rezultate za specifične težine. Međutim, eksperimentalnim radom Tartaglia je dobio znatno lošije rezultate specifičnih težina od onih koje je postigao i objavio Marin Getaldić u djelu *Promotus Archimedes.*

Getaldićev *Promotus Archimedes* sadrži deset poučaka, većinom smještenih na početak djela. Međutim, oni ipak u potpunosti ne slijede jedan za drugim, nego ih Getaldić postavlja u djelo prema tijeku istraživanja teme, kao podlogu za daljnja izlaganja. Tako je na početak knjige stavljeno prvih sedam poučaka i iz njih slijede sva daljnja razmatranja. Nakon toga slijedi praktični dio, koji se sastoji od osam problema i pratećih primjera koji proizlaze iz uvodnog teorijskog dijela, čemu je dodana i uputa *Kako se važu kruta tijela u vodi*.

Vrijednosti tog fizikalnog djela, uz navedene precizne rezultate eksperimentalnog rada, znatno pridonosi i njegova metodološka koncepcija, odnosno činjenica da je Getaldić na nov način prezentirao fizikalnu građu, na način kako je izložena građa Euklidovih *Elemenata*. Tekst je koncipirao u deset poučaka,[13] devet problema,[14] deset primjera i sedamnaest tablica s uputama za upotrebu. Poučci su u potpunosti formulirani i dokazivani u duhu antičke matematike, s uzorom na Euklidove *Elemente*, dokazivani ponekad i na dva načina, te popraćeni primjerima. Takav je pristup prikazu građe iz područja fizike (prirodne filozofije) bio u to doba novost. S metodološkog motrišta važno je istaknuti vrijednost Getaldićeva pristupa i činjenicu da je svjesno odabrao geometrijskim stilom opisati i prezentirati fizikalni sadržaj djela, što će se potom proširiti u filozofiji XVII. stoljeća i nazvati ‘geometrijskim načinom’, te postati upravo idealom prezentiranja filozofske građe.

4. Eksperimentalna utemeljenost djela *Promotus Archimedes*

Važno obilježje djela *Promotus Archimedes* njegova je eksperimentalna utemeljenost. U antici i srednjovjekovlju, zbog kvalitativne prirode fizikalnih tumačenja pokusima se nije pridavao velik značaj. Potaknuto renesansnim promjenama pristupa istraživanju prirodnih znanosti, ističe se važnost primjene pokusa kao osmišljenog i metodski osviještenog propitivanja prirode. Getaldić se u istraživanju koristi pokusom te na temelju eksperimentalnog rada u djelu

[13] Primjeri poučaka iz djela *Promotus Archimedes*: Istovrsna teška tijela sumjerljivih obujmova imaju jednak omjer težina kao i obujmova (poučak 2); I nesumjerljiva tijela iste vrste imaju jednak omjer težina kao i obujmova (poučak 3); Tijela iste vrste i težine, teža od vode, imaju u vodi jednaku težinu makar su različita oblika (poučak 8); Težine istovrsnih kugli odnose se među sobom kao kubovi njihovih promjera (poučak 9).

[14] Nekoliko problema iz djela *Promotus Archimedes*: Uzmimo dva tijela jednakog obujma, od kojih je jedno kruto, a drugo tekuće. Ako je zadana težina krutog tijela, neka se nađe težina tekućeg (problem 1). Ako su zadana dva tijela jednaka obujma, jedno kruto, a drugo tekuće, pa ako je zadana težina tekućeg tijela, neka se nađe težina krutog (problem 2). Ako su zadana dva tijela jednake težine, jedno kruto, a drugo tekuće, te ako je zadan obujam krutog tijela, treba naći obujam tekućeg tijela (problem 3).

Slika 3.: Betina špilja na obiteljskom imanju u Dubrovniku, u kojoj je Getaldić izvodio pokuse

donosi rezultate mjerenja ususta vljene u tablice. Njegovi sustavni i bogati tablični prilozi daju nam uvid u kvalitetu eksperimentalnog rada. Dobiveni rezultati ususta vljeni su i grupirani u odgovarajuće tablice, koje uglavnom slijede nakon izloženog teorijskog i praktičnog dijela. Cjelokupni tablični dio djela sadržava nekoliko tablica za uspoređivanje težina i obujmova za navedenih dvanaest tijela, a zatim za određivanje težine kugle iz zadanog polumjera i obratno, te za određivanje kvalitete zlata. Osim toga, teorijska razmatranja i praktični dio upotpunjeni su detaljnim opisima postupaka eksperimentiranja. Getaldić u posebnom poglavlju naslova *Quomodo ponderanda sint corpora solida in aqua* (*Kako treba vagati čvrsta tijela u vodi*), opisuje postupak vaganja tijela u vodi s pomoću vage jednakih krakova sa zdjelicama. Tekst je svjedočanstvo s koliko je pažnje i preciznosti Getaldić izvodio pokuse, nastojeći predvidjeti i izbjeći moguće pogreške i odstupanja koja se javljaju tijekom provođenja pokusa.[15] Sprava koju je koristio jedan je tip hidrostatske vage, za koju se može pretpostaviti da ju je konstruirao sam. Nije razjašnjeno je li tu vagu konstruirao

[15] Tako je vagao tijela u vodi obješena o konjsku dlaku, naglašavajući u komentaru da je konjska dlaka gotovo teška kao i voda pa stoga neće ništa nadodati niti oduzeti težini tijela koje se važe. Vidi Marin Getaldić, *Sabrana djela I*, str. 27.

Slika 4.: Vidikovac obiteljskog imanja Getaldić, smještenog na predjelu Ploče u Dubrovniku

potpuno samostalno prije puta po Europi ili se to dogodilo nakon povratka u Dubrovnik, kad je određene ideje za izradu tog instrumenta mogao dobiti od samog Galileija u Padovi ili iz nekog drugog izvora. Naime, Galileo Galilei napisao je na početku svojeg znanstvenog rada raspravu o hidrostatskoj vagi i njezinoj primjeni. Za Getaldićeva života taj rukopis nije objavljen, ali postoji određena mogućnost da ga je ipak vidio, zajedno s Galileijevom vagom za vrijeme boravka u Padovi. Getaldićeva vaga znatno se razlikovala i bila savršenija od sličnih sprava koje su koristili njegovi prethodnici i suvremenici, a Galileijev rukopis objavljen je tek 1656. godine, pa Oton Kučera smatra da Getaldić u tom pogledu ima apsolutni prioritet[16].

5. Primjena matematičke metode i dokaza

Premda u djelu *Promotus Archimedes* nema posebnih cjelina u kojima Getaldić eksplicitno tumači važnost uvođenja matematike u fizikalna istraživanja, niti zaključaka što taj korak značajno donosi prirodnoj filozofiji i razvoju

[16] Oton Kučera, Marina Getaldića *Promotus Archimedes*, *Nastavni vjesnik XII*, Zagreb, 1904., str. 371−372.

spoznaje, on je vrlo svjestan uloge koju ima matematika u razumijevanju svijeta i traženju izvjesnosti nove spoznaje. Shvaćajući pravo značenje matematike za istraživanje prirode, Getaldić smatra geometrijsku metodu najprikladnijom za prezentiranje istražene fizikalne grade. Tvrdnje izložene po uzoru na klasične matematičke formulacije dokazuje potom matematičkim metodama, oslanjajući se upravo na činjenicu da se matematiku smatralo idealom dokazne znanosti. Getaldić se matematičkom metodologijom koristi višestruko, ne samo u istraživanju i dokazivanju činjenica, nego i u načinu prikazivanja dobivenih zaključaka, tako da cjelokupno djelo oblikuje po uzoru na karakterističan ustroj starogrčkih matematičkih djela. Taj strogi matematički pristup koji utjelovljuju Euklidovi *Elementi*, zadržava Getaldić u svim segmentima djela *Promotus Archimedes*.

Zaključak

Getaldićeva primjena geometrijske metode te njegova karakteristična metodološka cjelina sastavljena od poučka, problema i pratećeg numeričkog primjera u potpunosti odražava kvantitativni, novovjeki pristup istraživanju prirodne znanosti. Glavne odlike takvog pristupa istraživanju temelje se na prožimanju dotad suprotnih tendencija i pristupa, odnosno baziraju se kod Getaldića na konvergiranju empirijskog pristupa i matematičke teorije. Getaldić konzistentno primjenjuje matematiku na istraživani fizikalni sadržaj, analizu provodi strogom znanstvenom metodologijom, a svaki njegov zaključak popraćen je matematičkim dokazima, koji su u potpunosti izvedeni u duhu starogrčke matematike. Rezultate istraživanja prezentira po uzoru na Euklidove *Elemente*, na koje se u djelu više puta poziva.

Matematika je po Getaldiću ona znanost koja vodi do pravog znanja o svijetu i ključ je našeg spoznavanja ne samo zemaljskih, nego i nebeskih objekata. Slična misao o ulozi matematike implicitno je prisutna i u prvim rečenicama uvoda, kojima objašnjava cilj i nakanu tog djela. Premda je djelo planirano kao fizikalno istraživanje, Getaldić smatra samo matematičare kompetentnima za provođenje takva istraživanja: *Tijela različite vrste matematičari mogu uspoređivati s dvojakog gledišta*. Getaldić smatra da bez poznavanja matematike i njezinih metoda nije moguće ni pristupiti istraživanju fizikalnih tema. Analizom tog djela, u koje se uvodi kvantificirani i matematizirani pristup uz primjenu eksperimenta, pokazuje se da je uz Euklida, Getaldiću kao nadahnuće za primjenu geometrijske metode na fizikalnoj građi poslužio i Arhimed.[17] Premda bi

[17] Getaldić, Marin, *Sabrana djela I*, Institut za povijest prirodnih, matematičkih i medicinskih nauka JAZU, Zagreb, 1972., str. 17.

MARINI GHETALDI

PROMOTVS ARCHIMEDES

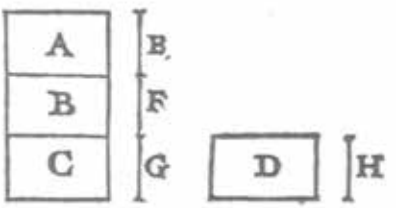
Seu,

DE VARIIS CORPORVM GENERIBVS
Grauitate, & magnitudine comparatis.

THEOREMA I. PROPOS. I.

SI duorum Grauium Corporum eiuſdem generis alterum alterius fuerit multiplex, quotuplex maius fuerit minoris, totuplex erit maioris grauitas, grauitatis minoris.

SINT duo corpora eiuſdem generis ABC,D, quorum grauitates, EFG, ipſius ABC, & H, ipſius D, ſit autem corpus ABC, multiplex corporis D. Dico quotuplex eſt corpus ABC, corporis D, totuplicem eſſe grauitatem EFG, grauitatis H, diuidatur enim corpus ABC, in partes ipſi D, æquales, quæ ſint A, B, C, quoniam igitur corpus A, æquale eſt corpori D, magnitudine, & ſunt eiuſdem generis, erit grauitas vnius æqualis grauitati alterius. Sumatur grauitas E, æqualis grauitati H, erit igitur corporis A, grauitas E, & reliqui corporis BC, grauitas FG. Rurſus quoniam corpora B, D, ſunt magnitudine æqualia, erunt æquè grauia, ſumatur grauitati H, æqualis grauitas F, erit igitur corporis B, grauitas F, & reliqui corporis C, grauitas G, & ſic fiat, donec perueniatur ad vltimam partem corporis ABC, æqualem ipſi D, ſit ea vltima pars C, quoniam igitur corpus C, æquatur magnitudine ipſi D, æquabitur, & grauitate, quare grauitas G, æqualis erit grauitati H, ſequitur igitur quot partes ſunt in corpore ABC, æquales ipſi D, tot eſſe partes in grauitate EFG, æquales ipſi H, quoties enim ſumpſimus in corpore ABC, corpus ipſi D æquale, toties & in grauitate EFG, ſumpſimus grauitatem æqualem ipſi H. Si duorum igitur grauium corporum eiuſdem generis, &c. quod erat demonſtrandum.



Slika 5.: Stranica iz djela *Promotus Archimedes*[18]

[18] Slika je preuzeta iz pretiska Marini Ghetaldi, *Opera Omnia*, (ur.) Žarko Dadić, Institut za povijest prirodnih, matematičkih i medicinskih nauka JAZU, Zagreb, 1968., str. 9.

se Getaldićev stil prezentacije građe u djelu svojom formom općenito doista mogao nazvati i euklidskim, upravo je Arhimed, a ne Euklid, bio taj koji se koristio matematikom u opisivanju fizikalnih problema. Arhimed je na tom području dao teorijsku podlogu na koju se u djelu *Promotus Archimedes* oslanja Getaldić, pa je u tom smislu potpuno opravdano Arhimeda smatrati temeljnim uzorom i nadahnućem tog Getaldićeva djela. Nova uloga matematike bila je fundamentalna za novovjekovnu filozofiju prirode. U tom je smislu Getaldićevo djelo *Promotus Archimedes* izvanredan primjer rane transformacije koja se poslije u potpunosti razvija u novovjekovnoj znanosti. Za razliku od dotadašnje tradicije, Getaldićeva primjena matematike u znanosti nije ni simbolična, ni figurativna. On koristi matematiku na način da je povezuje sa stvarnim mjerenjima. Matematika mu služi za oblikovanje osjetilne realnosti i on se koristi opsežnom matematičkom dedukcijom. Stoga je djelo *Promotus Archimedes* rani nagovještaj budućeg razvoja, koji će dvadesetak godina poslije teorijski oblikovati i izložiti Galileo Galilei u djelu *Il Sagiatore*.

Literatura

[1] Borić, Marijana, Getaldić, Descartes i analitička geometrija, *Prilozi za istraživanje hrvatske filozofske baštine*, godina XXXVIII., br.2(76), Zagreb, 2012., str. 167−196.

[2] Borić, Marijana, Prinos Marina Getaldića preobrazbi novovjekovne znanosti, *HUM* – časopis Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru, br. 9, Mostar, 2012., str. 269−290.

[3] Borić, Marijana, Getaldićev doprinos matematici koji se odrazio na novovjekovnu znanost i tehniku, *Povijest i filozofija tehnike – radovi EDZ sekcije 2012. − 2016*., (ur. Z. Benčić, J. Moser), Zagreb 2017., str. 170–186.

[4] Cerineo, Miho, *Promotus Archimedes* Marina Getaldića, *Dijalektika*, br. 4, god. III, Beograd, 1968., str. 51–62.

[5] Clagett, Marshall, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison, 1961.

[6] Copleston, Federick, S. J., *A History of Philosophy*, Volume III, Late Medieval Renaissance Philosophy, New York, edition 1993.

[7] Dadić, Žarko, *Hrvati i egzaktne znanosti u osvit novovjekovlja*, Naprijed, Zagreb, 1994., str. 155−192.

[8] Dadić, Žarko, *Povijest ideja i metoda u matematici i fizici*, Školska knjiga, Zagreb, 1992. Getaldić, Marin, Sabrana djela: Prošireni Arhimed ili O uspoređivanju težine i obujma tijela različite vrste; Neki stavci o paraboli sada prvi put otkriveni i na svjetlo izdani; Zbirka različitih problema; Dopuna Apoloniju Galskom ili Oživjeli preostali dio geometrije dodira Apolonija Pergejskog; Oživljeni Apolonije ili Obnovljena geometrija nagiba Apolonija Pergejca; Oživljeni Apolonije ili Obnovljena geometrija nagiba Apolonija Pergejca, knjiga druga, Zagreb, 1972.

[9] Ghetaldi, Marini, *Opera omnia*: Promotus Archimedes seu de variis corporum generibus gravitate et magnitudine comparatis; Nonnullae propositiones de parabola;

Variorum problematum collectio; Supplementum Apollonii Galli seu exsuscitata Apolloni Pergaei tactionum geometriae pars reliqua; Apollonius redivivus seu restituta Apollonii Pergaei inclinationum geometria; Apollonius redivivus seu restituta Apollonii Pergaei inclinationum geometria de inclinationibus geometriae, liber secundus; De resolutione et compositione mathematica; Zagreb 1968.

[10] Kučera, Oton, Marina Getaldića *Promotus Archimedes*, *Nastavni vjesnik XII*, Zagreb, 1904.

[11] Kučera, Oton, O Marinu Getaldiću, patriciju dubrovačkom, znamenitom matematiku i fiziku na početku XVII vijeka, *Rad JAZU*, knj. 117, Zagreb 1893., str. 19−60.

[12] Napolitani, Pier Daniele, La geometrizzazione della realtà fisica: il peso specifico in Ghetaldi e in Galileo, *Bolletino di Storia delle Scienze Matematiche*, Vol. VIII (1988.) fasc. 2, str. 139−236.

[13] *Radovi Međunarodnog simpozija Geometrija i algebra početkom XVII. stoljeća*, Povodom 400-godišnjice rođenja Marina Getaldića, Zagreb, 1969.

[14] Stipanić, Ernest, Marin Getaldić i njegov rad u matematici i fizici, Rasprave i građa za povijest nauka, knjiga 3, Zagreb 1969., str. 75−112.

[15] Stipanić, Ernest, *Marin Getaldić i njegovo mesto u matematici i naučnom svetu*, Zavod za izdavanje udžbenika NR Srbije, Beograd, 1961.

Marin Getaldić Between a Traditional and Modern Scientific Approach

on the occasion of 450th birthday of Marin Getaldić

Marijana Borić

Abstract: In this paper, by analysing Getaldić's work, Promotus Archimedes, his approach to research is compared with the scientific tradition, and an interpretation is given of his contribution to the transformation of modern science. It is shown that Getaldić's style of presenting physical sources by geometrical methods was an early indication of the spread of geometrical methods to different areas of 17th century philosophy. Besides introducing mathematics to describing physical problems, the second important characteristics of his work is also pointed out, which its experimental foundation, made possible by real measurements. Getaldić's approach in this work is characteristic for modern research in natural sciences and the work is part of the general philosophical tendencies of the period in which it was written.

Keywords: Marin Getaldić, modern science, natural philosophy, epistemology, geometrical method, experiment, symbolic algebra

Draško Marin

Lars Magnus Ericsson − tvorac jedne od najvećih svjetskih telekomunikacijskih tvrtki

Sažetak: Dan je kratak opis života i rada Larsa Magnusa Ericssona, jednog od pionira telekomunikacijske industrije. Velika je uloga švedske Vlade, koja je u to vrijeme omogućila mladim radnicima i studentima obrazovanje u inozemstvu. Ericsson je dobio dva puta priliku, 1873. i 1875. godine, i to u njemačkim i švicarskim tvornicama.

Ključne riječi: Lars Magnus Ericsson, Hemming Johansson, Värmland, L. M. Ericsson – Nikola Tesla, ICT, Johan Andersson, Hilda Simonsson, Graham Bell, Max i Ernst Sievert, Stockholmska javna telefonska tvrtka, Thorsten Cedergren, spiralni mikrofon, Aktiebolaget L. M. Ericsson & Co.

Uvod

Lars Magnus Ericsson bio je jedan od istinskih pionira telekomunikacijske industrije. Iako po svojoj prirodi nije bio autobiografski nastrojen, o njemu možemo doznati od ljudi koji su ga vrlo dobro poznavali, kao što je npr. Hemming Johansson, njegov poslovni asistent i prijatelj više od tri desetljeća.

Lars Magnus Ericsson rođen je 5. svibnja 1846. godine. Odrastao je na maloj farmi u pokrajini Värmland u središnjoj Švedskoj, slika 1. Najbliže selo bilo je Wegerbol, u crkvenoj općini Värmskog, gdje je pohađao školu do četrnaeste godine. Ubrzo je zaključio da nema ni sklonosti ni snage za rad na farmi, ali da ima volju i da može razviti svoj potencijal na častan način. Sljedeće godine radio je u rudniku u Norveškoj, čiji je nadzornik bio dobar prijatelj

Slika 1.: Mjesto rođenja L. M. Ericssona (mala farma u pokrajini Värmland)

njegova oca. Ericsson je nekoliko godina radio na različitim procesima u rudniku i na konstrukciji željeznica, ali uvijek je imao šire horizonte. Nakon toga odlazi u Stockholm, gdje od 1867. šest godina radi u tvorničkom telegrafskom društvu Öller. Učio je njemački i engleski, pripremajući se za usavršavanje izvan Švedske. Umro je 17. prosinca 1926. u 81. godini.

Na stogodišnjicu njegova rođenja, 1946., u crkvenom dvorištu u njegovoj rodnoj crkvenoj općini Värmskog postavljena je jednostavna, ali impresivna ploča na kojoj piše: "Švedska telefonska industrija podnosi svjedočenje o njegovim izvanrednim djelima."

Moramo spomenuti i Ericssonov utjecaj u Hrvatskoj. U Zagrebu je 1949. osnovana tvornica *Nikola Tesla*, na adresi Palmotićeva 82, a poslije je preseljena na adresu Krapinska 45 na Trešnjevci. Proizvodila je gotovo sve što je proizvodila i tvornica *L. M. Ericsson* u Stockholmu, jer je bila njezina sestrinska tvornica. Izvozila je i instalirala proizvode i u druge zemlje, a najviše u Sovjetski Savez.

Slika 2.: Oznaka tvrtke na zgradi tvornice *Ericsson – Nikola Tesla* u Zagrebu

U svibnju 2007. osnovana tvrtka *Ericsson – Nikola Tesla d. d.* u Zagrebu, na istoj trešnjevačkoj adresi, slika 2. Osim proizvoda tvornice *L. M. Ericsson* iz Švedske, proizvodi i drugu telekomunikacijsku opremu (posebno ICT opremu), te izvozi i instalira u više zemalja,

1. Obrazovanje u inozemstvu

Švedska Vlada bila je jedna od prvih u svijetu koja je omogućavala mladim radnicima i studentima obrazovanje u drugim zemljama. Na preporuku svojeg poslodavca Öllera, Ericsson je 1873. i 1875. godine boravio u inozemstvu te radio u tvornicama u Njemačkoj i Švicarskoj, što je pridonijelo njegovu velikom uspjehu u daljnjoj karijeri. Slika 3. prikazuje Larsa Magnusa Ericssona u dobi od 25 godina.

U Berlinu je radio 11 mjeseci u tvornici Siemens & Halske, na različitim odjelima, gdje se upoznao s uređajima koji su se ondje proizvodili. Radio je zatim u Münchenu, na Institutu za fiziku kod prof. dr. ph. Carla i u Bernu u tvrtki Hasler & Escher, gdje je radio na uređajima i samopodešavanju termohigrometara, koje je projektirao prof. Wild. Na kraju je radio u Magdeburgu, gdje je njegov glavni posao bio podešavanje indikatora, ali mogao se upoznati i s raspodjelom poslova, strojnim alatima i opremom za specijalne potrebe.

Slika 3.: Lars Magnus Ericsson u svojoj 25. godini

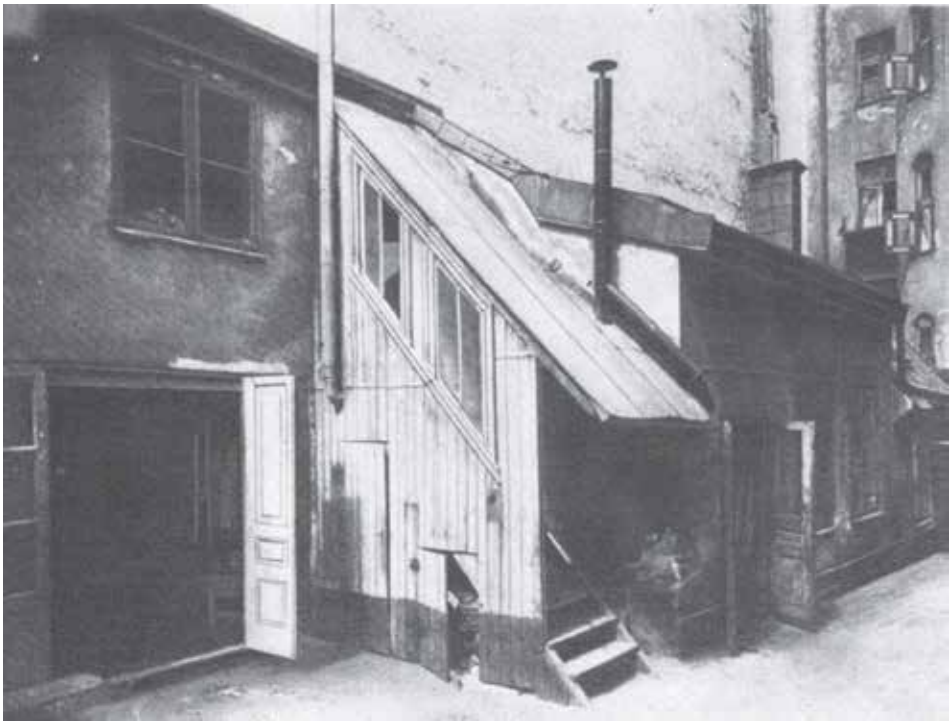
Premda se nakon rada u inozemstvu vratio Ölleru, Ericsson je bio spreman za samostalno poslovanje, što je i učinio manje od četiri mjeseca nakon što je podnio izvještaj o spomenutom radu.

2. Osnivanje tvrtke

Ericsson je u travnju 1876. otvorio elektromehaničku radionicu u unajmljenoj kuhinji u Stockholmu, u ulici Drottninggatan 15. Iduće godine imao je radionicu na Ostorgetu u središtu grada, gdje je radio do 1880. godine, slika 4.

U početku se Ericsson uglavnom orijentirao na popravak telegrafskih i drugih električnih uređaja, ali brzo je počeo i proizvodnju vlastitih. Istodobno je u Americi Alexander Graham Bell dobio svoj prvi patent za telefon, čime se otvorila nova era u komunikacijama.

Kvalitetu Ericssonova rada ubrzo su prepoznale mnoge institucije, i javne i privatne, na polju telegrafije, zaštite od požara, policijske administracije i željezničkog prometa. To mu je omogućilo njihovu kontinuiranu opskrbu. Nakon



Slika 4.: Radionica L. M. Ericssona u Stockholmu od 1877. do 1880. godine

Slika 5.: Ericssonov kolega i suradnik Carl Johan Andersson (fotografija je iz 1920. godine)

preuzimanja tog posla, ubrzo mu suradnik postaje nekadašnji kolega iz Öllera Carl Johan Andersson, koji je također studirao u inozemstvu. Sad je to već bila tvrtka *L. M. Ericsson & Co. Andersson*, slika 5.

Važan događaj u Ericssonovu životu zbio se 1878. godine. U svojoj 32. godini oženio se Hildom Simonsson, koja je ne samo bila gazdarica u kući, nego mu je uvelike pomagala u poslu. Radila je niz godina na konstrukciji elektromagnetskih releja s bakrenim namotajima izoliranim svilom. Na početku ih je sama izrađivala, a potom uz pomoć jednog ili više asistenata. Od svoje supruge, kako navodi Hemming Johansson, imao je koristi zbog njezina praktičnog mišljenja i mudrih savjeta. Slika 6. prikazuje Ericssona sa suprugom za vrijeme zajedničkog popravka telegrafskih instrumenata.

Slika 6.: Popravak telegrafskih uređaja, Ericsson sa suprugom

Slika 7.: Prvi Ericssonov telefon

Drugi veliki događaj zbio se potkraj te godine, kad je Ericsson napravio svoj prvi telefon, slika 7. Bellovi američki telefoni već su bili uvedeni u Švedsku, a neki od njih popravljani su u Ericssonovoj tvrtki. Nastupilo je zatim loše vrijeme za Ericssona, jer su se gradovi Stockholm, Malmö, Göteborg, Sundsvall i Söderhamn opredijelili za američku tvrtku Bell, koja u to vrijeme nije imala slabije rezultate od njegovih.

Međutim, 1881., kad je grad Gävle na obali Baltika uvodio telefone, Ericsson je ponudio puno nižu cijenu od Bella, i Gävle se odlučio na komparativno ispitivanje uređaja. Nakon ispitivanja u Gävlu, pokazalo se da je Ericssonov telefon bolje napravljen, da ima jači uređaj za zvuk, da je bolje projektiran i da ima pokretni mikrofon, uglavnom da je jednostavniji, jači i atraktivniji i nakon desetak dana usvojen je s manjim modifikacijama. To se uskoro dogodilo i u Bergenu.

Nakon toga Ericsson je učvrstio svoju poziciju na švedskom tržištu i mogao je računati na tržišta izvan Švedske.

3. Izgradnja industrije

Ericsson je početkom 1880. imao zaposlenih deset radnika, a nakon četiri godine stotinjak. Radio je s nevjerojatnom upornošću po cijeli dan te bio organizator i nadzornik. Slika 8. snimljena je 1895. godine, kad je njegova tvrtka bila važan čimbenik švedske industrije.

Treba spomenuti njegovu suradnju s Henrikom Thoreom Torstenom Cedergrenom, slika 9., kao i s braćom Sievert (Maxom i Ernstom), koji su imali

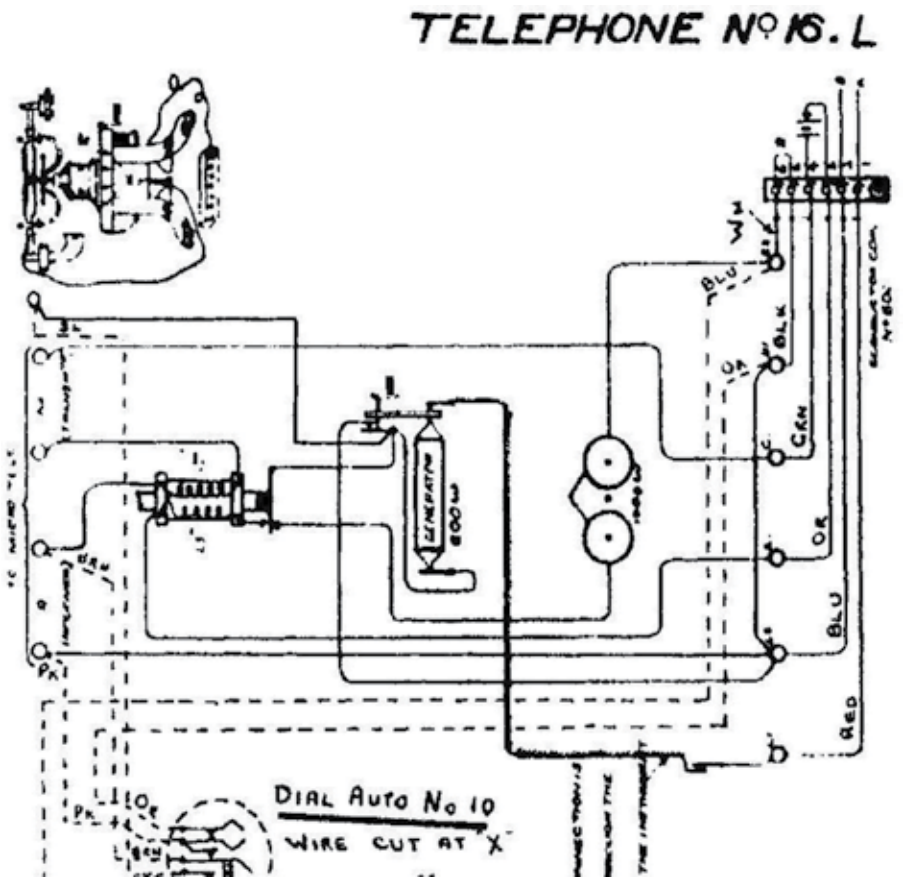
Slika 8.: L. M. Ericsson 1895. godine

Slika 9.: Henrik Thore Thorsten Cedergren integrirao je svoju tvrtku s Ericssonovom

zapaženu ulogu u razvoju nove švedske telefonske tvrtke i telefonske industrije. Cedergren je 1883. osnovao tvrtku Stockhom Public Telephone Company, koja se uspješno nosila s Bellom, a 1918. godine spojena je s tvrtkom *L. M. Ericsson.*

Treba spomenuti da je Ericsson razvio 1880. telefonski odašiljač, tzv. spiralni mikrofon, prije uvođenja ugljenog odašiljača, što je bilo originalno i napredno rješenje koje je olakšalo telefonske usluge u Skandinaviji. Ericsson je izradio praktičan telefon s kombinacijom prijamnika i odašiljača u jednoj jedinici, koji je plasiran na svjetsko tržište kao jedinstveni novi uređaj, slika 10. Već 1895. godine objavljen je njegov patent sheme telefona s lokalnom baterijom u posebnoj kutiji, slika 11.

Slika 10.: Rani dizajn Ericssonova telefona, uveden 1892. godine



Slika 11.: Shema Ericssonova modela No. 16 (patent objavljen 1895. godine)

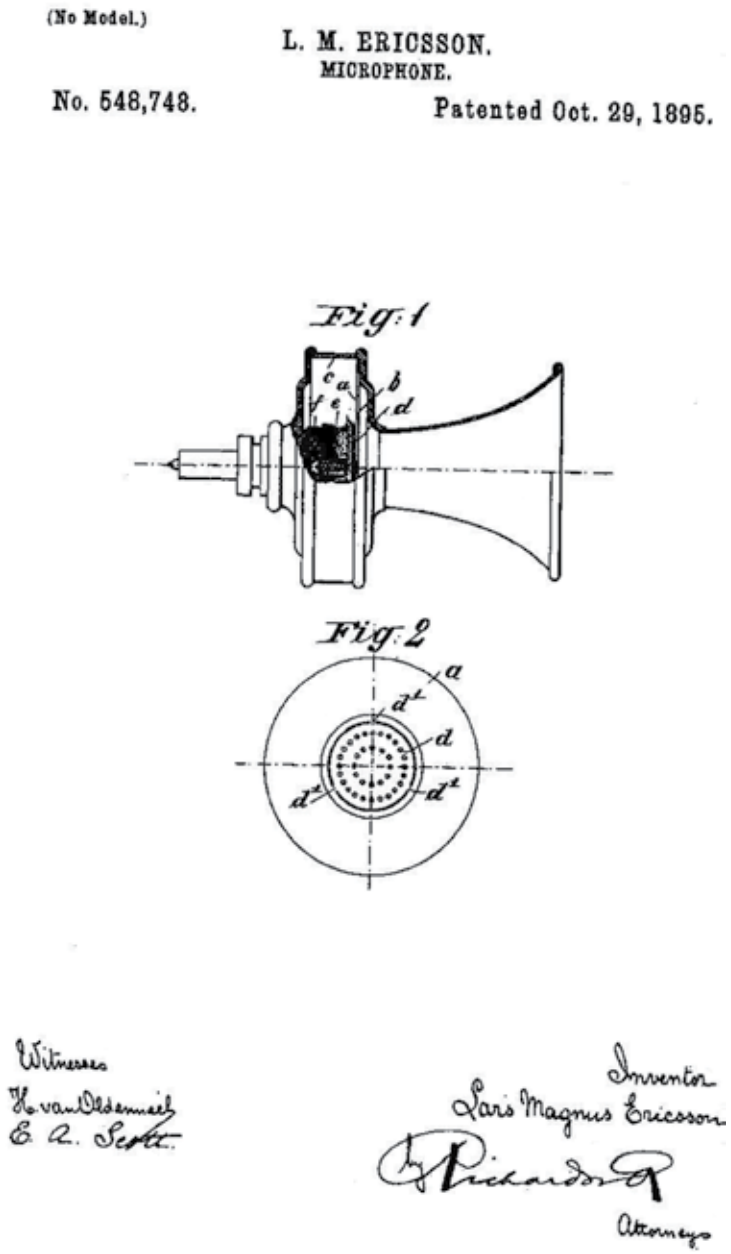
Ericsson je 1888. podupirao štokholmsku tvrtku Sieversts Kabelverk, koja je proizvodila bakrenu žicu sa zaštitom, što je bilo iznimno važno za telefoniju. To je jedna od važnih značajki Ericssonova proizvodnog programa, a tvrtka Sievert danas je jedan od najvećih proizvođača kabela u sjevernoj Europi i dio je Ericssonove grupe.

Ericsson je mogao zamisliti kako bi izgledao svaki detalj nekog uređaja i onda bi ga proizveo na najjednostavniji i najefikasniji način. Njegove norme bile su znatno više od normi njegovih konkurenata. Kvaliteta rada i elegantan dizajn afirmirali su njegove proizvode u simbole u telefoniji.

Godine 1896. transformirao je svoju tvrtku iz *L. M. Ericsson & Co.* u novu korporaciju *Aktiebolaget L. M. Ericsson & Co.*, s dionicama svojeg prijatelja Carla Johana Anderssona i još 31 ključnog radnika. Ericsson je i dalje upravljao do 1900., bio predsjednik odbora do 1903., a u poslije se više bavio međunarodnim poslovima.

4. Neki patenti Larsa Magnusa Ericssona

a) Patent mikrofona (objavljen 29. listopada 1895. godine), slika 12.


(No Model.)

L. M. ERICSSON.

MICROPHONE.

No. 548,748. Patented Oct. 29, 1895.

Fig. 1

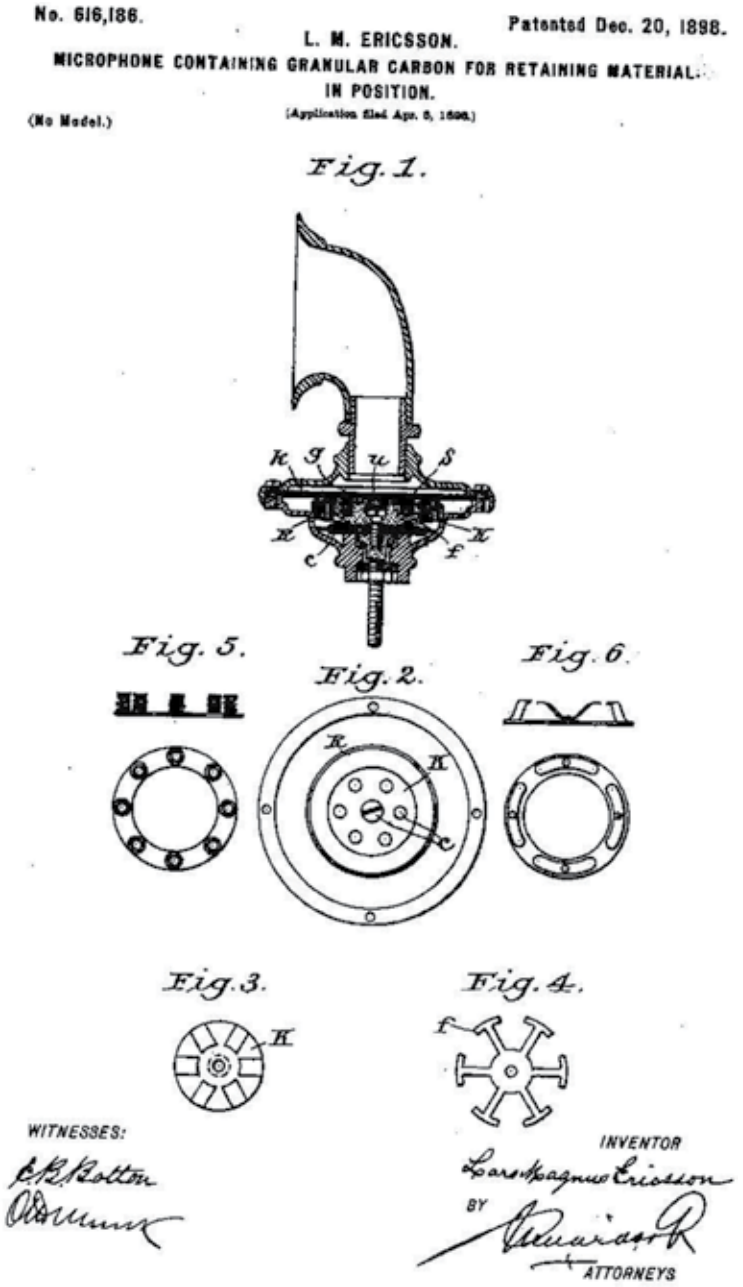
Fig. 2

Witnesses
H. van Oldenneel
E. A. Scott

Inventor
Lars Magnus Ericsson
by Richards & Q
Attorneys

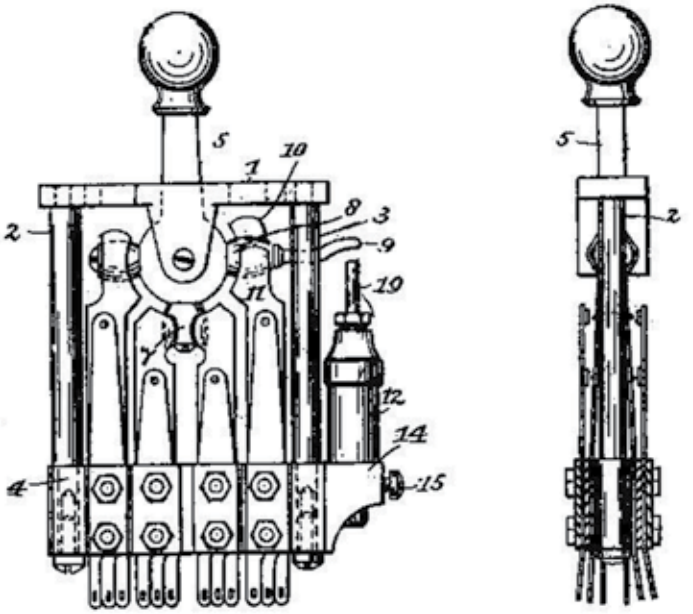
Slika 12.: Patent Ericssonova mikrofona

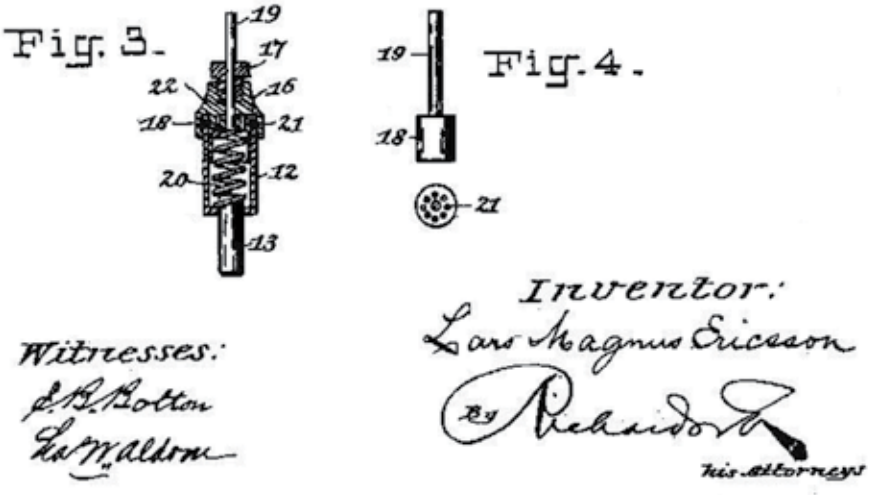
b) Patent mikrofona koji sadrži karbonski granulat za zadržavanje materijala u početnom položaju (objavljen 20. prosinca 1898. godine), slika 13.



Slika 13.: Ericssonov patent mikrofona

c) Patent za prekidač ili ključ za zvono na centralnoj telefonskoj ploči (objavljen 20. rujna 1904. godine), slika 14.





Slika 14.: Patent prekidača ili ključa za zvono na centralnoj telefonskoj ploči

Portret Larsa Magnusa Ericssona, rad švedskog slikara Axela Jungstedta iz 1905. godine, slika 15.

Slika 15.: Portret Larsa Magnusa Ericssona iz 1905. godine

Literatura

[1] Lars Magnus Ericsson, A Swedish Telecommunications Pioneer Telefonaktiebolaget L M Ericsson, Stockholm, Sweden, 1973.

[2] Espacenet, Lars Magnus Ericsson, patenti − internet

[3] http:/www.britishtelephones.com/t016.htm

[4] *Ericsson Nikola Tesla*, osnutak tvrtke, internet

Lars Magnus Ericsson – Creator of One of the World's Largest Telecommunication Companies

Draško Marin

Abstract: The short curiculum vitae of Lars Magnus Ericsson is presented. He was the one of the pioneers of the telecommunication industry. The Swedish Government played a major role by making it possible at that time, for many young workers and students to travel and study abroad in other countries. Ericsson was given opportunity twice in 1873 and 1875, going to work in German and Swiss companies.

Keywords: Lars Magnus Ericsson, Hemming Johansson, Värmland, *Ericsson – Nikola Tesla*, ICT, Johan Andersson, Hilda Simonsson, Alexander Graham Bell, Max and Ernst Sievert, Stockholm Public Telephone Company, Thorsten Cedergren, spiral microphone, Aktiebolaget L. M. Ericsson & Co.

Miroslav Matasović

Docent Vladimir Bek

promicatelj tehnologije elektrotehničkih materijala u proizvodnji i nastavi

Sažetak: Prikazan je cjeloživotni put Vladimira Beka na području tehnologije i razvoja elektrotehničkih materijala u realizaciji proizvoda Poduzeća *Rade Končar / Končar* i rad kao suradnika i promicatelja tehnologije i elektrotehničkih materijala putem kontinuiranog rada u okviru Sveučilišta.

Ključne riječi: Vladimir Bek, tehnologija, elektrotehnički materijali, Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Poduzeće *Rade Končar*

Uvod

Listajući novine od lipnja 2017. naišao sam na osmrtnicu za Vladimira Beka. Poznavao sam Vladimira Beka dugi niz godina kao promicatelja tehnologije, jednostavnog i samozatajnog inženjera u Poduzeću *Rade Končar*, kao sveučilišnog nastavnika na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Vladimir Bek bio je spreman na suradnju u profesionalnom, ali i u privatnom životu.

Nažalost, pisanih podataka o Vladimiru Beku ima relativno malo. Glavnina podataka prikupljena je iz publikacija tvrtke *Končar*, sa stranica FER-a i kroz kontakte s obitelji.

1. Školovanje

Vladimir Bek rođen je u Požegi 21. ožujka 1928. godine. Osnovno školovanje i gimnaziju pohađao je u Požegi. Maturirao je na Požeškoj gimnaziji

Slika 1.: Požeška gimnazija (Maturanti 1947.: 1. Babić, Branko, 2. **Beck, Vladimir**, 3. Binički, Velimir, 4. Buturac, Lojzo, 5. Čop, Zvonimir, 6. Derossi, Julije, 7. Dević, Milisav, 8. Grgurić, Branka, 9. Klarić, Marija, 10. Koljenik, Danica, …)

1947. godine. Školovanje je nastavio na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon završetka studija zaposlio se u Poduzeću *Rade Končar*.

Prezime Vladimira Beka u službenim se dokumentima Požeške gimnazije navodi s "-ck". Prema objašnjenju obitelji, prezime se prije Drugog svjetskog rata pisalo s "-ck", što upućuje na njemačko podrijetlo. Otac Vladimira Beka je 1947. odlučio, prilikom sređivanja dokumenata nakon Drugog svjetskog rata, da će mu biti jednostavnije bez pisanja prezimena s "-ck".

2. Stručni rad u Poduzeću *Rade Končar*

Prvo zaposlenje Vladimira Beka bilo je u Poduzeću *Rade Končar*, na području tehnologije elektrotehničkih materijala.

Rade Končar u to je vrijeme, a i poslije, bio najveće poduzeće elektroindustrije i kao takvo postaje nosilac gospodarske i razvojne funkcije na području elektrotehnike. Tvrtka djeluje u kontinuitetu od 24. siječnja 1921., kad je upisana u trgovački registar kao dioničko društvo "Elektra d.d." za elektrotehničku i strojarsku industriju, čiji su vlasnici Felix Rottenbücher, Bela Oppenheim i Josip Novaković, inženjeri iz Zagreba.

Nakon Drugog svjetskog rata, 1. siječnja 1947. osniva se Poduzeće *Rade Končar*, kao poduzeće za proizvodnju električnih strojeva, transformatora, uklopnih uređaja i telefona. Osnovala ga je Vlada FNR Jugoslavije svojom odlukom od 31. prosinca 1946. iz imovine tvrtke "Hrvatsko Siemens Elektronično d.d." i tvrtke "Noris".

Potreba razvoja elektroindustrije uvjetovala je osnivanje ustanove Elektrotehnički institut Poduzeća *Rade Končar* (25. ožujka 1961.). Činom osnivanja u Elektrotehnički institut pripojeni su svi laboratoriji i dio zaposlenika Konstrukcijskog ureda Poduzeća *Rade Končar*.

Upravna tijela Elektrotehničkog instituta izabrana su između 94 zaposlenika poduzeća. Tajnim glasovanjem izabrani su između znanstvenostručnih zaposlenika članovi Savjeta Instituta (Vojislav Bego, ing.; Jože Černelč, ing. i Velibor Parić, ing.) i Uprava Instituta (Vojislav Bego, ing.; **Vladimir Bek**, **ing.**; Boris Belin, ing.; Zvonimir Šturlan, ing. i Jože Černelč, ing.).

Od tog vremena može se pratiti rad i djelovanje Vladimira Beka kao stručnog nositelja i rukovoditelja na području tehnologije elektrotehničkih materijala.

Od samog osnutka Instituta posebna je pažnja posvećena organizaciji istraživačkog rada, posebice razvoju tehnologije i elektrotehničkih materijala. Već u početnoj fazi rada Instituta, među osnovanim sektorima, postoji organizacijska jedinica za razvoj elektrotehničkih materijala:

- Sektor za mjernu tehniku i ispitivanje
- Sektor za razvoj proizvoda
- Sektor za automatsku regulaciju i nuklearnu opremu
- **Sektor za razvoj elektrotehničkih materijala** (Vladimir Bek)
- Sektor za projektiranje tehnoloških procesa.

Daljnje proširenje znanstvenoistraživačkih zadataka i radi bolje koordinacije rada rezultiralo je u novoj organizacijskoj strukturi Instituta. Nositelji poslova postaju zavodi:

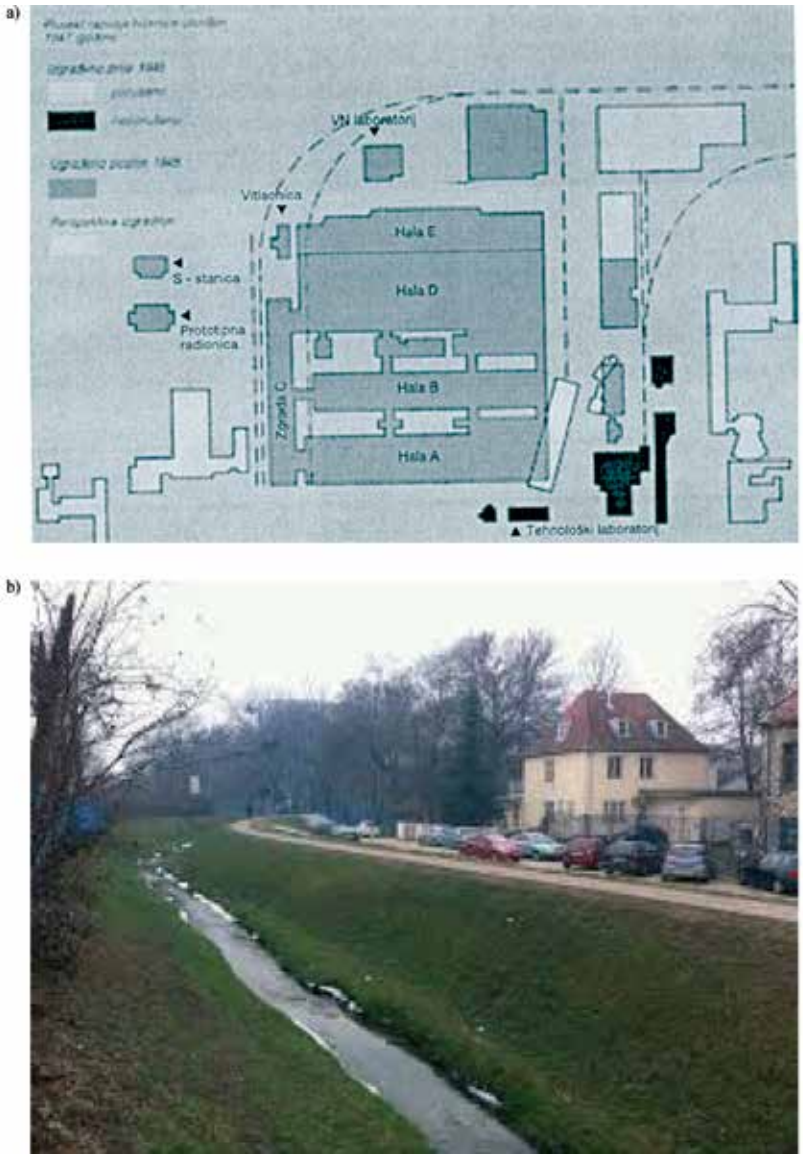
- Zavod za rotacione strojeve
- Zavod za transformatore
- Zavod za aparate
- Zavod za postrojenja
- Zavod za regulacionu tehniku
- Zavod za usmjerivačku tehniku
- Zavod za protueksplozijsku zaštitu
- **Zavod za tehnologiju elektrotehničkih materijala** (Vladimir Bek)
- Zavod za projektiranje tehnoloških procesa.

Radi cjelovitosti prikaza treba spomenuti da su važnu funkciju u razvoju nosile i jedinice:

- Laboratorij za ispitivanje materijala
- Prototipna radionica

− Proizvodnja mjernih uređaja
− Proizvodnja usmjerivačkih i regulacionih uređaja.

U kontinuiranom djelovanju Instituta djelatnost tehnologije elektrotehničkih materijala bila je vezana uz Tehnološki laboratorij. Tehnološki laboratorij osnovan je 1952. kao treći laboratorij uz već postojeća dva: Kemijski laboratorij i Laboratorij za elektrotehnička ispitivanja.



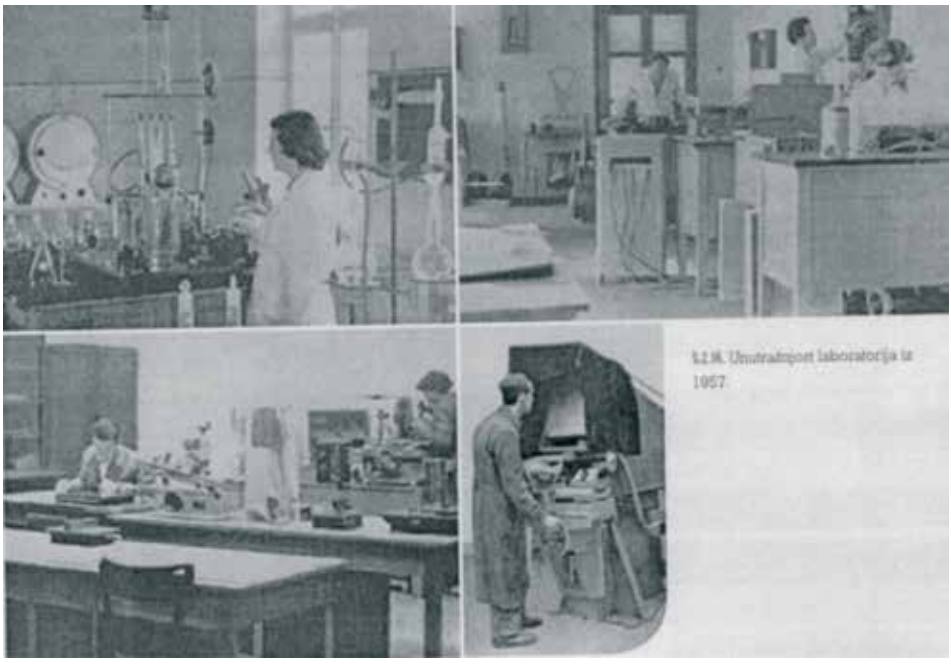
Slika 2.: Smještaj Tehnološkog laboratorija a), pogled na zgradu u kojoj je bio smješten b)

Na preglednom planu Poduzeća *Rade Končar* na lokaciji Fallerovo šetalište, lokacija Trešnjevka, Tehnološki laboratorij bio je smješten na istočnom dijelu lokacije.

Razvojno gledano, pojedini laboratoriji i ispitne stanice nalaze svoje korijene još od vremena ELIH-a (Elektroindustrija Hrvatske), kad su takve aktivnosti bile u sklopu konstrukcijskih ureda. Prvi rukovoditelj Kemijskog laboratorija bio je inženjer Branko Doljak (1919. −), koji je diplomirao 1943. na Kemijskom odsjeku Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Nakon njega Laboratorij je vodio inženjer Srećko Caha (1921. – 1997.), koji je diplomirao 1946. na Kemijskom odsjeku Tehničkog fakulteta u Zagrebu, zaposlio se 1951. u Poduzeću *Rade Končar*, a doktorirao 1966. godine.

Kao rukovoditelj za područje tehnologije, od početka svojeg djelovanja u Poduzeću *Rade Končar* i daljnjem kontinuiranom radu, Vladimir Bek usmjerio se na područje tehnologije i razvoja elektrotehničkih materijala u proizvodnji i nastavnom djelovanju na Elektrotehničkom fakultetu. Kroz svoje djelovanje bio je poznat i izvan *Rade Končara* kao veliki promicatelj i stručni djelatnik na tom području.

Opseg ovog prikaza ne dopušta detaljno navođenje pojedinačnih rezultata, no izvadak iz obrazloženja za godišnju nagradu Poduzeća *Rade Končar* za 1968. godinu pokazuje opseg njegova stručnog i rukovodećeg djelovanja:



Slika 3.: Tehnološki laboratorij (1957.)

"(…) početak proizvodnje uređaja za kontinuiranu izolaciju namota i time je usvojena najsuvremenija tehnologija izoliranja. Vodeću stručnu ulogu u projektiranju, postavljanju i uvodu u eksploataciju tog uređaja imao je ing. Bek. Odlični rezultati postignuti su izradom štapova za turbogeneratore Morava i Plomin, a počelo je izoliranje i štapova hidrogeneratora Skopje. Pod rukovodstvom ing. Beka su u zavodima za tehnologiju proizvoda I. i II. i u Laboratoriju za ispitivanje materijala postignuti vrijedni rezultati: sistematizirana je suvremena izolacija visokonaponskih i niskonaponskih motora, započela su cjelovita klimatska ispitivanja strojeva i aparata, postignut je znatan razvoj i primjena umjetnih masa za lijevanje i prešanje, kao i uspješan razvoj tehnologije cijevnih grijača. Posebna mu je zasluga osposobljavanje novog kadra tehnologa električnih proizvoda i vođenje opremanja i daljnje izgradnje Instituta, posebno Zavoda za aparate i osnovnih energetskih čvorova…"

3. Nastavni rad na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu

Vladimir Bek, osim što je bio rukovoditelj organizacijskih jedinica za tehnologiju i razvoj elektrotehničkih materijala, bio je pomoćnik direktora Instituta i predavač na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na kojem je predavao sljedeće predmete:

- Elektrotehnička tehnologija
- Tehnologija električnih industrijskih proizvoda
- Magnetski materijali (poslijediplomski studij)
- Novi izolacijski materijali (poslijediplomski studij).

Napredovao je u akademskom statusu:

- 1958. honorarni asistent
- 1959. honorarni predavač
- 1963. honorarni docent.

Dostupni podaci o objavljenim radovima su skromni:

- *Tehnologija elektrotehničkih materijala* (Sveučilište, 1963.)
- *Tehnologija elektromaterijala* (Elektrotehnički fakultet Zagreb; 1987., 1972., 1991.)
- *Tehnologija elektromaterijala* (Elektrotehnički fakultet Osijek, 1972.)
- *Tehnologija elektromaterijala* (Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split, 1963.)
- Vladimir Bek i Pavao Čatoš: *Impregnacija namota električnih proizvoda* (Tehnička knjiga, 1970.).

Karakteristično je za ta skripta i knjige, da je to nastavna dokumentacija s područja tehnologije, koju su sveučilišne obrazovne ustanove s područja elektrotehnike i strojarstva rabile u nastavi od 1963. do 1991.

Vladimir Bek dobitnik je nagrade *Nikola Tesla* (1966.) za "(…) rješavanje sustava izolacije namota za elektromagnete za nuklearna istraživanja…" Nedvojbena je uloga Vladimira Beka na području tehnologije i razvoja elektrotehničkih materijala i kao stručne osobe, ali i kao velikog promotora napretka na tom području.

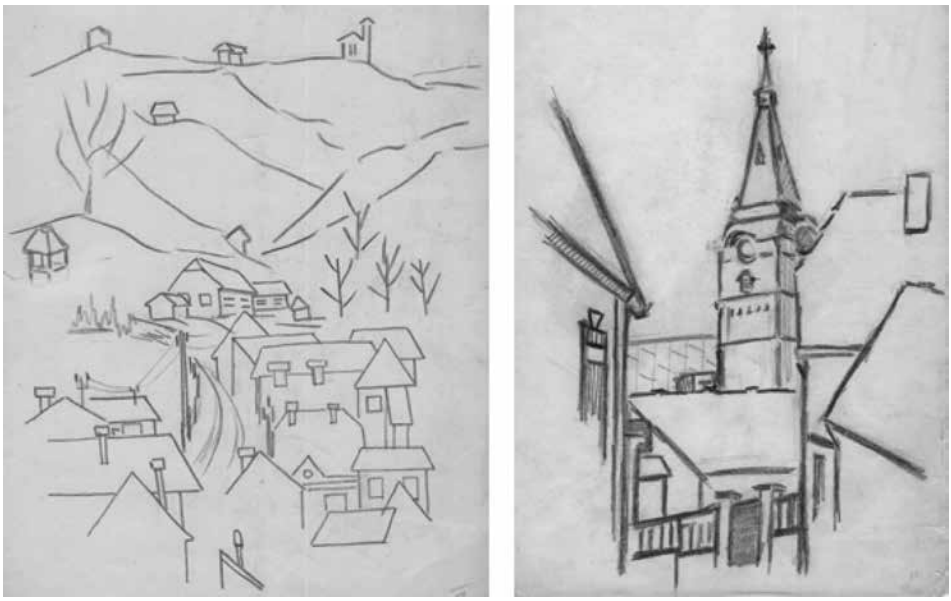
4. Učitelj i suradnik

Veličina čovjeka ne pokazuje se samo kroz rezultate stručnog rada, nego i kroz male ljudske osobine. Osobno poznavanje Vladimira Beka obvezuje me da s nekoliko detalja ilustriram njegov stručni i pedagoški pristup, koji su, ne samo meni, nego i mnogim drugima ostali u trajnoj uspomeni − njegov otvoren i dobronamjeran pristup odnosno otvorenost prema stručnom pristupu.

Moje poznanstvo s Vladimirom Bekom ima poveznicu – Požegu, i pohađanje iste škole – Požeške gimnazije. Susreli smo se jednog davnog ljeta u Požegi, kod zajedničkog prijatelja, njegova rođaka. Prijatelj i ja *brusili* smo znanje za maturu. Nakon upoznavanja, formalnog, kakva već sva upoznavanja jesu, mladi inženjer, po godinama nešto stariji od nas, nasmijan, otvoren, − nemajući valjda drugog razgovora – priupita: "(…) onda, što ćete momci dalje?..."

Prijatelj se već davno odlučio za građevinu, a ja sam bio zaokupljen umjetnošću – crtanje, slikanje, povijest umjetnosti, uz nešto malo sporta. Kad sam mu to s punim *rešpektom* prenio, njegov je odgovor bio: "(…) daj, nemoj fantazirati o umjetničkom zvanju, presiromašna smo zemlja za sponzore, a mjesto profesora crtanja na nekoj školi i nije nešto o čemu treba maštati… razmisli: danas treba inženjera,… posla ima… odluči se…" Njegova primjedba pokrenula me na razmišljanje. Naime, zanemario sam odličnu *podlogu*, koju mi je Požeška gimnazija usadila iz prirodnih i njima srodnih znanosti – a njegovo: "(…) dobro ti to ide – razmisli…" – odzvanjalo mi je glavi. Upisao sam i završio Elektrotehnički fakultet u Zagrebu, zaposlio se u *Radi Končaru* i surađivao s Vladimirom Bekom.

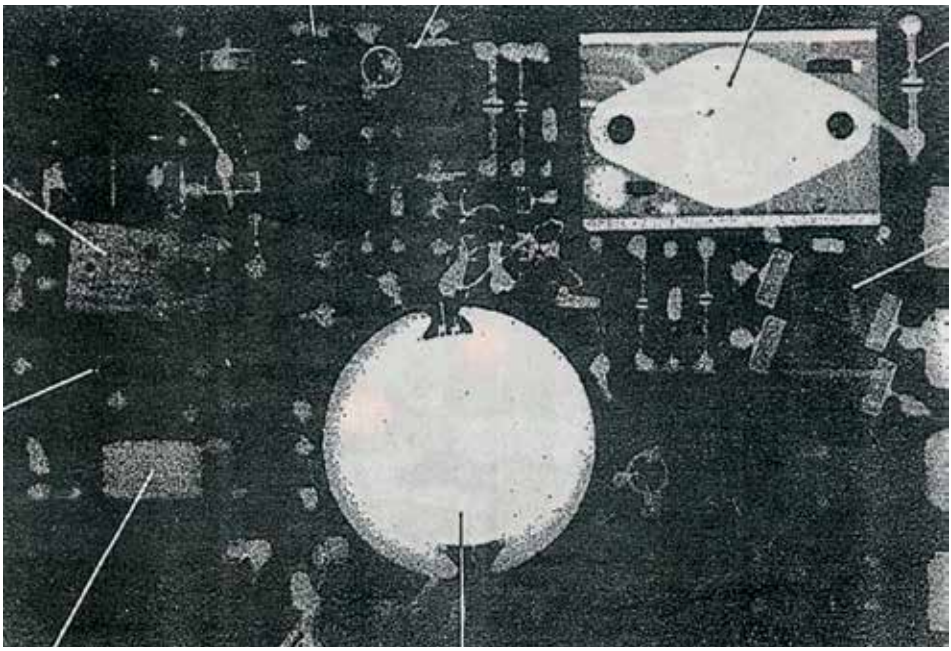
Kao inženjer početnik počeo sam se upoznavati i preuzimati novu tehniku u provedbi protueksplozijske zaštite − samosigurnost. Tehnika samosigurnosti u to je vrijeme (1960-te godine) bila nova u globalnim razmjerima. Osnova tehnike je u prilagodbi instrumentalne opreme, bazirane na poluvodičkoj i računalnoj tehnici, za uporabu u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom. To je oprema koja je namijenjena prikupljanju i obradi podataka u i iz prostora



Slika 4.: Slike iz Požege (Miroslav Matasović)

ugroženih eksplozivnom atmosferom u kemijskoj, farmaceutskoj industriji i rudarstvu. Tehnika zaštite, samosigurnost, osniva se na ograničenju energije koja se može prazniti u okolnu eksplozivnu atmosferu, na razinu koja je ispod granice paljenja eksplozivne atmosfere. U ispitivanjima svojstava uređaja izvedenih u toj tehnici, posebno elektroničkih uređaja, nailazilo se na velike poteškoće. Naime, velik dio elektroničkih sklopova radi zaštite od oštećenja, mehaničkih ili okolišnih, kao i zbog osiguravanja, da se onemogući nestručne zahvate na sklopovima, podvrgava se zalijevanju u čvrstu masu za zalijevanje (npr. araldit). Metoda zalijevanja odgovara proizvođaču zbog držanja parametara sklopa pod nadzorom. To, međutim, izaziva teškoće kod ispitivanja. S obzirom na to da postoji nedostupnost svim dijelovima sklopova, a na sklopovima je potrebno obaviti zahvate kojima će se stvoriti najnepovoljnija energetska stanja koja trebaju rezultirati najvećom energijom koja se može prazniti u okolinu. Iako je riječ o malim iznosima energija, i ti iznosi su potencijalno dovoljni za izazivanje paljenja okolne atmosfere.

Zadatak koji mora riješiti ispitivač je kako doći do podataka o najnepovoljnijim slučajevima, kad dostup svim komponentama sklopa nije moguć i kako provjeriti je li stvarno ugrađeno ono što mora biti ugrađeno. Dakle, zalijevanje sklopova stvara ispitivačima velik problem, posebno ako se ispituje jedini primjerak za uporabu (ne ulazeći u metode utvrđivanja sigurnosti kroz dokumentaciju i konkretno ispitivanje u eksplozivnoj atmosferi) ili ako je uzorak uzet s *terena* na provjeru.



Slika 5.: Rendgenska snimka

U razgovoru na jednom stručnom sastanku u Institutu sreo sam Vladimira Beka. Nakon uobičajenih pitanja: Kako ste?, Kako posao?, napomenuo sam da imam problem sa zalivenim sklopovima u procjeni sigurnosti. Odmah mi je, bez velikog uvoda i mudrovanja, rekao: "Dođite sutra k nama u laboratorij, pa ćemo vidjeti što možemo dobiti snimanjem rendgenskim uređajem…" Dođoh, vidjeh i dobih − novu metodu koja je olakšala rad i procjene do te mjere da su i ostali srodni ispitni laboratoriji po Europi, s kojima sam bio u vezi, postupno i nakon objave na stručnim skupovima, počeli primjenjivati taj pristup u svojem radu.

Zaključak

Ako bi se rad docenta Vladimira Beka ocjenjivao samo kroz javne objave, teško da bi se dobio cjelovit uvid u njegov doprinos području tehnologije i posebno elektrotehničkih materijala. No, ako se provede analiza njegova djelovanja u okviru velike proizvodne tvrtke i kroz realizaciju proizvoda koji se oslanjaju na dobru tehnologiju u realizaciji, uz kontinuirano djelovanje na sveučilištu i u javnom prostoru, dobiva se potpuno viđenje njega kao promicatelja tehnologije i znanja o elektrotehničkim proizvodima i njegova doprinosa području. Stoga je bilo potrebno načiniti ovaj zapis.

Literatura

[1] Filip Potrebica, Vladimir Vugrinec, Branimir Kempf i dr., *Almanah Požeške gimnazije*, Požega, 1970.

[2] https://www.koncar-institut.hr/wp-content/uploads/2017/05/Monografija_50_godina_ KONCAR-Institut.pdf″

Assistant Professor Vladimir Bek – Promotor of the Technology of Electronic Materials in Production and Teaching

Miroslav Matasović

Abstract: The entire life of Vladimir Bek is presented, and his work in the field of technology and the development of electronic materials in the manufacture of products by the company Rade Končar/Končar, alongside his work as an associate and promoter of technology and electrical materials through his continuous work within the University.

Keywords: Vladimir Bek, technology, electrical materials, Faculty of Electrical Engineering, University of Zagreb

Miroslav Matasović

Oton Kučera na Požeškoj gimnaziji od 1886. do 1892.

"Blago narodima u kojima se dovoljan broj talentiranih sinova njihovih za vremena naoruža nužnim znanjem prirodne nauke, kako bi se s drugim narodima plemenito mogli natjecati za lovor! Njihova je budućnost, makar bili danas i maleni."

Oton Kučera

Sažetak: Oton Kučera djelovao je na Požeškoj gimnaziji, instituciji s više od 300-godišnjim djelovanjem, značajnom u Slavoniji i Hrvatskoj. Prikazan je presjek djelovanja Požeške gimnazije posebno na području prirodnih znanosti. Rad Otona Kučere i njegova ostavština u Požeškoj gimnaziji prikazani su kroz fizikalnu zbirku i zvjezdarnicu.

Ključne riječi: Oton Kučera, Požeška gimnazija, nastavna učila iz područja fizike, zvjezdarnica

Uvod

Jedan od naših najvećih promotora prirodnih znanosti krajem XIX. i početkom XX. stoljeća na područjima astronomije, fizike i tehnike, a manje je poznato i na području elektrotehnike, bio je dr. Oton Kučera (1857. – 1931.).

Uz njegovo ime vezani su počeci znanstvenih spoznaja o elektrotehnici i razvoj elektrotehnike u Hrvatskoj. Napisao je niz knjiga od kojih je najpopularnija bila *Crte o magnetizmu i elektricitetu*, objavljena 1891. godine. Prvu knjigu o radiju napisao je upravo on, 1900. u Zagrebu. Objavio je i niz stručnih članaka o radiju, opisujući svoje spoznaje na osnovi znamenitih pokusa njemačkog

fizičara Heinricha Rudolfa Hertza (1857. – 1894.) s elektromagnetskim valovima. Stoga se dr. Kučeru može smatrati prvakom radiotehnike u Hrvatskoj. U jednom od svojih članaka u *Viencu* iz 1902. osvrnuo se riječima na izum telegrafa američkog fizičara i slikara Samuela Finleyja Breesea Morsea (1791. – 1872.), na izum bežične telegrafije talijanskog inženjera Guglielma Marconija (1874. – 1937.) i na pokuse Nikole Tesle u Americi.

Taj velikan hrvatske znanosti radio je na Požeškoj gimnaziji od 1886. do 1892. godine. Radi cjelovitog prikaza i razumijevanja djelovanja Otona Kučere na Požeškoj gimnaziji, potrebno je prikazati njezino kontinuirano djelovanje kroz više od 300 godina. Posebno je važan odnos prema prirodnim znanostima, o kojem saznajemo na osnovu bogate pismohrane Požeške gimnazije.

1. Povijest Požeške gimnazije

Početak Požeške gimnazije kao institucije seže od kraja XVII. stoljeća i u neprekinutom slijedu traje do danas. Proživjela je kao i druge institucije tog vremena u Hrvatskoj (Zagreb, Varaždin) u svojem 300-godišnjem postojanju mnoge organizacijske, odgojne i nastavne promjene. Gimnazija je Požegu

Slika 1.: Kraljevska velika gimnazija u Požegi (oko 1900-te)

Slika 2.: Požeška gimnazija (poslije 1939.)

Slika 3.: Požeška gimnazija danas

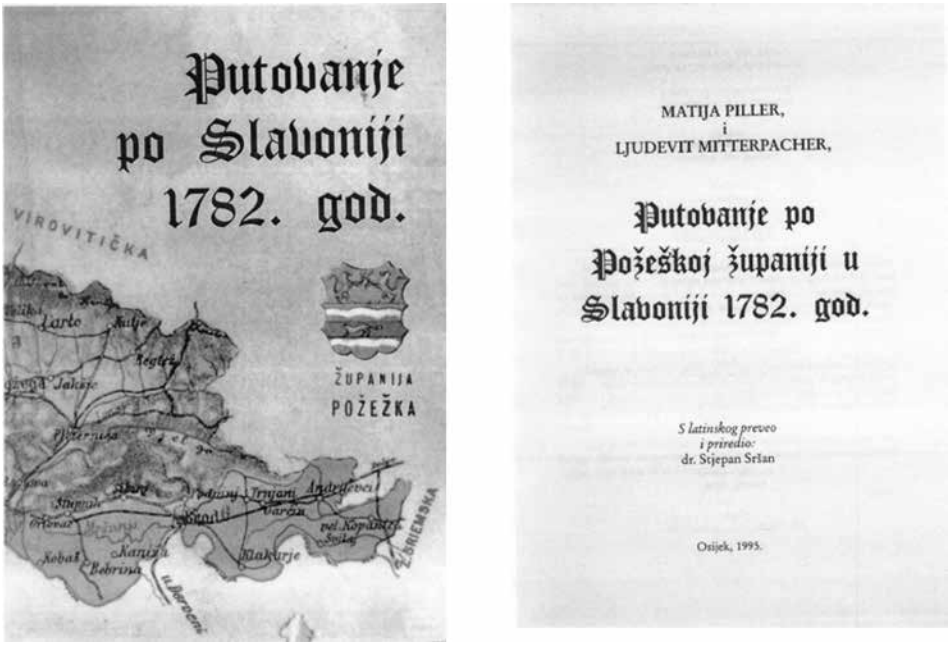
učinila kulturnim središtem Slavonije u proteklim stoljećima. Iznimno je važna u razvoju grada, Požeške kotline i Slavonije.

Isusovci su udarili prve početke Požeškoj gimnaziji 1698. godine. Osnovan je već pripravni razred. Početak rada u Požeškoj gimnaziji datira od mjeseca studenog 1699., kad je otvoren prvi gramatički razred, pa gimnazija postaje gramatička škola s četirima razredima (niža gimnazija), a 1726. prelazi od niže u višu gimnaziju jer se otvaraju nova dva razreda. Podjela na razrede nije se mijenjala sve do 1761., kad se dodaje višoj ili potpunoj gimnaziji filozofija, a 1763. godine i teologija. Od 1764. do 1776. godine Požeška gimnazija svrstana je u red visokih škola (lat. *scholae altiores*) pod nazivom:

"ACADEMIA POSEGANA"

s dvama fakultetima − filozofskim i teološkim. Uz zagrebačku Akademiju bila je jedina visoka škola u Hrvatskoj. Tako je radila sve do ukinuća isusovačkog reda (1773).

Zanimljiv je zapis iz pismohrane koji govori o Požeškoj gimnaziji kao važnom čimbeniku znanom i izvan uže okoline. U XVIII. stoljeću (1782.), carica Marija Terezija dala je kao zadaću profesoru prirodopisa na sveučilištu u Budimu Matiji Pilleru da putuje po gimnazijama u carevini i daje upute za



Slika 4.: Naslovnica knjige *Putovanje po Slavoniji 1782. god.* autora Pillera i Mitterpachera

organiziranje prirodopisnih zbirki. Povod puta bilo je, među ostalim, istraživanje samozapaljenja u mjestu blizu Požege. O svojem su putu Piller i Mitterpacher napisali knjigu koja obiluje opsežnim zapažanjima o flori, fauni, običajima na koje su nailazili na putu. Tijekom boravka posjetili su Požešku gimnaziju i poklonili kolekciju biljki i minerala koju su prikupili po Požeškoj županiji, za korištenje u nastavi.

Nakon ukinuća isusovačkog reda Požeška gimnazija prešla je u ruke drugog crkvenog reda − pavlina. Pavlini upravljaju gimnazijom do 1786. godine. Godine 1777. uvodi se u gimnaziji nova naukovna osnova, kojom je uvedena nova podjela na razrede. Od 1777. do 1806. godine Požeška gimnazija dijeli se na nižu gramatikalnu (tri razreda) i višu humanističku (dva razreda). Godine 1806. ponovno je postala šestorazredna, kad dobiva četiri niža razreda i tako djeluje sve do 6. srpnja 1852. godine. Nastavni jezik i dalje je latinski.

Nakon što su se pavlini sekularizirali, postali su svjetovni svećenici ili ekspavlini, nastavili su rad na Požeškoj gimnaziji i njom upravljali sve do 1834., kad upravu nad školom preuzimaju franjevci. Značajno je, i za buduće događaje, da se za vrijeme pavlina i franjevaca posvećuje nešto više pažnje prirodnim znanostima. Uređuju se zbirke za biologiju i fiziku. Sve se više njeguje uz latinski i hrvatski jezik. Karakter škole nije se bitno mijenjao. U školskoj godini 1848./1849. uveden je hrvatski jezik kao nastavni umjesto latinskog.

Reformama Lea Thuna (1850.), Požeška gimnazija smanjena je na nižu gimnaziju s četirima razredima − ukidanjem petog i šestog razreda, što je njezin najveći pad od osnutka. Požeška gimnazija djeluje kao četverorazredna punih osamnaest godina (1852. – 1870.). Uvedeno je nekoliko novih vještina, kao što su krasopis, crtanje i muzika, za koje su sami učenici snosili troškove poučavanja. Uprava škole osnovala je 1854. godine Društvo za potporu dobrih ali siromašnih učenika.

Godine 1860. na Požešku gimnaziju dolaze prvi profesori svjetovnjaci, među kojima su se istaknuli Josip Pavičić, Eugen Kovačević i Antun Mazek, a hrvatski jezik postaje nastavni jezik. Požeška gimnazija dobila je odobrenje da od šk. god. 1870./1871. uvede postupno svake godine po jedan viši razred. Tako je školske godine 1873./1874. imala svih osam razreda i održan je prvi ispit zrelosti.

Organizacija i struktura Požeške gimnazije od 1874. do 1925. godine bila je čisto humanistička gimnazija. Grčki, latinski i njemački jezik polagali su se na završnom ispitu − maturi. Predavali su se još i: nauk vjere (od trećeg razreda gimnazije dalje), povijest, zemljopis, matematika, prirodopis, fizika, kemija, biologija (u sedmom i osmom razredu), krasopis (u drugom razredu), a gimnastika tek od početka XX. stoljeća. Fakultativno su se učili francuski, talijanski, grčki jezik, crtanje, stenografija i pjevanje.

Postupno se Požeška gimnazija od klasične pretvara u realnu. U realnoj gimnaziji nisu se u nižim razredima učili grčki i latinski jezik, a od živih jezika učio se francuski od drugog razreda umjesto njemačkog jezika. Uvodi se obvezna nastava crtanja i gimnastike.

2. Prirodne znanosti na Požeškoj gimnaziji

U dugoj 300-godišnjoj kontinuiranoj tradiciji i opstojnosti Požeške gimnazije velika se pažnja posvećivala prirodnim znanostima, o čemu svjedoče brojni zapisi u njezinoj pismohrani. U tiskanom Izvještaju iz 1853. godine nalazi se zapisano da se fizika obrađuje u 3. razredu u drugom polugodištu po tri sata tjedno i u 4. razredu također tri sata tjedno, kao i:

> "Uz posredovanje vis. c. k. zem. škol. oblasti savjetnika ovozemnih gimnasiah nadzornika g. Antuna Jarca na molbenicu ravnatelja gimnass sl. Magistrat grada Požege iz domaće blagajne za nabavljanje makine električne, prirodopisnih većih tablicah i zemljovidah cjelog svjeta od Hollea pokloni gimnasii 92 for. 4 kr. srebra", te "(…) g. Roko Madjenović poklonio je gimnasiji jednu spravu za risanje i jedan durbin".

Posebno je važan Izvještaj škole iz 1854. godine s popisom učila korištenih u nastavi:

> "Strojevi fizikalni: koloturnik, magnetične šipke, dubno zrcalo, visno zrcalo, slike za dokaz ravnovisja, Voltin stup, gustomjer, stroj električni, optička stakla, toplomjer, stroj za ukazivanje pritiska zraka, *tellurium*, *lunarium* (...)."

Iz 1868. godine nalazi se zapis:

> "Četveroškolac Fernando Müzler načini: Arhimedovu koloturicu dočim su 24 četveroškolca, među njima i napomenuti učenik, sabrali među sobom 10 for. 30 novč. te je od toga novca pod rukovodstvom dotičnog učitelja naravoslovja po ovomjesnom limaru Stanku Veselicu izvedeno Segnerovo kolo, javilo i magični lijevak."

U zapisu iz 1878. godine možemo čitati:

> "Sa zahvalnošću se još spominje, da je knjigovođa požeške štedionice g. Roman Rittig poklonio prirodoslovnom kabinetu 2 brzojava, kojih su sastavine većim dielom njegovom rukom izrađene."

Listajući dalje školske izvještaje doznajemo da je gotovo svake godine nabavljeno po nekoliko učila, koja su u vrijeme nabave bila vrlo moderna i funkcionalna, a mnoga se i danas koriste.

Prateći zapise iz bogate pismohrane Požeške gimnazije, potrebno je ta važna događanja povezati s djelovanjem Otona Kučere i prihvatiti to kao značajnu osnovicu njegova budućeg djelovanja na području astronomije, meteorologije i elektrotehnike.

3. Službovanje Otona Kučere na Požeškoj gimnaziji

Među zaslužnim profesorima i znanstvenim radnicima koji su u mladim godinama službovali u Kralj. velikoj gimnaziji u Požegi isticao se kao profesor matematike i fizike i 'osnivač Zvjezdarnice i Meteorološke stanice' u Požeškoj gimnaziji Oton Kučera.

Oton Kučera rodio se u Petrinji 1. siječnja 1857. godine u graničarskoj obitelji. Šest razreda gimnazije polazio je u Ožegovićijanumu u Senju, a 7. i 8. razred s maturom završio je u Gimnaziji u Vinkovcima. Filozofski fakultet polazio je samo tri godine i završio u Beču 1877. godine. Nakon završenog studija matematike, fizike i astronomije službovao je u Gimnaziji u Vinkovcima od 1877. do 1886. godine, najprije kao namjesni učitelj 1877. godine, zatim kao pravi učitelj do 1880. godine i otad kao potvrđeni profesor dekretom C. i kr. glavnog zapovjedništva Vojne krajine od 22. veljače 1880. Za vrijeme studija u Beču dobivao je krajišku stipendiju u iznosu od 420 forinti

Slika 5.: Oton Kučera (Petrinja, 31. prosinca 1857. − Zagreb, 29. prosinca 1931.),

Dekretom Kralj. zemaljske vlade u Zagrebu od 29. rujna 1886. premješten je profesor Oton Kučera iz Vinkovaca u Požešku gimnaziju u kojoj ostaje na radu do ljeta 1892. godine, tj. šest školskih godina. U to je vrijeme do 1888. godine predavao osim profesora Kučere matematiku i fiziku pravi gimnazijski učitelj Ivan Tkalčić (Varaždinac), koji je 25. lipnja 1888. naglo umro od kapi u 43. godini života.

Već je otpisom Visoke kr. zemaljske vlade, Odjela za bogoštovlje i nastavu, od 28. rujna 1886. bila ustrojena "na ovom učevnom zavodu postaja za motrenje meteorologičkih pojava radi poznavanja hidrografičkih odnošaja u Posavju". U knjizi *Opažanja oborina na postaji Požega*, koja se nalazi u Arhivu Gimnazije, Ivan Tkalčić je počevši od 1. siječnja 1887. vodio mjesečni dnevnik oborina kroz čitavu 1887. i do mjeseca lipnja 1888. godine, kad je taj posao meteoroloških opažanja preuzeo i savjesno vodio do 1892. prof. Oton Kučera. Mjesečni meteorološki izvještaji morali su se slati u Budimpeštu Meteorološkoj mađarskoj kralj. centralnoj ustanovi i u Zagreb Visokoj kr. hrv.-slav.-dalm. zemaljskoj vladi − građevnom odsjeku.

Poletni meteorolog i astronom Oton Kučera organizirao je od 1888. godine meteorološka i astronomska promatranja i na gimnazijskoj zvjezdarnici, kućici pod staklom, koja se nalazila u sredini nad krovom jednokatne gimnazijske zgrade sve do 1939. godine, kad je zgrada podignuta na dva kata bez stare Zvjezdarnice.

O svojem radu izvještava Oton Kučera u Izvješću Kr. velike gimnazije u Požegi koncem šk. god. 1889./1890. u članku pod naslovom *Meteorologijska postaja na Kr. velikoj gimnaziji u Požegi*.

4. Fizikalna zbirka Požeške gimnazije

Iz vremena Otona Kučere postoje u fizikalnom kabinetu sačuvani katalozi učila različitih tvrtki, slika 6. Prema tim katalozima nabavljen je velik broj fizikalnih učila u razdoblju od 1889./1890. do 1893./1894. U Izvještaju iz pismohrane Požeške gimnazije može se naći:

"Podpisani uredio je na kr. gimnaziji iz sredstava fizikalnoga kabineta tečajem prošle godine meteorologijsku postaju dugoga reda, na kojoj se od 1. listopada 1889. tri put na dan u 7, 2 i 9 h motre i bilježe sliedeći klimatološki elementi: 1) Tlak zraka. 2) Temperatura zraka. 3) Vlaga zraka. 4) Parni tlak u zraka. 5) Smjer i jakost vjetra. 6) Smjer i oblik oblaka. 7) Oborine.

I. Za temperaturu, vlagu i parni tlak rabi Augustov psihrometar (model c. kr. austrijskoga centralnoga zavoda za meteorologiju u Beču). … Limena kućica sa psihrometrom od 1. lipnja 1890. stoji pred prozorom u prvom katu, okrenutim na sjever. U njoj su smještena druga 2 Kapellerova termometra, jedan

Slika 6.: Katalog fizikalnih učila: Max Kohl, Chemnitz i S., Marx es Merci, Leybold i dr.

(suhi) razdieljen u 1/10° C, drugi (mokri) broj 3435 razdieljen u 1/5° C. Direktni traci sunčani ne padaju ni u 7 ujutro ni u 2 na kućicu, a ne ima ni tako blizu sgrada, s kojih bi se na nju odbijali. Visina: kućice nad tlom 6 m. Vlaga u postotcih i parni tlak u mm. računani su po *Psyhrometer-Tafeln für das hunderttheilige Thermometer von Dr. C. Jelinek, Wien 1871.*

II. Za mjerenje tlaka zraka rabi Fortinov barometar, nabavljen već g. 1886. za zbirku fizikalnoga kabineta. Barometar je smješten u istoj sobi, pred kojom je kućica od prilike 6 m nad tlom, a 158 m nad morskom površinom. ... U priloženoj tab c priobćeni brojevi kazuju tlak zraka sveden na °C.

III. Za mjerenje oborina rabi kišomjer propisan od visoke kr. zem. vlade za sve ombrometrične postaje u Hrvatskoj. Kišomjer je smješten u dvorištu u privatnom stanu potpisanoga na mjestu gdje ne ima u blizini velikih stabala ni visokih kuća; stoji 2 m nad tlom.

IV. Za mjerenje smjera i jakosti vjetra i smjera oblaka ne ima posebnih aparata. Smjer vjetra pokazuje zimi dim iz visokih dimnjaka, a ljeti visok jablan, koji je slučajno baš pred prozorom observatorija. I jakost vjetra ocienjuje se na tom jablanu po naputku, zabilježenom u knjizi: *Anleitung zu meteorologischen Beobachtungenan Stationen II. und III. Ordung. ... Wien 1884. pag. 60*.

Na koncu istaknuti je podpisanomu još i to, da su ga u motrenju i računanju tečajem ove godine revno pomagala dva učenika ove gimnazije: Sigismund Griesz VIII. i Stjepan Kovačević, VI. Razreda."

Zanimljiv je i podatak da je godine 1889. Zemaljska vlada u Zagrebu odobrila Požeškoj gimnaziji za nabavu fizikalnih aparata izvanrednu dotaciju

od 350 forinti i, osim toga, bilo je dopušteno da se od šk. god. 1889./1890. pa do uključivo šk. god. 1893./1894. osim obične dotacije od 160 for. na godinu "upotriebi sva primarina zavoda za nabavu najpotrebnijih fizikalnih aparata".

Mnogi od nabavljenih fizikalnih naprava i aparata iz tog vremena nalaze se u zbirci za fiziku Požeške gimnazije. Požeška gimnazija ima sačuvanu vrijednu zbirku instrumenata i učila, od kojih mnogi potječu iz vremena Otona Kučere.

1. Dinamo-električni stroj *R. Moessen, Beč, 1887.* *Požega: Gimnazija* *Metal, žica, drvo: 30 x 15 x 20* *Gimnazija u Požegi. Inv. br.: 5.209.*	
2. Univerzalni stativ	
3. Cijev za Toricellijev pokus	
4. Fotometrijska i optička klupa s dijelovima − dvodijelna sa svim nuzgrednim aparatima za fotometriju, slikanje u sferičnom zrcalu i lećama i za pokuse o žarnoj toplini *Lisser i Benecke, Berlin, 1889./1890.* *Požega: Gimnazija* *Drvo, metal, staklo, papir, vosak; 430 x 25 x 40* *Gimnazija u Požegi. Inv. br. 2.20*	
5. Rueprechtova tezulja (osj. 1/100.000) i utezi od mjedi k toj tezulji (3 kg)	
6. Foucaultovo njihalo po Weinholdu	
7. Appunov aparat za 9 viših tonova od *C* *Lorenz, Chemnitz, 1890.* *Požega: Gimnazija* *Drvo, koža, plastika, metal; 35 x 25 x 25* *Gimnazija u Požegi. Inv. br.: 1.12.*	

8. Svirale na stalku (rezonatori po Appunu) *Lorenz, Chemnitz, 1890.* *Požega: Gimnazija* *Drvo; 60 x 22 x 60* *Gimnazija u Požegi. Inv. br. 1.5.*	
9. Goniometar po Weinholdu (sa dijelovima), spektrometar *Lorenz, Chemnitz, 1890.* *Požega: Gimnazija* *Metal, staklo, drvo; 60 x 60 x 50 i 36 x 28 x 10 (kutija)* *Gimnazija u Požegi. Inv. br. 2.4.*	
10. Deklinatorna igla na stativu	
11. Inklinatorna igla na stativu	
12. Meutznerov aparat za dokaz zakona da jakost magnetne sile pada s kvadratom daljine	
13. Ampereov aparat za elektrodinamične pojave po Weinholdovoj konstrukciji	
14. Kolo za reakciju	
15. Akustična viljuška C_o = 128	
16. Newtonovo staklo	
17. Objekti za ogib svjetla s dalekozorom	
18. Velika leydenska boca	
19. Geisslerove cijevi za fluorescenciju	
20. Fresnelova zrcala za interferenciju	
21. Galvanometar po Weinholdu	

22. Koherer za Hertzove pokuse *Požega: Gimnazija* *Drvo, lim, pluto, plastika, metal; 35 x 10 x 25* *Gimnazija u Požegi. Inv. br. –*	
23. Teleskop (refraktor) *Fr. P. Zajec, Optik, Ljubljana – 1873. (poklon Franje Finka)* *Požega:Gimnazija* *Metal, staklo, koža, papir; 8 x 8 x 119* *Gimnazija u Požegi. Inv. br. 2.30*	

Profesor Vladimir Vugrinec s posebnom je pažnjom i marom čuvao fizikalnu zbirku, a zaslugom Dragutina Kovačevića i Ivice Marinovića, nekadašnjih učenika Požeške gimnazije, a danas njezinih profesora, u novoj zgradi Gimnazije čuva se dio izdvojenih učila u posebnom prostoru koji se zove Školski muzej, slika 7. Na krovu zgrade opremljena je mala zvjezdarnica, kao nastavak Kučerine, slika 8.

Slika 7.: Školski muzej Požeške gimnazije

Slika 8.: a) Gimnazijska zvjezdarnica iz 30-tih godina, b) Zvjezdarnica *Oton Kučera* danas

Zaključak

Gimnazija u Požegi postoji dulje od 300 godina. Postojanje takve institucije, njezin karakter i ulogu (a uvjeren sam i sve drugo), najbolje opisuju stihovi američkog pjesnika Walta Whitmana (1819. −1892.):

"(…) Nikoga ne vodim stolu za ručak, u knjižnicu, u burzu.
Ali svakoga muškarca i svaku ženu među vama ja vodim na brežuljak,
Moja vas lijeva steže oko pasa,
Moja desna pokazuje na krajolike kontinenata i javni drum.
Ne, ni ja ni nitko drugi ne može prevaliti taj put za vas,
Vi ga morate prevaliti sami…"

Pjesma o meni
u predivnom prijevodu Tina Ujevića…

U takvom se ozračju ove kulturne institucije našao i Oton Kučera, sustavno usmjeravajući svoje djelovanje. Bavio se astronomijom, meteorologijom, no njegove su velike zasluge na promicanju i razvitku područja elektrotehnike.

Zasade koje je pokrenuo Oton Kučera prisutne su i danas u radu Požeške gimnazije: osnova za nastavu fizike polazi od bogate zbirke uređaja i instrumenata, čime je omogućeno provođenje zorne, na eksperimentu osnovane, nastave fizike. Polaznici Požeške gimnazije ponijeli su ta znanja iz eksperimentalne fizike i taj mentalni sklop prema svojim daljnjim usmjeravanjima na tehničkim i prirodoslovno-matematičkim fakultetima.

Literatura

[1] Filip Potrebica, Vladimir Vugrinec, Branimir Kempf i dr., *Almanah Požeške gimnazije*, Požega, 1970.

[2] Matija Piller, Ljudevit Mitterpacher: *Putovanje po Požeškoj županiji u Slavoniji 1782*., Osijek, 1995.

[3] Dragutin Kovačević: *Život i djelo Otona Kučere*, Gimnazija, Požega, 2015., dragutin.kovacevic@po.ht.hr

[4] https://library.foi.hr/zbirke/kucera/index.php?page=knjige

[5] https://www.koncar-institut.hr/wp-content/uploads/2017/05/Monografija_50_godina_ KONCAR-Institut.pdf

[6] Zvonimir Jakobović, Oton Kučera – prvak radija u Hrvatskoj, *Tehnika u Hrvatskoj – Zbornik radova stručnoga skupa*. Matica hrvatska, Zagreb 2004., str. 25−34.

[7] Zvonimir Jakobović, Oton Kučera kao promicatelj onodobnih otkrića i izuma, *Život i djelo Otona Kučere (1857. − 1931.)*, Zvjezdarnica Zagreb i Zagrebački astronomski savez, Zagreb, 2008., str. 97−102.

[8] Zvonimir Jakobović, Oton Kučera – predsjednik Matice hrvatske i prvi promicatelj radija u Hrvatskoj, *Hrvatska revija*, br. 2., god. XVI/2016., str. 27−32.

[9] Zvonimir Jakobović, Oton Kučera – predsjednik Matice hrvatske i prvi promicatelj radija u Hrvatskoj, *Povijest filozofije i tehnike – radovi EDZ sekcije 2017. godine*, str. 118−132 (pretisak iz *Hrvatske revije*, br. 2. god. XVI/2016., str. 27−32).

Zahvala

Postojanje vrijedne zbirke nastavnih pomagala i instrumenata, od kojih mnogi potječu iz vremena Otona Kučere, posebno treba zahvaliti profesoru Vladimiru Vugrincu, koji je brižno skupljao i očuvao te vrijedne unikate, prenosio znanja iz prošlosti i obogaćivao ih novim spoznajama. Duh Otona Kučere najbolje ilustrira sudjelovanje učenika u izradi novih učila te u promatranjima i prikupljanju podataka (i sam sâm bio sudionik).

Posebno zahvaljujem Dragutinu Kovačeviću, koji mi je omogućio pristup velikom broju slikovnog materijala.

Oton Kučer at Požega High School from 1886 to 1892

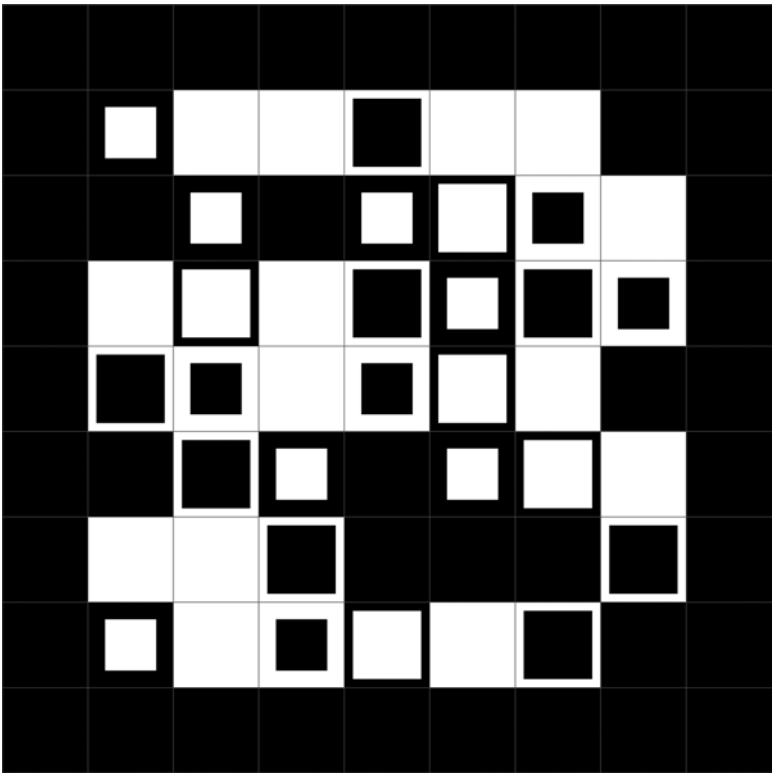
Miroslav Matasović

"Blessed is the nation where a sufficient number of talented sons have been armed with knowledge of the natural sciences, so they can compete with other nations for laurels! The future is theirs, even if they are small today"

Oton Kučera

Abstract: Oton Kučera worked at Požega High School (gimnazija), an institution that has been in operation for more than 300 years and which is very important for Slavonia and Croaita. An overview is given of the work of Požega High School in the field of the natural sciences. The work of Oton Kučera and his legacy in Požega High School are presented through the physics collection and the observatory.

Keywords: Oton Kučera, Požega High School, school classes in physics, observatory



Vlatko Čerić: *Mikrokosmos-10*

Miroslav Soukup

Profesor doktor Mirko Soukup

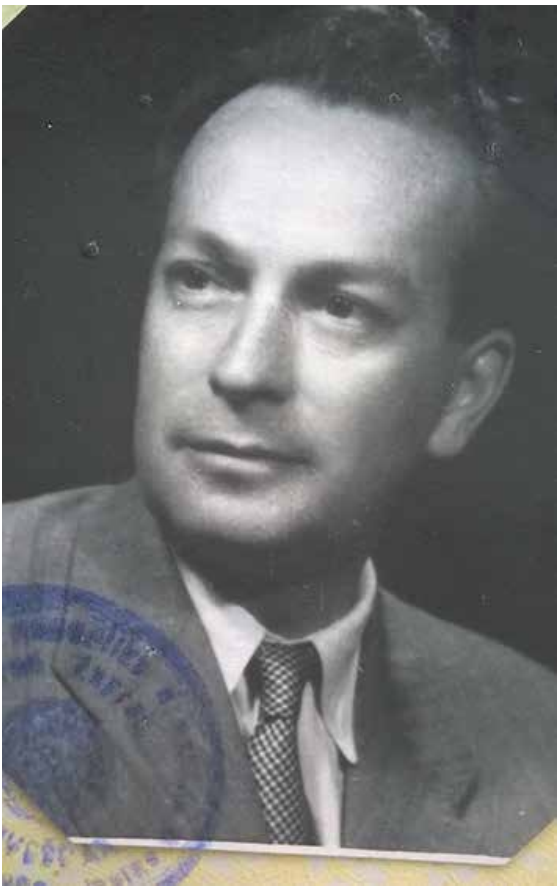
Sažetak: Mirko Soukup rođen je 12. listopada 1910. u Gospiću. Maturirao je 18. svibnja 1930. na klasičnom odjeljenju Državne realne gimnazije u Gospiću. Iste godine upisao je studij elektrotehnike na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a diplomirao je 28. ožujka 1935. Vijeće Tehničkog fakulteta Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu imenuje ga 28. siječnja 1943. za izvanrednog sveučilišnog profesora na Katedri slaba struja (visokofrekventna struja), te ubrzo nakon toga osniva Zavod za visokofrekventnu tehniku. Patentira pogonske strojeve za dizala i bavi se projektiranjem, izvođenjem i održavanjem osobnih dizala i velikih kranskih postrojenja. Naslov doktora tehničkih znanosti stječe 29. lipnja 1953. obranom disertacije Pogon električnih dizala. Umro je 12. siječnja 2003. godine u Zagrebu.

Ključne riječi: Mirko Soukup, Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za visokofrekventnu tehniku, pogon električnih dizala

1. Životopisne bilješke do kraja Drugog svjetskog rata

Mirko Soukup rođen je 12. listopada 1910. u Gospiću. Osnovnu školu pohađao je u Gospiću, a maturirao je na klasičnom odjeljenju gospićke gimnazije 18. lipnja 1930. Došavši u Zagreb, upisao se najesen 1930. na Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odjel elektrotehnički, gdje je i diplomirao 28. ožujka 1935. godine.

Kao diplomirani inženjer radio je najprije u tvornici tvrtke *Siemens* u Zagrebu, a zatim kod Mihovila Maroševića, strojarskog inženjera u Zagrebu. U svibnju 1936. godine zaposlio se u tvrtki *Viktor Mohr* u Zagrebu, koja se bavi dobavom i montažom različitih strojeva i postrojenja. Odlazi na praksu na



Slika 1.: Prof. dr. ing. Mirko Soukup – osnivač Katedre za visokofrekventnu struju na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

nekoliko mjeseci u tvornicu *Süddeutsche Waggen- und Förderanlagen-Fabrik* i tvornicu *A. Michaelis Maschinenfabrik*, obje u Münchenu.

U srpnju 1937. dobiva stipendiju *Deutschland-Stiftunga* za daljnji studij u Njemačkoj. Upisuje 13. studenoga 1937. telekomunikacije na Tehničkoj visokoj školi u Darmstadtu, gdje se posvetio praktičnom radu iz tog polja tehnike. U ožujku 1938. putuje u Beograd, gdje polaže ispit za ovlaštenog inženjera. Na temelju toga, Ministarstvo građevine iz Beograda izdaje mu Odobrenje da može kao ovlašteni inženjer elektrotehnike obavljati privatnu praksu i djelovati na području cijele Kraljevine Jugoslavije.

Nakon povratka iz Njemačke radi samostalno kao ovlašteni elektrotehnički inženjer u tvrtki *Viktor Mohr* i talijanskoj *Danubitel*, zastupnici poznatih talijanskih tvrtki kao što su: *Compania Generale di Elettricità* iz Milana, *Franco Tosi* iz Legnana, *Emilio Volpato* iz Milana i druge.

КРАЉЕВИНА ЈУГОСЛАВИЈА

МИНИСТАРСТВО ГРАЂЕВИНА

ОВЛАШЋЕЊЕ

На основу §§ 7 и 8 и тач. 1 § 9 а с обзиром на тач.7 § 2. Закона о овлашћеним инжењерима, као и тач. 1 под 2 Т.бр. 257 таксене тарифе Закона о таксама

ОДОБРАВАМ

Г.-ну СОУКУПУ инж. КРЕСУ

из Загреба

да може вршити јавну праксу на целој територији Краљевине специјално из струке - КАЗАНТРОТЕХНИЧКЕ - пошто је испуњио све услове из § 3. Закона о овлашћеним инжењерима с тим, да се у своме пословању има управљати по свима прописима поменутог Закона.

Ово овлашћење издаје се по наплати таксе у 2.000.— (две хиљаде) динара која је на истом утиснута и прописно поништена.

Бр. 17252

2. маја 1928 год.

Београд

По овлашћењу Министра грађевина Помоћник Михајлов VI,

ZAGREBAČKA INŽENJERSKA KOMORA

Broj: 319

Da je Ing. Mirko Soukup, ovlašćeni elektrotehnički inženjer po § 10. Zakona o ovlašćenim inženjerima propisanu prisegu danas u moje ruke položio, ovime potvrđujem.

U Zagrebu, 10. [illegible] .....

Slika 2.: Odobrenje za rad kao ovlašteni inženjer na teritoriju Kraljevine Jugoslavije

Dana 27. listopada 1937. oženio se Veronikom Soltan, s kojom ima dvoje djece: sina Miroslava rođenog 18. veljače 1940., dipl. ing. elektrotehnike, i kćer Vesnu rođenu 26. kolovoza 1941., mr. dipl. ing. kemije.

Nakon uspostave Nezavisne Države Hrvatske, Vijeće Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu imenovalo ga je 22. travnja 1942. za pomoćnog nastavnika za predmet Slaba struja II. (radiotehnika). Dana 28. siječnja 1943. imenovan je za izvanrednog sveučilišnog profesora na Katedri slaba struja (visokofrekventna struja).

NEZAVISNA DRŽAVA HRVATSKA — MINISTARSTVO NARODNE PROSVJETE
Odjel za visoke škole i znanstvene zavode

Broj: 7584.-1943.

O D L U K A

Odredbom Poglavnika Nezavisne Države Hrvatske od 28.siečnja 1943. broj 7584.-1943., a na temelju § 114. zakonske odredbe o Hrvatskom sveučilištu u Zagrebu od 23.listopada 1941. broj CCCLIX--1433.-Z-1941., § 2.,5.,9.,11. i 21.zakonske odredbe o svrstavanju, berivima i mirovinama državnih službenika od 27.studenoga 1941. broj CDXXXVII-2115-Z-1941., savezno sa zakonskom odredbom od 19.prosinca 1942. broj CCCXL-2738.-Z-1942. i § 2. i 3. zakona o činovnicima od 31.ožujka 1931. imenovani ste izvanrednim sveučilišnim profesorom,činovnikom VI.činovnog razreda 2.plaćevnog stupnja,na Tehničkom fakultetu Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu,na katedri "Slaba struja" /visokofrekventna struja/.

U Zagrebu 28.siečnja 1943.

ODJELNI PROČELNIK:
dr.Božidar Kurgić v.r.

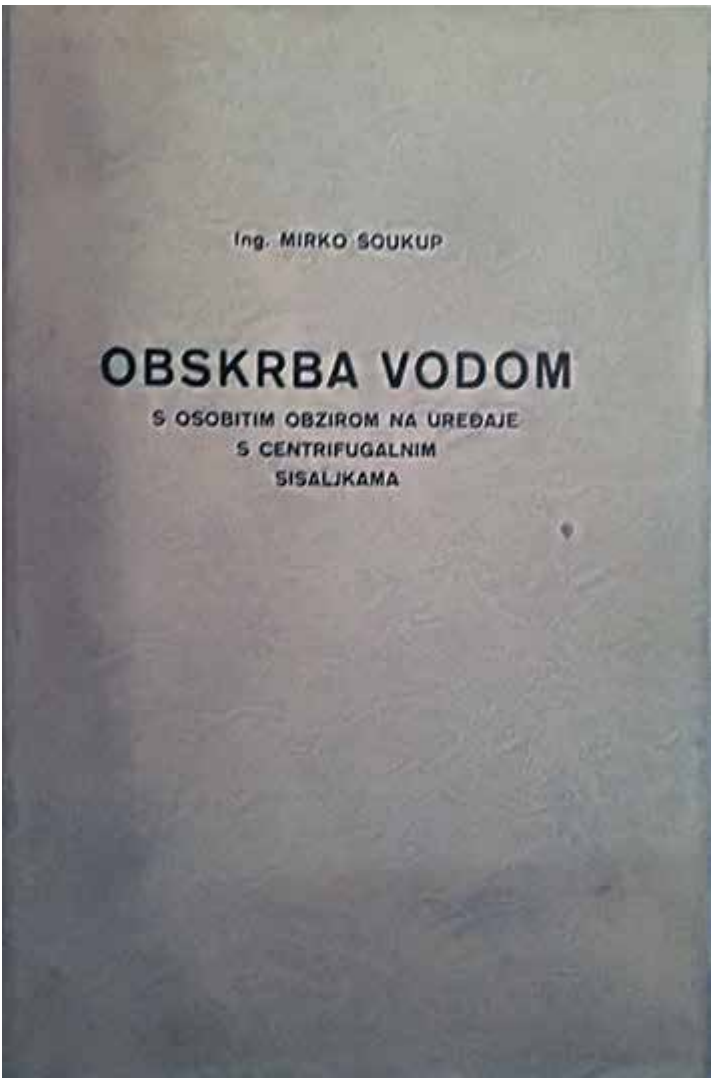
Gospodinu
ing.MIRKU S O U K U P U,
pomoćnom nastavniku Tehničkog fakulteta
Hrvatskog sveučilišta
u
Z a g r e b u

Da je ovaj prepis vieran originalu,potvrđuje:

Slika 3.: Odluka o imenovanju za izvanrednog sveučilišnog profesora

Osniva Zavod za visokofrekventnu tehniku, kojem su dane na raspolaganje tri prostorije u laboratorijskoj zgradi Tehničkog fakulteta u Kačićevoj ulici. Za potrebe Zavoda i laboratorijske vježbe uspio je pribaviti veći broj vrijednih instrumenata, koji su odigrali važnu ulogu u izobrazbi prvih poslijeratnih generacija. Na dužnosti predstojnika Zavoda kao izvanredni profesor ostaje sve do svibnja 1945., odnosno kraja Drugog svjetskog rata.

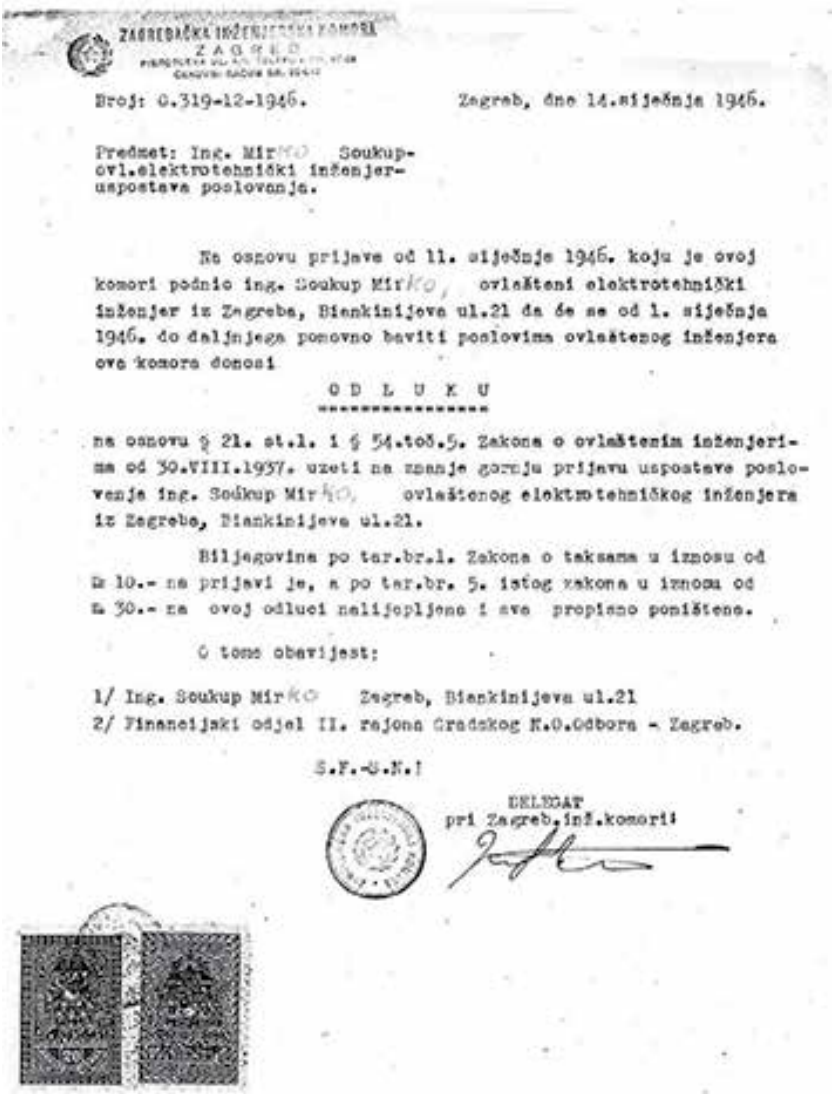
Godine 1942. napisao je i tiskao u vlastitoj nakladi knjigu *Opskrba vodom s osobitim obzirom na uređaje s centrifugalnim sisaljkama*.



Slika 4.: Naslovna stranica knjige *Opskrba vodom*

2. Životopisne bilješke nakon Drugog svjetskog rata

Nakon uspostave Federativne Narodne Republike Jugoslavije prekida mu se radni odnos na fakultetu, pa na temelju Odluke Zagrebačke inženjerske komore od 14. siječnja 1946. nastavlja raditi u slobodnoj profesiji kao ovlašteni inženjer projektant i konstruktor uređaja iz struke elektrotehnike, strojarstva i kemije.



ZAGREBAČKA INŽENJERSKA KOMORA
ZAGREB

Broj: G.319-12-1946. Zagreb, dne 14.siječnja 1946.

Predmet: Ing. Mirko Soukup-
ovl.elektrotehnički inženjer-
uspostava poslovanja.

Na osnovu prijave od 11. siječnje 1946. koju je ovoj komori podnio ing. Soukup Mirko, ovlašteni elektrotehnički inženjer iz Zagreba, Biankinijeva ul.21 da će se od 1. siječnja 1946. do daljnjega ponovno baviti poslovima ovlaštenog inženjera ova komora donosi

O D L U K U

na osnovu § 21. st.1. i § 54.toč.5. Zakona o ovlaštenim inženjerima od 30.VIII.1937. uzeti na znanje gornju prijavu uspostave poslovanja ing. Soukup Mirko, ovlaštenog elektrotehničkog inženjera iz Zagreba, Biankinijeva ul.21.

Biljegovina po tar.br.1. Zakona o taksama u iznosu od Din 10.- na prijavi je, a po tar.br. 5. istog zakona u iznosu od Din 30.- na ovoj odluci nalijepljene i sve propisno poništene.

O tome obavijest:

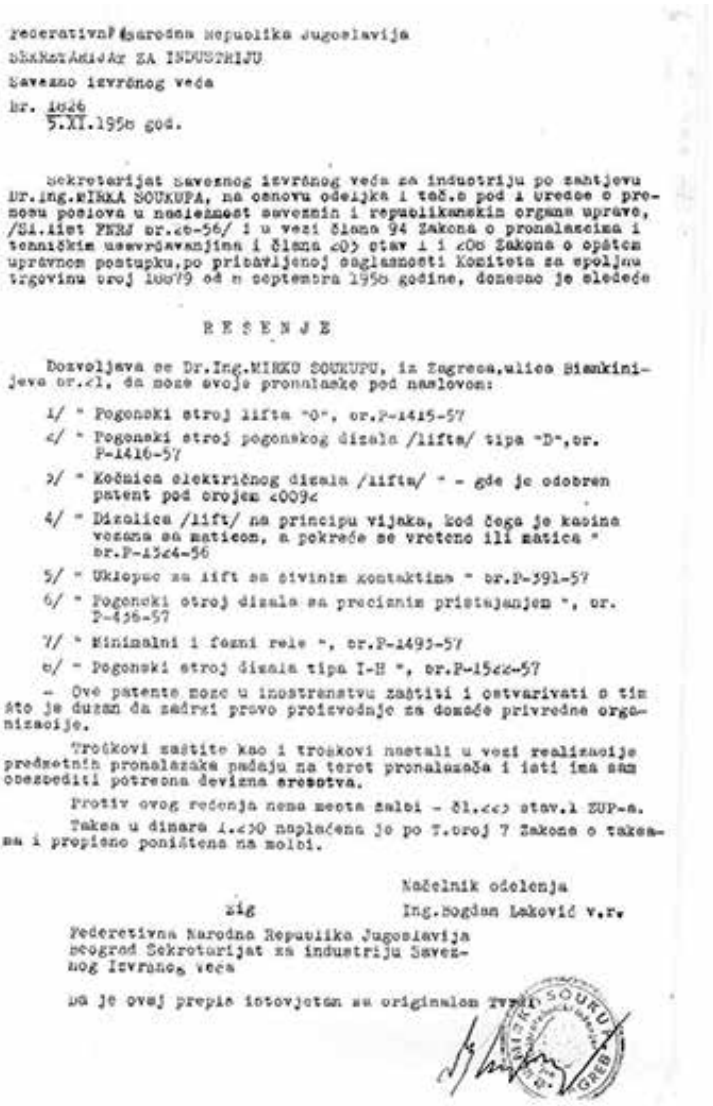
1/ Ing. Soukup Mirko Zagreb, Biankinijeva ul.21
2/ Financijski odjel II. rajona Gradskog N.O.Odbora - Zagreb.

S.F.-S.N.!

DELEGAT
pri Zagreb.inž.komori:

Slika 5.: Odobrenje Inženjerske komore za obavljanje privatne prakse ovlaštenog inženjera

Kako je bio praktički jedini ovlašteni stručnjak za dizala i kranove u bivšoj Kraljevini Jugoslaviji, povjereno mu je održavanje i nadzor nad gotovo svim osobnim i teretnim dizalima u gradu Zagrebu, kao i poznatim hotelskim kućama u Rijeci, Opatiji, Splitu, Dubrovniku i dr. Obavljao je godišnje preglede velikih kranskih dizalica u mnogim industrijskim i tvorničkim halama u Hrvatskoj, primjerice u tvornicama: *Rade Končar*, *Prvomajska*, *Elka*, *Tvornica parnih kotlova*, Željezara *Sisak*, *Gavrilović* u Petrinji i dr.



Federativna Narodna Republika Jugoslavija
SEKRETARIJAT ZA INDUSTRIJU
Savezno izvršnog veća
Br. 1826
5.XI.1958 god.

Sekretarijat Saveznog izvršnog veća za industriju po zahtjevu Dr.Ing.MIRKA SOUKUPA, na osnovu odeljka 1 tač.8 pod 1 Uredbe o prenosu poslova u nadležnost saveznih i republikanskih organa uprave, /Sl.list FNRJ br.26-56/ i u vezi člana 94 Zakona o pronalazcima i tehničkim usavršavanjima i člana 203 stav 1 i 208 Zakona o opštem upravnom postupku,po pribavljenoj saglasnosti Komiteta za spoljnu trgovinu broj 18879 od 8 septembra 1958 godine, donesao je sledeće

R E Š E N J E

Dozvoljava se Dr.Ing.MIRKU SOUKUPU, iz Zagreba,ulica Biankinijeva br.21, da može svoje pronalaske pod naslovom:

1/ " Pogonski stroj lifta "O", br.P-1415-57
2/ " Pogonski stroj pogonskog dizala /lifta/ tipa "D",br. P-1416-57
3/ " Kočnica električnog dizala /lifta/ " - gde je odobren patent pod brojem 20092
4/ " Dizalica /lift/ na principu vijaka, kod čega je kabina vezana sa maticom, a pokreće se vreteno ili matica " br.P-1324-56
5/ " Uklopac za lift sa živinim kontaktima " br.P-391-57
6/ " Pogonski stroj dizala sa preciznim pristajanjem ", br. P-436-57
7/ " Minimalni i fazni rele ", br.P-1493-57
8/ " Pogonski stroj dizala tipa I-H ", br.P-1522-57

- Ove patente može u inostranstvu zaštiti i ostvarivati s tim što je dužan da zadrži pravo proizvodnje za domaće privredne organizacije.

Troškovi zaštite kao i troškovi nastali u vezi realizacije predmetnih pronalazaka padaju na teret pronalazača i isti ima sam obezbediti potrebna devizna sredstva.

Protiv ovog rešenja nema mesta žalbi - čl.223 stav.1 ZUP-a.

Taksa u dinara 1.230 naplaćena je po T.broj 7 Zakona o taksama i propisno poništena na molbi.

Načelnik odelenja
Ing.Bogdan Laković v.r.

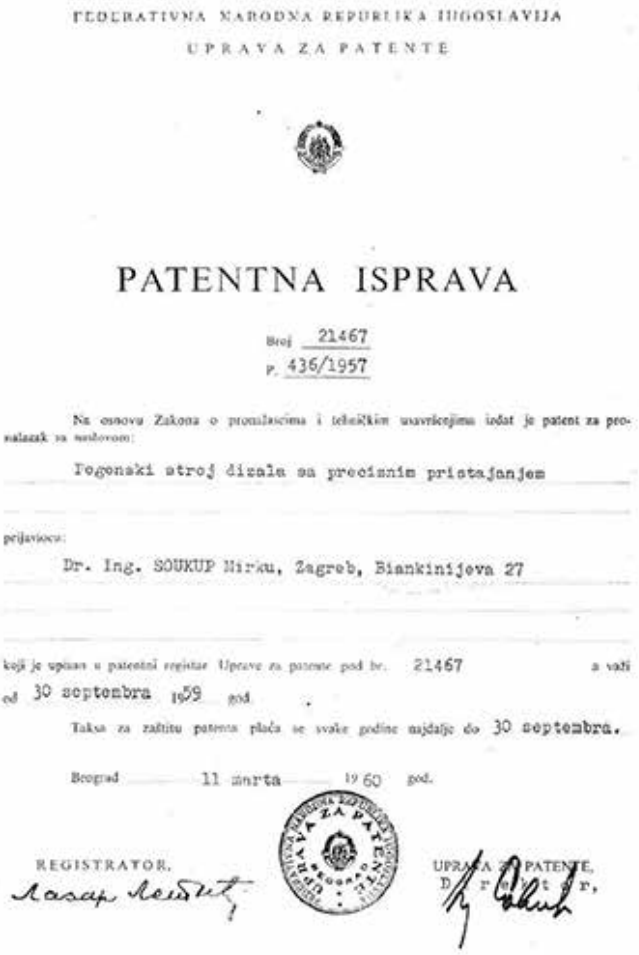
zig

Federativna Narodna Republika Jugoslavija
Beograd Sekretarijat za industriju Saveznog Izvršnog veća

Da je ovaj prepis istovjetan sa originalom Tvrdi

Slika 6.: Rješenje o patentima pogonskih strojeva dizala

S obzirom na veliko iskustvo u projektiranju i izvođenju dizaličnih postrojenja, počeo se samostalno baviti konstrukcijom vlastitih dizala (liftova) svih vrsta, jer se takva dizala nisu proizvodila u Jugoslaviji. Svoje konstrukcije liftova patentirao je i zaštitio po Zakonu o pronalascima i tehničkim usavršavanjima. Sve njegove konstrukcije liftova lijevale su se i proizvodile u tvornici *Sila* iz Zagreba, a ugrađivalo ih je poduzeće *Dizalo*, odnosno *Vitlo* iz Zagreba. Prvo električno teretno dizalo nosivosti 1000 kg ugrađeno je 1947. godine u tvornici *Union* u Zagrebu. Jedno od takvih dizala ugrađeno je u kući predsjednika Tita u Beogradu u Užičkoj ulici, a služilo je za pokretanje zemljopisnih karata svijeta u dvorani za goste. Velik broj svojih dizalica – patenata – izlagao je gotovo redovito na Zagrebačkom velesajmu.



FEDERATIVNA NARODNA REPUBLIKA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA PATENTE

PATENTNA ISPRAVA

Broj 21467

P. 436/1957

Na osnovu Zakona o pronalascima i tehničkim usavršenjima izdat je patent za pronalazak za sledeći:

Togonski stroj dizala sa preciznim pristajanjem

prijavioca:

Dr. Ing. SOUKUP Mirko, Zagreb, Biankinijeva 27

koji je upisan u patentni registar Uprave za patente pod br. 21467 a važi od 30 septembra 1959 god.

Taksa za zaštitu patenta plaća se svake godine najdalje do 30 septembra.

Beograd 11 marta 1960 god.

REGISTRATOR.

UPRAVA ZA PATENTE,

Slika 7.: Patentna isprava Dizalica na principu vijka

FEDERATIVNA NARODNA REPUBLIKA JUGOSLAVIJA

UPRAVA ZA PATENTE

PATENTNA ISPRAVA

Broj 21160

P. 1324/1956

Na osnovu Zakona o pronalascima i tehničkim unapređenjima izdat je patent za pronalazak sa sledećom:

Dizalica (lift) na principu vijka, kod čega je kabina vezana s maticom, a pokreće se vreteno ili matica.

prijaviocu:

Soukup dr.ing. Mirko, Zagreb, Miankinijeva 21

koji je upisan u patentni registar Uprave za patente pod br. 21160 a važi od 31 marta 1959 god.

Taksa za održanje patenta plaća se svake godine najdalje do 31 marta

Beograd 6 avgusta 1959 god.

REGISTRATOR,

UPRAVA ZA PATENTE,
Direktor
ing.

Slika 8.: Patentna isprava Pogonski stroj dizala s preciznim pristajanjem

Slika 9.: Električne dizalice sistema SOUKUP

Slika 10.: Štand na Zagrebačkom velesajmu (1959.)

Naziv doktora tehničkih znanosti stekao je 29. lipnja 1953. godine, obranivši disertaciju pod naslovom *Pogon električnih dizala*. Bila je to tek treća po redu doktorska disertacija iz elektrotehničkih znanosti na Sveučilištu u Zagrebu.

FEDERATIVNA NARODNA REPUBLIKA JUGOSLAVIJA
NARODNA REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

DIPLOMA

SOUKUP ING. MIRKO

rođen 12. listopada 1910. godine u Gospiću, u Narodnoj Republici Hrvatskoj, diplomirao je na dan 28. ožujka 1935. godine na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i na dan 15. lipnja 1953. godine obranio disertaciju pod naslovom: »POGON ELEKTRIČNIH DIZALA«.

Time je ispunio sve uvjete, koje Zakon o sticanju naučnog stepena doktora nauka predviđa za sticanje naučnog 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 bila branjena.

U ZAGREBU, dne 29. lipnja 1953. godine.

Broj 1666-1953.

Slika 11.: Diploma o stjecanju doktorata znanosti (29. lipnja 1953.)

Uz redoviti rad na patentima električnih dizalica te njihovoj ugradnji i kontroli, bavio se i projektiranjem crpnih postrojenja i vodovodnih mreža, industrijskih kotlovnica i praonica rublja.

Slika 12.: Priznanje za suradnju na obnovi zgrade Hrvatskog narodnog kazališta (HNK) u Zagrebu

SOCIJALISTIČKA FEDERATIVNA REPUBLIKA JUGOSLAVIJA
PREDSEDNIK REPUBLIKE
Kancelarija ordena
Beograd

UVERENJE

Ovim se potvrđuje da je ... SOUKUP inž. MIRKO .....
..... nosilac

ORDENA RADA SA SREBRNIM VENCEM

koje odlikovanje je dodelio Predsednik Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije svojim Ukazom broj ... 195 ..... od 11. XI 196 9 god.

11. novembar 1969 god.

Šef kancelarije ordena.

Slika 13.: Orden rada sa srebrnim vijencem, odlikovanje predsjednika Republike za zasluge (1969.)

Od 1. veljače 1967. do 27. studenoga 1969. sudjeluje u velikoj obnovi Hrvatskog narodnog kazališta u Zagrebu. Prema njegovim nacrtima te projektantskim i stručnim nadzorom nad izvedbom i montažom izvodi se kompletno nova mehanizacija pozornice. Tu spada: okretna pozornica, pomični podest za orkestar, propadališta unutar pozornice, svi rasvjetni cugovi, svi cugovi za ovjes kulisa, pogon velikog željeznog zastora kao i plišanog svečanog zastora. Za svoj doprinos organizaciji obnove zgrade, Hrvatsko narodno kazalište odaje mu Priznanje, a predsjednik Republike odlikuje ga Ordenom rada sa srebrnim vijencem.

Umro je 12. siječnja 2003. u Zagrebu.

Professor Doctor Mirko Soukup

Miroslav Soukup

Abstract: Mirko Soukup was born on 12th October 1910 in Gospić. He graduated from high school on 18th May 1930 from the classical department of the State High School in Gospić. In the same year he enrolled to study electronic engineering at the Technical Faculty of the University of Zagreb, and graduated on 28th March 1935. The Board of the Technical Faculty of the Croatian University in Zagreb appointed him on 28th January 1943 as an extraordinary university professor in the Department of Low-voltage Electricity (high frequency current) and soon after that founded the Institute for High Frequency Engineering. He patented machinery for lifts and was involved in designing, constructing and maintaining personal lifts and major crane installations. He attained the title of Doctor of Engineering Science on 29th June 1953 by defending his dissertation on Electrical Lift Installations. He died on 12th January 2003 in Zagreb.

Keywords: Mirko Soukup, Technical Faculty of the University of Zagreb, Institute for High Frequency Engineering, electrical lift installations

Josip Moser

Prof. dr. Josip Moser – život i rad

Sažetak. Opisan je život i rad prof. Josipa Mosera, koji je djelovao u Hrvatskoj (Zagreb), Makedoniji (Skoplje), honorarno na Kosovu (Priština) i u Njemačkoj (Göttingen, Braunschweig). Predavao je teorijsku fiziku, a posebno predmete iz teorijske optike. Prikazani su brojni njegovi stručni i znanstveni radovi.

Ključne riječi. Josip Moser, laser, optika, svjetlovod, teorijska fizika

Podrijetlo

Josip Moser rođen je 12. rujna 1915. godine u Osijeku, kao prvo dijete u skromnoj obrtničkoj obitelji Emilije, krojačice, i Josipa, strojovođe i poslije ljevača željeza. Stanovali su u osječkom Gornjem gradu u Ružinoj ulici 84. Pučku školu pohađao je u Aninoj školi, a Mušku gimnaziju u Tvrđi, gdje je 1933. maturirao. Već kao srednjoškolac istaknuo se kao vrlo dobar u matematici i fizici. Imao je sestru Elizabetu, poslije diplomiranu ekonomisticu, rođenu 1919. godine.

Obitelj Moser inače potječe iz Austrije iz mjesta Lockenhausa, iz kojeg se 1848. nekoliko obitelji (Scheper, Klemm i Moser) doselilo u Osijek. Inače, prema

Slika 1.: Prof. dr. sc. Josip Moser (1915. – 1998.)

kasnijim istraživanjima sina prof. Mosera, ta je obitelj Moser uz niz drugih došla za vrijeme vladavine Marije Terezije u Austriju iz područja Porajnja (Baden Baden, Freiburg, odnosno iz područja Alzasa i Lorene, danas u Francuskoj). Uglavnom, uklopili su se uz niz obrtničkih obitelji njemačkog govora u Osijeku.

Studij u Zagrebu

Budući da se financijska situacija u obitelji bitno poboljšala, roditelji su mu omogućili studij u Zagrebu. Pritom je imao potporu svojeg deset godina starijeg rođaka Franje Šepera, kasnijeg kardinala, koji je u to doba bio župnik župe Sv. Križa u Trnju, tada predgrađu Zagreba. Stanovao je u župnom dvoru zajedno sa svojim vršnjakom i rođakom Mirkom Šeperom, kasnije znamenitim povjesničarom i arheologom, jednim od urednika prve Hrvatske enciklopedije 1941. – 1945., a poslije i urednika enciklopedije Leksikografskog zavoda pod direkcijom Miroslava Krleže.

Josip Moser upisao je studij fizike i matematike pod A te po vlastitoj želji i odabiru pod B dvogodišnji studij astronomije. Studiji pod A bili su četverogodišnji, ciklični, a pod B dvogodišnji, a ispiti su se polagali kao rigoroz pismeno i usmeno nakon odslušanog čitavog ciklusa. Zato su ispiti bilo vrlo teški i dugotrajni, ponekad i po pet sati. Predavao mu je niz znamenitih profesora, spominjem samo prof. Hondla i prof. Stjepaneka. Kad je Moser upisao studij ukupan broj studenata fizike bio je 10, i svega tri na prvoj godini. Predmete iz fizike upisao je tako da je slušao prvo treću godinu, potom četvrtu, a onda prvu i drugu, te tek nakon toga mogao je pristupiti ispitima.

Na prvim predavanjima upoznao je niz vrlo kvalitetnih kolega s kojima je ostao prijatelj čitav život. Posebno je tu riječ o tadašnjim studentima, a kasnije profesorima Vatroslavu Lopašiću (1911. – 2003.) i Boži Metzgeru (1913. – 2012.), svojem vršnjaku. Uz njih je studirala i jedna dama Katarina Kranjc (1915. – 1989.), kasnije također sveučilišna profesorica. Interesantno je da je Lopašić bio četiri godine stariji po godinama i dvije po studiju te kad je nakon dvije godine diplomirao odmah je postao asistent prof. Hondla, tako da je dvije zadnje godine bio asistent svojim prijateljima i kolegama.

Iz vremena studija ti profesori, već kasnije kao ozbiljna gospoda profesori, često su pričali zgodnu anegdotu s prvog sata predavanja prof. Stjepaneka, a to je bilo ujedno prvo predavanje studija Mosera i Metzgera. Nakon što je ušao u predavaonicu, naklonio se i rekao:

– Gdje smo ono lani stali?, a iskusni Lopašić, onako gotovo dva metra visok, pristojno je ustao, naklonio se i rekao:
– Gospodine profesore, kod drugog članka Maxwellovih zakonitosti – te se profesor okrenuo ploči i započeo pisati i govoriti:

– Divergencija rotora ..... itd., a Lopašić, koji je sjedio iza njih im je šapnuo:
– Dečki, sve što napiše na ploču i sve što kaže, sve zapišite. Čak i ako kihne, napišite kihnuo. A kada budete učili za ispit sve vam bude jasno!

Tako je i bilo. Naime, tad nije bilo puno udžbenika, rijetko i skripata, i bilo je važno pisati bilješke s predavanja, a stručna literatura bila je uglavnom na njemačkom jeziku, što za Mosera nije bio problem jer je od rođenja praktično bio bilingvalan. A profesori su posebno cijenili one koji su se služili stranom literaturom.

Astronomiju je završio kroz dvogodišnji studij, ali ljubav prema njoj očuvao čitav život. Studij fizike i matematike položio je u lipnju 1937. s pohvalom. Interesantno je da je tek tijekom studija 1935. stekao državljanstvo Kraljevine Jugoslavije jer bez toga se ne bi mogao zaposliti kao profesor na školama u tadašnjoj državi. Ostali članovi njegove obitelji, djed i roditelji, to državljanstvo nisu nikad dobili premda su svi bili rođeni u Osijeku.

Početak službovanja na Korčuli i u Dubrovniku

Već ujesen 1937. zaposlio se kao suplent na Privatnoj franjevačkoj gimnaziji na Badiji kod Korčule, a u proljeće 1938. odlukom Ministarstva prosvjete u Beogradu postavljen je za profesora fizike na Gimnaziji u Dubrovniku, upravo kad je položio profesorski ispit. U Dubrovniku se i oženio Ankom rođ. Burdjelez, učiteljicom, kćeri učitelja i školskog inspektora Ivana Burdjeleza. Godinu poslije, u ožujku 1942. rodio mu se sin Josip, a nakon rata, u prosincu 1946., i kći Dubravka.

Ratne godine

Na Gimnaziji će ostati sve do rujna 1943., premda je Dubrovnik od travnja 1941. okupirala Italija. Zadržani su svi profesori i nastava na hrvatskom jeziku, jedino se prešlo pod nadležnost Ministarstva prosvjete Kraljevine Italije. Štoviše, školsku godinu 1942./1943. proveo je u Göttingenu na specijalizaciji iz optike, što će cijeli život ostati njegova stručna ljubav. Tu se i oduševio teorijskom fizikom, posebno teorijskom optikom. Interesantno je i to da mu radni staž od travnja 1941. do rujna 1943. (dvije i pol godine) poslije neće biti priznat, te će za 40 godina staža ostati zaposlen do 1981. godine.

Nakon što je kapitulirala Italija i Dubrovnik ponovno postao dio NDH, Moser, gotovo po povratku iz Njemačke, dobiva poziv u domobrane u vojnu intendantsku službu, zbog nošenja naočala. Raspoređen je u Tuzlu. Zato on sa suprugom i jednoipolgodišnjim sinom dolazi u Osijek te ide na službu u Tuzlu. Nakon godinu dana u vrlo teškim ratnim situacijama dolazi iz Tuzle u Osijek i ondje ostaje do konca rata.

Službovanje u Osijeku

Nakon što je Osijek u veljači oslobođen, prijavljuje se za rad u školi te je raspoređen za profesora Gimnazije koja tijekom 1945. seli iz Voćina, Feričanaca do Virovitice, da u jesen 1946. bude određen za profesora fizike na Gimnaziji u Osijeku. U međuvremenu je u proljeće 1945. njegova sva obitelj, osim supruge i sina, kao folksdojčerska, odvedena u logor u Valpovu, gdje mu je 1. svibnja 1946. od pjegavog tifusa umro otac, a bolesne majka i sestra za nekoliko dana puštene iz logora. Kuća i sva imovina su konfiscirani, ali oni svi ostaju u Osijeku. I žive od njegove jedine plaće. Tako se činilo da će mu karijera ostati u okviru gimnazijske profesure fizike i matematike. Ali ujesen 1948. Ministarstvo ga raspoređuje na rad u novi Institut *Rudjer Bošković* u Zagrebu.

Preseljenje iz Zagreba u Skoplje

Međutim, nakon tri mjeseca rada i života u jednoj sobi i suživota s još trima obiteljima, biva pozvan u Ministarstvo prosvjete koje određuje da kao "bratska pomoć" bude određen za profesora teorijske fizike u Skoplju na Prirodomatematičkom fakultetu. Razlog je bio potaknut time što je 1949. na Prvom kongresu fizičara i matematičara Jugoslavije na Bledu podnio referat o difrakciji svjetlosti, što je bila vrlo interesantna tema. Tako da je prof. dr. Marin Katalinić tad već raspoređen u Skoplje preporučio Mosera. I on je dobio dekret da mora na tri do šest godina prijeći pod nadležnost Ministarstva prosvjete NR Makedonije.

Poslije je rado prijateljima prepričavao anegdotu o svojem odlasku iz Zagreba u Skoplje. Bio je pozvan na 'raport' (tako se to tad zvalo) kod tadašnjeg ministra Miloša Žanka, koji mu je "objasnio" da mu daje putnu kartu za vlak i dva tjedna da posjeti Skoplje. Kad se vrati, neka mu se javi pristaje li prijeći u Skoplje, jer ako ne prihvati bit će raspoređen na neko drugo mjesto. Vratio se kući i sav zdvojan požalio supruzi da mora u Skoplje.

A on se iz Skoplja vratio oduševljen jer je bio vrlo lijepo primljen. Bio mu je ponuđen i stan za obitelj, koji se upravo gradio. Naime, Univerzitet u Skoplju bio je osnovan 1946. godine, kad je osnovan i Prirodomatematički fakultet, ali nastava je zapravo počela gradnjom nove zgrade 1949. godine na brdu Gazi Baba. Posebno je interesantno da je tad u Skoplju bilo više od trideset istaknutih i poznatih profesora koji su kao i on došli iz Zagreba i činili intelektualni krug. Na žalost, o njima i njihovim karijerama u dijaspori danas se vrlo malo zna, a bili su vrlo značajni sveučilišni profesori. Bili su to Rudolf Meixner, Mira Šunjić, Magda Hauk, Josip Novak, Marin Katalinić, Gilbert Flumijani, Pero Lisičar, Vuk Pavlović, Mihovil Gračanin, Branko Kraljić itd., da spomenemo samo nekoliko. Posebno ga je impresionirao tadašnji ministar Krste Crvenkovski, potpuno drukčiji od hrvatskog ministra, i koji je prihvatio ove hrvatske profesore.

Moser je vrativši se u Zagreb obavijestio ministra da pristaje otići u Skoplje te je potpisao izjavu o prelasku u nadležnost drugog ministarstva. A Žanko je rekao: "Dobro profesore, sada Ti (on je inače svima govorio Ti) mogu pokazati gdje bi bio raspoređen da nisi pristao." I iz ladice izvadio nalog s rasporedom da ode za profesora na Nižu gimnaziju u Titovu Korenicu u Liku i pred njim je akt pokidao i bacio u koš za smeće. Tu je pričao Moser često svojim prijateljima u Skoplju, a mnogi od njih imali su gotovo identične zgode.

Postavljen je za docenta i voditelja Odjela Teorijske fizike, a šef Katedre Fizike bio je prof. dr. Marin Katalinić (1887. – 1959.), koji će nakon 1950. postati i rektor Univerziteta u Skoplju.

Sveučilišni profesor u Skoplju

Treba naglasiti da je u trenutku Moserova dolaska u Skoplje i početka nastave u jesen 1949. u čitavoj Makedoniji, zapravo u Skoplju, djelovalo svega troje fizičara koji su imali akademsko obrazovanje. Uz spomenute Katalinića i Mosera bila je još prof. Nada Spaseva, po narodnosti Bugarka, koja je fiziku predavala na Pedagoškoj akademiji. Ona je došla za vrijeme rata i u Skoplju ostala do mirovine. Tako se može reći da su ovo troje bili u početku ustanovljenja struke profesora fizike u Makedoniji.

Prof. Moser doktorirao je radom Interferencija i difrakcija svjetlosti na tankim slojevima različite gustoće. Interesantno je da mu je uz prof. Katalinića mentor bio prof. dr. Stanko Hondl (1873. – 1971.) iz Zagreba te akademik prof. dr. Zlatko Janković (1916. – 1987.) iz Zagreba.

U početku su imali svega dva nastavna kolegija, Eksperimentalna fizika i Teorijska fizika, a uskoro su od prvih najboljih studenata počeli stvarati asistente, docente te širiti kolegije. Kad je trebalo, i Katalinić i Moser uskakali su i u

Slika 2.: Srednjoškolski udžbenici fizike za prvi i treći razred gimnazije

niz poslova svoje struke. Oba su, i Katalinić i Moser, u prve tri godine napisala prve gimnazijske udžbenike fizike, Katalinić za drugi i četvrti, a Moser za prvi i treći razred. Oni su pisali hrvatski, a Zavod za izdavanje udžbenika prevodio je i tiskao na makedonskom jeziku. Jedna je zgoda pokazala da je knjiga za treći razred *Valovi i zrake* doživjela sve do 2003. godine 24 izdanja u nakladi većoj od 100 000 primjeraka. Dok je bio živ i aktivan Moser ju je mijenjao i dopunjavao, a posmrtna izdanja odobrio je njegov sin kao nasljednik autorskih prava. Kad je to izdavaču odobrio, uz pitanje zašto ne nađu kojeg drugog autora, dobio je odgovor: "Dobra knjiga ne mijenja se sve dok iz nje đaci mogu dobro učiti."

Sve do 1955. u Makedoniji nije postojala školska inspekcijska služba pa su to radili spomenuti profesori. Tako se događalo da su često profesori dolazili svojim donedavnim studentima u inspekciju. U tom je razdoblju od relativno malo srednjih škola i gimnazija "buknuo" broj i škola i učenika. Znalo se dogoditi da profesor Moser dođe u inspekciju u razred gdje je učenik bio njegov sin. Jednom je zgodom njegov nastavnik, da pokaže kako ima dobre učenike, prozvao njegova sina pred ploču pa mu je profesor Moser odbrusio: "Ne njega, nekog drugog, za ovog znam što zna. Prozovite nekog drugog."

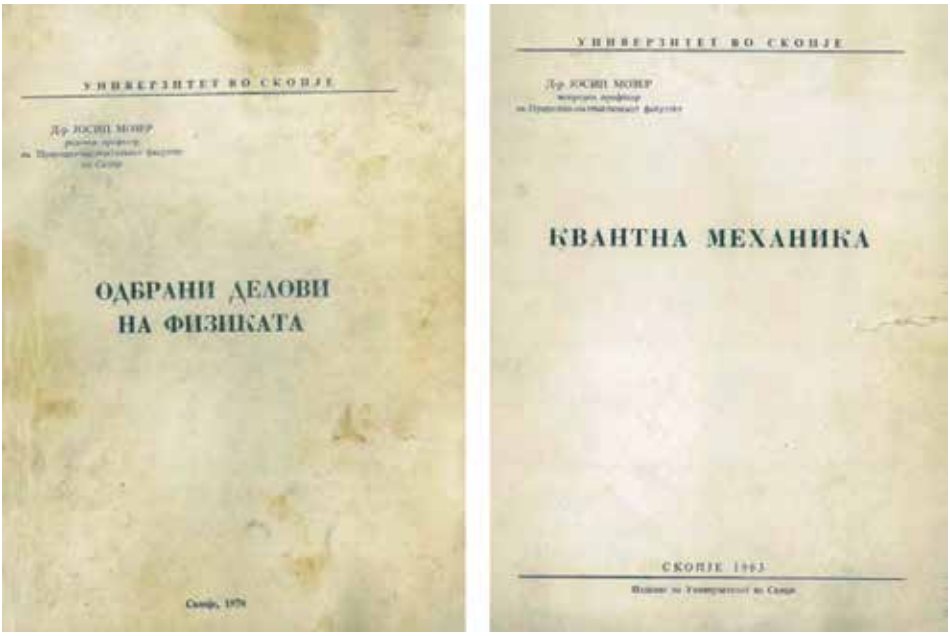
Tijekom djelovanja na Fakultetu prof. Moser u prvih je šest godina odgojio prve asistente i docente. Ne samo s područja Makedonije jer su u Skoplju

studirali i mnogi s Kosova i južnih dijelova Srbije. Kad je isteklo prvih šest godina mogao je zatražiti premještaj natrag u Zagreb ili u Hrvatsku. Međutim, ministar Crvenkovski zamolio ga je da ne ide nego da nastavi. Naime, tad je Moser predložio da se u Makedoniji izgradi astronomski opservatorij i posebno opservatorij za analizu Sunca, jer Makedonija spada u područja najveće insolacije u Europi. Drugi važan objekt čiju je gradnju inicirao prof. Moser bila je seizmografska stanica za praćenje potresa. Taj je opservatorij izgrađen u blizini Skopja, na brdu Vodno.

Solarni opservatorij bio je na istaknutom vrhu Ljubotenu, iznad Tetova na Šar-planini. Na tom je brdu Moser sa studentima na svakih 100 metara nadmorske visine (od 300 m do 2000 m) postavljao fotografske ploče izložene Suncu te analizirao kozmička zračenja. Rezultate tog istraživanja objavio je 1956. godine na Svjetskom kongresu fizičara u Zürichu i imao je vrlo velik stručni odjek. Interesantno je da se tad putovalo u inozemstvo s tzv. 'kolektivnim pasošem' kao posebna delegacija. Otad počinje objavljivati radove u nizu znanstvenih časopisa u brojnim zemljama, od SAD-a, SSSR-a do Europe.

Među brojnim studentima, prof. Moser imao je "dobar nos" za uočiti posebno zainteresirane i talentirane, od kojih je znao načiniti doktorante, asistente, docente i poslije profesore. Redovito je predavao na hrvatskom, premda je dobro razumio makedonski jezik. Jednostavno je smatrao da nije zgodno pogriješiti ako nešto ne zna dobro. Svi radovi koje je objavljivao u Makedoniji, neovisno o tome je li bio sam autor ili je radio sa suradnicima, prevođeni su i lektorirani na makedonski jezik. S prof. Katalinićem pokrenuo je *Glasnik Prirodnomatematičkog fakulteta u Skopju*, a poslije ga je vodio sam. U njemu je objavio više od sto radova. Inače, surađivao je i s časopisima *Priroda* i *Matematičko-fizički list* iz Zagreba i djelovao popularizatorski, tako da su ti časopisi ubrzo u Makedoniji imali brojne pretplatnike.

Tijekom djelovanja u Skoplju jedan od studenata koji su pokazali posebnu nadarenost bio je Rasim Bejtulahu, Albanac s Kosova. Njemu je Moser bio mentor od diplome do doktorata. Tako je on postao prvi Albanac koji je doktorirao teorijsku fiziku, a i prvi docent na novom fakultetu u Prištini. Niz godina na tom je fakultetu honorarno djelovao i prof. Moser. Niz skripata i knjiga koje je sa suradnicima načinio u Skoplju, s prof. Bejtulahuom je načinio u Prištini, s tim da su prijevodi na albanski jezik. Interesantna je pojedinost da su njih dvojica napisala knjigu *Uvod u teoriju relativnosti*, koja je prevedena na albanski i bila udžbenik u Prištini. Negdje oko 1975. godine, kad su političke prilike između Albanije i bivše države bile u fazi približavanja, ta je knjiga postala službeni udžbenik Sveučilišta u Tirani. Svojem je sinu prof. Moser, pokazujući tu knjigu, rekao: "Eh, da ne poznam ove formule i ove slike te ne vidim svoje ime i prezime, ne bih niti znao da je to knjiga koju sam ja napisao."



Slika 3.: Sveučilišni udžbenik *Kvantna mehanika* i *Odabrani radovi iz fizike*

Zbog teških političkih prilika na Kosovu 1991./1992. i sam je prof. Bejtulahu morao bježati te je, možda baš zbog te knjige, postao profesor na fakultetu u Tirani, ali poslije se vratio u Prištinu.

Tijekom rada u Skoplju posebno je teško bilo prilikom potresa 1963. godine. Mnogo toga bilo je srušeno, a upravo tad bilo je poziva do prof. Moser dobije mjesto redovitog profesora u Sarajevu ili na tadašnjem ETF-u u Zagrebu. On i supruga tad su odlučili ostati u Skopju i obnoviti sve što se može. Posebno on, vodeći Seizmološki opservatorij te obnovu fakultetske zgrade. Interesantno je da je tad odlučio do mirovine ostati u Skoplju. Njihov stan ostao je gotovo neoštećen, ali brinuo se za obnovu studenskih domova te Botaničkog vrta oko Fakulteta. Njihov je sin tad završavao studij elektrotehnike u Zagrebu, a kći se preselila i nastavila Gimnaziju u Osijeku kod bake i tete, a poslije će studirati fiziku u Zagrebu. Na neki način smatrali su da im je dužnost ostati. Naravno, širok krug njegovih hrvatskih prijatelja bitno se smanjio.

Rezime njegova djelovanja bio je u Skoplju: 17 knjiga, udžbenika i skripata, više od 200 stručnih i znanstvenih radova objavljenih u časopisima, posebno više od 100 sa svojim suradnicima. Posebno je bio ponosan na činjenicu da je prilikom odlaska u mirovinu 1981. godine njegov Zavod za teorijsku fiziku imao 17 kolegija s popunjenim profesorskim kadrom, dvije redovite profesorice i više izvanrednih profesora i docenata. Njegov rad naslijedile su prof. dr. Mirjana Jonovska i prof. dr. Ljiljana Janičijević. Od tih 17 kolegija on je držao do

Slika 4.: Godišnji zbornik koji je Josip Moser pokrenuo i bio mu urednik

kraja karijere samo dva: Kvantnu mehaniku (za koju je napisao i udžbenik) te Matematske metode u fizici (skripta). Ti su mu predmeti, posebno Matematske metode u fizici, bili posebno dragi.

Tijekom djelovanja u Skoplju prof. Moser bio je vrlo aktivan u stručnom društvenom planu. Katalinić i on osnovali su Društvo fizičara i matematičara Makedonije, uključujući čak i studente starijih godina studija. Nakon smrti prof. Katalinića vođenje Društva nastavlja Moser sa suradnicima. Organizirali su javna predavanja, radili na popularizaciji fizike, matematike i astronomije među stanovništvom. Moser je bio i predsjednik Društva fizičara i matematičara SFRJ te je organizirao veliki Kongres u Ohridu 1976. godine. Okupilo se više od 800

Изворен научен труд
UDC 536.5:621.315.61 YU ISSN 0352-9649

ЗА ВЛИЈАНИЕТО НА ДИЕЛЕКТРИЧНАТА ПОКРИВКА ВРЗ ПОЛАРИЗАЦИОНИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ РЕФЛЕКСИЈАТА ОД МЕТАЛНА ПОВРШИНА

J. Мозер, Љ. Јаниќијевиќ и С. Бахчеванџиев

Институт за физика, ПМФ, Универзитет "Кирил и Методиј"
п.фах 162, Скопје 91001, Југославија

Волтеровата релација која ги поврзува компонентите на полето на упадната светлина со оние на рефлектираната светлина, преку воведување на коефициентот на рефлексија, е адаптирана за систем од тенок диелектричен слој нанесен врз метална површина. Покажано е дека коефициентот на рефлексија е комплексна величина, што укажува на постоење на елиптична поларизација на рефлектираната светлина, иако при упаѓањето таа е со линеарна поларизација. Присуството на диелектричниот филм се одразува на тој начин, што глатките криви на зависност на поларизационите параметри од упадниот агол, што се карактеристични за чистите метални слоеви, добиваат изразит осцилаторен карактер. Специјализацијата на изведените релации за случај на рефлексија од чиста метална површина и за сано еден диелектричен слој, ги репродуцираат порано добиените резултати.

1. ВОВЕД

Преминот од состојба на линеарна поларизација, во состојба со елиптична поларизација при процесот на рефлексија од метални површини, е добро познат и проучен феномен [1], [2].

Од друга страна, познато е дека истиот феномен се јавува и кога линеарно поларизираната светлина се рефлектира на разделните површини од еден

Годишен зборник - физика 39, 19-32 (1989) © Institut za fizika, Skopje

Slika 5.a): Primjer naslovne stranice jednog znanstvenog rada Josipa Mosera

[3] М.А.Новиков, Изв.вузов Радиофизика 13, 1903 (1970)
[4] R.Bejtullahu, J.Mozer and A.Veseli, Exp.Tech.Physik 35, 311 (1987)
[5] J.Мозер, Љ.Јаниќијевиќ и М.Јоноска, Год.збор.-физика 38, 17 (1988)
[6] H.Wolter, *Handbuch der Physik*, Bd XXIV, 472 (1956)
[7] J.Mozer, Lj.Janićijević and M.Jonoska, Optik 76, 27 (1987)
[8] J.Mozer, Fizika 2, 151, (1986)

THE INFLUENCE OF THE DIELECTRIC COATING ON THE POLARIZATION PARAMETERS AT REFLECTION FROM A METAL SURFACE

J.Mozer, Lj.Janićijević and S.Bahčevandžiev

Institut za fizika, PMF, Univerzitet "Kiril i Metodij"
p.fah 162, Skopje 91001, Jugoslavija

S u m m a r y

The Wolter's definition of the reflection coefficient is used for calculation of the polarization parameters (the azimuth of the vibrating ellipse and the ellipticity) of the light reflected by a system of metal substrate covered by thin dielectric film. Linear at incidence, the reflected light is elliptically polarized at reflection. It is well known that the same electrooptic effect is evident at reflection by a metal surface alone, but the influence of the dielectric layer is manifested by giving oscillatory character to curves which represent the azimuth and ellipticity of the reflected light as functions of the incident light angle of incidence. In the absence of the dielectric coating these functions are represented by smooth curves. The general results for the system metal-dielectric film are specialised for the typical angles of incidence, azimuths of polarization, layers thicknesses and to cases when either the metal base or the dielectric film are absent. For the last two cases the results known from the litereture are reproduced.

Примено во редакцијата на 10.XI.1989 год.

Годишен зборник – физика 39, 19-32 (1989)

Slika 5. b): Sažetak tog rada na engleskom jeziku

profesora fizike i matematike iz čitave tadašnje zemlje, a referati o nastavi fizike i matematike imali su velik odjek.

Tijekom rada u Skoplju bio je kao gost profesor pozivan četiri puta da bude profesor na poslijediplomskom studiju Instituta za fiziku Sveučilišta u Zagrebu, gdje je predavao Teorijsku optiku.

Umirovljenje

Nakon umirovljenja Moser sa suprugom seli u Zagreb, ali ne prestaje stručno raditi i djelovati. Posebno nastavlja rad u Njemačkoj, o čemu će poslije biti više riječi.

Umirovljeničke dane provodi i u stalnim kontaktima s kolegama, posebno s prof. Lopašićem. Moserov sin obvezno jednom u dva tjedna vozi jednog ili drugog i oni provode čitavo poslijepodne u razgovoru i prebiranju uspomena od dana studija dotad. Šteta što nisu zapisane brojne zgode i anegdote koje su pričali, a često su bez mržnje iznosili i teške trenutke svojih karijera i neugodnosti koje su doživljavali od svojih kolega koji su tad bili na ‘vlasti’.

Rad u Njemačkoj

Nakon spomenutog Kongresa u Zürichu 1956. godine, dobio je prof. Moser poziv da dođe u Göttingen na šestomjesečni postdoktorski studijski boravak. O tome da tad Zapadna Njemačka i Jugoslavija nisu imale ni diplomatske odnose danas se malo zna, tako da je Moser kanio otkloniti taj poziv. Međutim, nakon što u dva tjedna nije odgovorio bio je pozvan kod ministra Crvenkovskog da obrazloži zašto ne odgovara na taj službeni poziv. Pitao ga je je li bolestan ili mu je supruga bolesna ili djeca, a na odgovor da nisu, morao je reći da nema putovnicu. Crvenkovski mu je odgovorio da je to njegova briga, neka ovdje pred njim i tajnicom napiše potvrdni odgovor i u roku od tjedan dana podigne troškove za putovanje. Posebno mu je naglasio: “Znate li, profesore, koja je to čast za naš Unuverzitet, za Makedoniju pa i za mene kao ministra. Ne zovu oni nikoga iz Beograda, Ljubljane ili Zagreba, nego vas iz Skoplja.”

I tako je on boravio u Njemačkoj na tom studijskom putu. Međutim, nakon tog boravka, kad se vratio u Skoplje, stigao je poziv na gostovanje u svojstvu gosta profesora prvo u Göttingenu, a poslije u Institutu za fiziku u Braunschweigu, te je Moser uz rad u Skoplju ukupno 18 godina bio u svojstvu gosta profesora u ljetnom semestru od ožujka do kraja lipnja. Osim nastave Posebnih poglavlja optike sa studentima i poslijediplomcima, radio je i na matematičkim

osnovama lasera i na optičkom prijenosu svjetlosti kroz optička vlakna. Sudjelovao je kao suradnik nekoliko stručnih timova koji su stekli vrlo velik ugled i nagrade.

Tijekom tih kontakata postao je delegat Njemačkog društva za stručnu akademsku razmjenu stručnjaka (*Deutscher Akademischer Austauschdienst* – DAAD) te njegov predstavnik za zemlje bivšeg jugoistoka Europe. Tako je njegovim posredovanjem niz stručnjaka iz Jugoslavije, Albanije, Bugarske, Grčke i Turske imao priliku boraviti na studijskim i poslijediplomskim boravcima u Njemačkoj, Austriji i Švicarskoj uz stipendije njemačke vlade. Tom je prilikom razvio niz kontakata ne samo sa stručnjacima iz svoje struke, nego s nizom drugih.

Posebno je bio istaknut njegov teorijski rad na interferenciji i skretanju laserskih zraka pri prolazu kroz nehomogene sredine. Osim matematičke formule, postavio je i tablice skretanja zrake pri prilazu kroz atmosferu nejednake gustoće, što je poslije bilo vrlo značajno kod praćenja i mjerenja udaljenosti Zemljinih umjetnih satelita. Njegovi teorijski materijali potvrđeni su kad je sedamdesetih godina, prvi put po dolasku ljudi na Mjesec izvršeno lasersko mjerenje udaljenosti od Zemlje do Mjeseca. Tad se ta formula i u praksi pokazala točnom.

U Njemačkoj je vrlo aktivno sudjelovao u radu s časopisom *Optik*, u kojem je rado i često objavljivao radove i surađivao kao recenzent. Osim toga, bio je član komisija za doktorate, pa i mentor. Časopis *Optik* je 1990. povodom njegova 75. rođendana objavio posebni broj s njegovim životopisom, popisom radova i najistaknutijim radovima.

I nakon umirovljenja 1990. u Njemačkoj nastavlja suradnju kao ordinarijus – suradnik. Bio je član niza magistarskih i doktorskih komisija, a posebno je bio poštovan kao recenzent izdavačke kuće Springer za izdavanje stručnih knjiga iz fizike. Za svoj rad u Njemačkoj stekao je i tamo mirovinu, skromnu ali dobrodošlu u danima Domovinskog rata.

On i supruga zatekli su se u ljeto 1991. u Dubrovniku u obiteljskoj kući, gdje je redovito provodio odmor, i ostali u neprijateljskom okruženju, te su proveli 119 dana bez struje, vode, malo hrane, bez lijekova i bez telefonskih veza sa Zagrebom. Uspjeli su se s prvim konvojem izvući iz grada i vratiti u Zagreb. Nakon toga uslijedio je poziv iz Njemačke da se preseli, što je odbio i ostao u Zagrebu uz sina i njegovu obitelj. Njegova supruga bila je dijabetičar i ti dubrovački dani bili su, uz puno uzrujavanja i brige, uzrok pogoršanja njezina zdravstvenog stanja. Umrla je 1995., a tri i pol godine poslije nje, 17. studenog 1998., umro je u Zagrebu i profesor dr. Josip Moser. Kremiran je i urna mu je položena uz supruginu u obiteljsku grobnicu na dubrovačkom groblju Boninovo.

Prof. Dr. Josip Moser – Life and Work

Josip Moser

Abstract: The life and work of Prof. Josip Moser are described. He worked in Croatia (Zagreb), Macedonia (Skoplje), and part-time in Kosovo (Priština), and Germany (Göttingen, Braunschweig). He taught theoretical physics, and especially subjects related to theoretical optics. Many of his professional and scientific studies are presented

Keywords: Josip Moser, laser, optics, optical fibre, theoretical physics

Mladen Vranić

Profesor Vladimir Vranić (1896. – 1976.)[1]

Sažetak: U članku je prikazan životni put Vladimira Vranića, hrvatskog matematičara židovskih korijena. Bio je pionir aktuarske matematike i teorije vjerojatnosti u Hrvatskoj. U članku su na primjeru Vladimira Vranića prikazane i nedaće Židova zbog rasnih zakona koje je nametnula nacistička Njemačka tijekom Drugog svjetskog rata. Budući da je članak pisao njegov sin, veći je naglasak stavljen na obiteljske podatke. Vladimir Vranić postavljen je 1956. za direktora Centra za numerička istraživanja JAZU. Imao je i važnu ulogu u razvoju računarstva na Sveučilištu u Zagrebu, gdje je uveo prvo računalo.

Ključne riječi: Vladimir Vranić, Židovi u Hrvatskoj, Drugi svjetski rat i NDH, znanost u Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu

Koliko mogu prosuditi našu obiteljsku povijest, moj prapradjed došao je iz mjesta Schleiminga koje se danas nalazi u Austriji. U Austro-Ugarskoj Monarhiji bilo je uobičajeno preseljavanje iz jednog dijela zemlje u drugi, a Koprivnica, u koju se preselio moj prapradjed, bila je prosperitetan trgovački grad. Razlog zbog kojeg je moj prapradjed došao u Koprivnicu bio je zakon koji je propisao austrougarski car Josip II. i po kojem Židovi imaju jednaka prava kao kršćani, a taj zakon prihvatio je i Hrvatski sabor oko 1880. godine. Moj prapradjed bio je trgovac, a moj djed Ignac, prije nego što se preselio u Zagreb, bio je direktor banke u Koprivnici.

[1] Članak akademika Mladena Vranića o svom ocu Vladimiru uredio je i objavio prof. dr. sc. Darko Žubrinić na adresi http://www.croatianhistory.net/etf/vranic_v.html. Sažetak i ključne riječi članka za ovaj Zbornik napisao je D. Ž.

Slika 1.: Profesor Vladimir Vranić, 1970. u Ohridu, Makedonija.
(Fotografija ljubaznošću profesora Mladena Vranića iz Toronta.)

Moj se djed rastao od moje bake Line, što je u ono vrijeme bilo nečuveno. Mog oca i njegova brata Miru odgojila je tako majka, spomenuta baka Lina. Majka je spomenula mom ocu i stricu da im je otac umro i tek kad su bili gimnazijske dobi prijatelji su joj rekli da sinovima mora reći istinu, tj. da im je otac živ. Njihov odnos s mojim djedom nije bio blizak, a pogoršao se kad je stric Miro za vrijeme Prvog svjetskog rata, kao oficir, trebao nabaviti konja za jahanje, a moj mu ga djed nije htio kupiti. Razlog zbog kojeg o ovom pišem je kako bih pokazao da moj otac nije odrastao u stabilnoj obitelji.

Godine 1918. moj otac i stric promijenili su prezime, a dvije godine poslije i vjeru. Moj otac je bio hrvatski patriot i osjećao je da kao Židov neće biti u cijelosti prihvaćen. Završio je doktorat znanosti iz matematike i fizike na tadašnjem zagrebačkom Filozofskom fakultetu, a 1924. godine habilitirao se za privatnog docenta na Višoj tehničkoj školi, kasnijem Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Iako je smatran iznimno darovitim znanstvenikom u polju matematičkih znanosti, bilo mu je rečeno da usprkos tome što je promijenio vjeru nikad neće moći napredovati više od titule privatnog docenta. Navodno je u to doba samo jedan profesor židovskog podrijetla postao sveučilišni profesor u Zagrebu.

Slika 2.: Profesor Vladimir Vranić (desno) na Baščaršiji u Sarajevu, njemu zdesna je profesor Zlatko Janković, u prednjem planu profesor Danilo Blanuša (s kapom), a desno od njega profesor Stanko Bilinski. Straga lijevo stoji prof. Pavle Papić (treći slijeva), a drugi slijeva vjerojatno je prof. Ignacije Smolec (ova informacija ljubaznošću prof. Kroacije Kučere). Fotografija ljubaznošću profesora Mladena Vranića iz Toronta.

Dvadesetih i tridesetih godina XX. stoljeća ni situacija u Kanadi nije bila bolja, tako da je Židovima praktički bio onemogućen ulaz u akademski život. To je znatno oštetilo kanadsku akademsku sredinu. S druge strane, u SAD-u ta ograničenja nisu postojala, te je velik broj Židova iz Europe odigrao ključnu ulogu u svim područjima akademskog života.

Godine 1935. moj je otac bio imenovan za nastavnika Ekonomsko-komercijalne visoke škole, gdje je radio do 1941. godine, međutim, kao privatni docent, usprkos tome što je održavao nastavu i ispite te pisao skripta, nije primao plaću od Sveučilišta. Naprotiv, od 1922. do 1942. radio je kao prokurist i predstojnik za životno osiguranje te kao glavni matematičar − aktuar kod Jadranskog osiguravajućeg društva. Rad u osiguravajućem društvu omogućio mu je rad na Ekonomskom fakultetu. Rad u Jadranskom osiguravajućem društvu i intenzivno održavanje nastave na fakultetu ograničili su mu mogućnosti za znanstveni rad. Usprkos tomu publicirao je niz važnih radova i skripta za studente.

Njegov brat, s kojim je bio jako blizak, poginuo je 1939. godine na bračnom putovanju, kad se avion srušio na Velebitu, u jedinoj nesreći te vrste u Hrvatskoj i time se obitelj mog oca znatno smanjila. Do moje 10. godine, sve dok jednog dana nisam došao kući iz škole i govorio ocu da smo se igrali proganjanja Židova, nisam znao da sam židovskog podrijetla. Iako mi je protumačio moje podrijetlo, to za mene još ništa nije značilo i gledao sam na tu igru

kao vrstu igre "kauboja i Indijanaca". Prvi put kad sam shvatio što se događa bilo je kad su njemačke trupe ušle u Zagreb. Moj je otac bio u kupaonici i tad sam ga prvi i jedini put čuo kako plače. To me, izgleda, toliko pogodilo da nisam mogao plakati tijekom mnogih godina kad sam prolazio kroz teške privatne probleme. Nakon nekoliko dana otišli smo u Operu gledati *Carmen*. U novinama sam primijetio veliki židovski znak, ali uspio sam samo vidjeti naslove. Moj otac je za vrijeme rata sačuvao te novine koje su se zvale "Hrvatski narod" i "Glasilo hrvatskog ustaškog pokreta". Veliki naslov u crvenoj boji glasio je: Krv i čast hrvatskog naroda zaštićeni posebnim odredbama. Poglavnik je potpisao i proglasio "Zakonsku odredbu o rasnoj pripadnosti i zakonsku odredbu o zaštiti arijske krvi i časti hrvatskog naroda". To su u Zagrebu 30. travnja 1941. godine potpisali predsjednik Zakonodavnog povjereništva pri poglavniku dr. Milovan Zanić i poglavnik dr. Ante Pavelić. U tom momentu još nisam razumio da je to, zapravo, smrtna osuda za mene i moju obitelj. Zatim je, u istim novinama, 3. svibnja 1941. izišao veliki članak pod naslovom Tumačenje rasnih zakonskih odredbi. Taj članak nije bio potpisan, ali čuo sam da ga je napisao jedan profesor biologije koji je, po uzoru na nacističku Njemačku, nastojao prikazati važnost očuvanja arijske krvi i čistoće hrvatskog naroda.

Na nekoliko sam mjesta u Torontu vidio da još uvijek vise slike Pavelića i da jedan dio hrvatske dijaspore još uvijek slavi 10. travnja kad su ustaše osnovali tzv. NDH i kad su nacisti i fašisti ušli u Zagreb. To me jako zabrinjava i kao Hrvata i kao Kanađanina.

Moja dva ujaka odvedena su u lipnju 1941. godine na otok Pag, gdje su bili, kako smo kasnije saznali, vrlo brzo ubijeni. Moj djed je bio odveden u Jasenovac, gdje je, kao što smo čuli, vrlo brzo ubijen. U početku smo svi na prsima i leđima nosili velike žute krpe sa slovom Ž. Ubrzo je, međutim, donesen zakon da djeca ispod 14 godina starosti ne moraju nositi židovske oznake, a oznaka je promijenjena u malu žutu metalnu ploču koja se nosila samo na prsima. Budući da je moj otac imao namještenje u Jadranskom osiguravajućem društvu, nakon nekog vremena ni on ni majka nisu trebali nositi židovske oznake.

Imali smo sreću da je u našem stanu nakon osnutka tzv. Nezavisne Države Hrvatske stanovao jedan talijanski pukovnik, a oni Talijani koji nisu bili fašisti nisu bili ni antisemiti, tako da smo se moja majka, moja baka i ja posredstvom talijanskog pukovnika, koji se zvao Bonamici, uspjeli prebaciti u Crikvenicu. Moj otac je smatrao da on nije ugrožen jer je bio godinama usko povezan sa Sveučilištem u Zagrebu i jer je imao odlično namještenje u Jadranskom osiguravajućem društvu, koje je bilo u talijanskom vlasništvu. Međutim, prvi udarac dobio je već 24. lipnja, kad je primio sljedeći dopis od rektora zagrebačkog sveučilišta:

> "Prema odredbi Ministarstva bogoslovlja i nastave od 10. lipnja 1941. godine, moraju se odmah otpustiti nastavnici koji su židovi u smislu zakona. Obzirom na tu odredbu, s današnjim danom prestaje Vaše zaposlenje na ovoj visokoj školi, gdje ste radili od ožujka 1935. godine i koju ste dužnost kroz čitavo vrijeme vršili savjesno, s razumijevanjem i požrtvovno, bez ikakvog honorara za predavanja i ispite. Potpisani ima čast i ovom prilikom u ime profesorskog vijeća izraziti Vam srdačnu zahvalu na Vašoj mnogogodišnjoj suradnji."

Nisam uspio pročitati tko je bio rektor, ali u ono vrijeme pokazao je znatnu hrabrost kad je na ovakav način formulirao svoj dopis.

U siječnju 1942. neki prijatelj savjetovao je mom ocu da je vrijeme da pobjegne iz Zagreba. Talijanski pukovnik mu je ponovno pomogao, tako da smo se svi našli u Crikvenici. Iako je Crikvenica potpadala pod NDH, bila je zapravo pod Talijanima pa smo se osjećali sigurnima i smatrali smo da nema opasnosti. Moj otac je mene i još dva prijatelja poučavao u matematici, s obzirom na to da sam trebao polagati ispit u Rijeci, koju su Talijani pripojili Italiji. Moj otac je uvijek bio savjestan nastavnik tako da je, kad smo se za vrijeme jednog sata počeli smijati, bio tako bijesan da mi je prvi i jedini put u životu dao pljusku.

U nacističkoj Njemačkoj u to je vrijeme ministar vanjskih poslova bio von Ribertroff. Od Mussolinija je zahtijevao da 3500 Židova, koji su bili u Dalmaciji, preda Nijemcima. Ustaška vlast čak je pristala platiti prijevoz. Njemački ambasador u Rimu bio je Bismarck, daljnji rođak Otta von Bismarcka, ali bez njegove inteligencije, tako da mu je bilo važno nešto korisno napraviti, te je zatražio od Mussolinija da nas odmah izruči njemačkim nacističkim vlastima. Na tom dokumentu Mussolini je napisao *nula osta*, što je značilo da se ne protivi tom zahtjevu, te je tako označen dokument poslao u Ministarstvo vanjskih poslova Italije. Međutim, taj dokument nije nikad implementiran te postoji opširna literatura koja raspravlja o tom pitanju, tj. o činjenici jesu li dužnosnici talijanskog Ministarstva vanjskih poslova znali kakva bi bila naša sudbina nakon izručenja i jesu li predosjećali da će na kraju fašizam propasti.

Međutim, kako bi smirili pritisak Nijemaca, u ljeto 1942. godine prebacili su nas u logor u Kraljevici. Moj je otac s još dvojicom kolega bio zadužen za organizaciju logora. Ustanovljena je odlična gimnazija, a profesori su bili ili nastavnici iz Hrvatske, ili su sa svojom profesijom mogli pomoći u nastavi. Imali smo i satove gimnastike. Spavao sam s ocem u muškim barakama koje su bile odijeljene od ženskih. Jeli smo iz kazana, a hranu je priređivao otac jednog od mojih prijatelja. Hrana je bila vrlo jednostavna, ali ne sjećam se da sam ikad bio gladan. Pritisak njemačke nacističke vlade nije prestajao, a Kraljevica je još uvijek formalno pripadala NDH. Zato su nas na ljeto 1942. godine prebacili u

talijanski logor na Rabu, Kampori. Logorom u Kraljevici upravljala je talijanska vojska, dok je logor na Rabu bio pripojen Italiji i bio je pod fašističkom vlasti. Mi smo, srećom, u tom logoru proveli samo tri mjeseca i to ljeti. Malo podalje bio je logor Slovenaca, koji su ondje boravili dvije godine. Dokumentirano je da je 50 % Slovenaca umrlo zbog neadekvatne hrane i medicinske njege. Situacija je bila pogotovo loša zimi, koja je bila kišovita i logor je bio pun blata. To pokazuje kako su nas talijanski oficiri spasili od Nijemaca, za razliku od talijanskih fašista koji su krajnje okrutno postupali sa Slovencima.

Talijanska Mussolinijeva vlada kapitulirala je početkom rujna 1943. godine. Tri su partizana ušla u naš logor, Talijani su predali oružje i bili smo slobodni. Međutim, najveća opasnost je bila mogućnost njemačke okupacije čitave Dalmacije, s obzirom na to da je prestala talijanska uprava. Jednom smo se prilikom pokušali prebaciti u Senj i priključiti partizanima, međutim, to nije bilo moguće zbog njemačke ofenzive, te smo se vratili na Rab. Znatan dio ljudi uspio se prebaciti u partizane ili su se priključili partizanskom zbjegu. Nisam shvaćao, kao moji roditelji, da smo u smrtnoj opasnosti. Konačno, početkom siječnja 1944. godine, jedna trabakula koja je pripadala partizanima i koja je vozila ranjene partizane uspjela je primiti ograničen broj Židova s Raba. Mi smo u to vrijeme bili u Sv. Jurju, tako da za nas nije bio problem doći na brod. Kad smo stigli na Rab, bio je velik problem tko će doći na brod, a tko ostati na Rabu. Trabakula je mogla primiti tek ograničen, mali broj ljudi. Prema statistikama koje sam čitao, 150 ljudi nije uspjelo pobjeći. Nijemci su ušli u Rab u siječnju i preostale ljude židovskog podrijetla odveli su u Auschwitz. Čuo sam da su od svih njih preživjele samo dvije žene.

Srećom, general McLean nagovorio je Churchilla da na Visu uspostavi vojnu bazu u kojoj su se nalazili Englezi, Amerikanci i partizani. Koliko znam, Tito je kraće vrijeme boravio na Visu. Putovali smo četiri noći, a po danu smo bili na otocima na putu za Vis. Na većini tih otoka bili su Nijemci, ali bili su na drugom dijelu otoka tako da smo bez smetnji uspjeli doći na Vis. Na Visu smo bili 14 dana i znali smo da je opasno razgovarati s Amerikancima i Englezima jer bismo mogli biti optuženi da smo špijuni.

Iz Visa nas je jedan engleski brod prebacio u prijemni logor u Bariju, zatim smo se prebacili u Taranto, gdje je moja majka radila u engleskoj kantini, a moj otac kao prevoditelj za Engleze. Taj ga je posao deprimirao jer mu je bilo vrlo teško usporediti tu vrstu posla s poslom koji je radio u Zagrebu. Kad je Rim bio oslobođen, mom ocu je ponovno ponuđen posao glavnog matematičara u Jadranskom osiguravajućem društvu u Rimu. U to vrijeme moj je otac razgovarao s predstavnicima jugoslavenskih partizana koji su ga uvjerili da može biti od znatne pomoći ako se vrati u Jugoslaviju. U listopadu 1944. godine prebačen je iz Barija, prvo na rad u Odjel financija u ZAVNOH-a. Pričao mi je da se njegove ideje o gospodarstvu nisu slagale s komunističkom gospodarskom ideologijom te

je zbog toga bio prebačen u Povjerenstvo prosvjete, a kasnije na mjesto profesora gimnazije u Drnišu. U srpnju 1945. godine vratio se u Zagreb. Naš stan, koji mu je vraćen, bio je potpuno prazan. Međutim, prijatelji su mu donijeli stvari koje je kod njih pohranio, a mnogi prijatelji su mu rekli gdje se nalaze naše stvari, tako da je u jednom ustaškom stanu našao kompletan namještaj naše dnevne sobe. Također je našao nešto naših slika i skulptura u muzejima grada Zagreba.

Slika 3.: Profesor Vladimir Vranić u Dubrovniku predsjeda sjednicom Univerzitet danas, 22. srpnja 1966. Fotografija ljubaznošću profesora Mladena Vranića iz Toronta.

U poslijeratnoj Hrvatskoj mom su ocu akademska vrata bila otvorena, kao što je prikazao prof. Blanuša. Bio je redovni profesor Ekonomskog fakulteta, Tehničkog fakulteta i Arhitektonsko-građevinsko-geodetskog fakulteta. Također je bio i dekan na oba fakulteta. Najbliže mu je srcu bila nastava statistike, tako da je bio honorarni nastavnik Prirodoslovno-matematičkog fakulteta sve do 1971. godine. Međutim, na Ekonomskom fakultetu pojavio se problem. Mnogi komunisti s vrlo osrednjim kvalifikacijama nastojali su završiti studije na Ekonomskom fakultetu, što bi im otvorilo vrata za visoke pozicije u industriji. Moj otac je, međutim, bio vrlo strog i nepodmitljiv, što me podsjeća na onu pljusku koju sam dobio u Crikvenici. Jednom su ga prilikom proglasili klerofašistom, međutim, kad im je otkrio da je podrijetlom Židov, odustali su od toga i to je bio jedini put da mu je židovsko podrijetlo koristilo.

Slika 3.: Profesor Vladimir Vranić kao dekan Ekonomskog fakulteta u Zagrebu 1951./1952. Izvor: *Spomenica Ekonomskog fakulteta*, Zagreb, 1995.

U to vrijeme optužba "klerofašist" mogla je biti vrlo opasna. Ja sam studirao medicinu i bio sam član uredništva časopisa studenata medicine. Dobili smo prostorije koje su prije pripadale komunističkoj fakultetskoj ćeliji. Međutim, kako je prostorija bila ispražnjena velikom brzinom, bila je puna raznih dosjea. Na moje veliko čuđenje našao sam karakteristiku mog oca, koja je ležala na podu. Ono što sam pročitao bilo je zastrašujuće. Njegovi komunistički kolege s Ekonomskog fakulteta nastojali su ga se svim silama riješiti. Do danas mi je žao što nisam bio dovoljno hrabar pohraniti taj dosje, kao što je moj otac imao hrabrosti pohraniti novine iz NDH. Nikad nisam ocu rekao da sam vidio njegovu karakteristiku jer bi mu to zagorčalo život na Ekonomskom fakultetu. Srećom, kad je prešao na Tehnički fakultet, nije više bilo problema jer taj fakultet nije bio toliko privlačan ambicioznim komunistima.

Moj otac je uvijek volio izraziti svoje mišljenje, što u poslijeratnim godinama nije bilo ni uputno, ni bez opasnosti. Sretna koincidencija za mog oca bilo je to što mu je u njegovoj ranoj karijeri nastavnika gimnazije jedan od učenika bio Vladimir Bakarić, koji ga je jako cijenio kao profesora matematike. Priča se da je V. Bakarić intervenirao kad god se pojavila neka pritužba protiv mog oca. Mnogi studenti mog oca danas žive u Torontu i od njih sam čuo puno priča o njemu. Jedina priča koju sam zapamtio je da je njegova omiljena rečenica kad je ispitivao studente bila: "Molim otvorite prozor tako da sve vaše gluposti mogu izaći." Ja sam profesor Medicinskog fakulteta u Torontu. Ovdje bi takva vrsta primjedbe mogla završiti neugodnim problemima.

Godine 1956. moj je otac postavljen za direktora Centra za numerička istraživanja JAZU. Vjerovao je da će računala odigrati veliku ulogu u razvoju matematike. Njegovi brojni kolege smatrali su računala nekom vrstom matematičke prostitucije. Međutim, moj otac bio je vrlo borben i na kraju je isposlovao prvo računalo za zagrebačko sveučilište. To je računalo bilo veličine sobe i trebalo ga je neprekidno popravljati. Zbog toga je moj otac, s drugim kolegama, zaslužan za pokretanje modernizacije zagrebačkog sveučilišta, što je rezultiralo odličnom i modernom računalnom tehnologijom. Prvo računalo koje je uveo moj otac pohranjeno je, kažu, negdje u Zagrebu. Bilo bi prekrasno kad bi se jedan računski centar nazvao imenom mog oca. Kao što je to prikazao prof. Blanuša, moj otac je dobio niz važnih nagrada i priznanja za svoju akademsku i društvenu aktivnost.

Slika 5.: Profesor Vladimir Vranić (desno) 1970., lijevo profesor Zlatko Janković, leđima okrenut profesor Stanko Bilinski, Ohrid, Makedonija. Fotografija ljubaznošću profesora Mladena Vranića iz Toronta.

Moji roditelji su se osjećali osamljenima kad sam s obitelji otišao u Kanadu, ali su me podržali u toj odluci. Moja prva kći, koja je imala samo dvije godine kad smo došli u Kanadu, provodila je svako ljeto s djedom i bakom u Hrvatskoj. Moj otac ju je, naravno, htio zainteresirati za matematiku. Poklonio joj je računalo s kuglicama, međutim, njegova unuka Iva je isti čas od računala

napravila ogrlicu. Nešto matematičkog gena naslijedila je moja druga kći, dok je treća, čini se, dobila matematički antigen.

Moj otac je bio pun života. Svake nedjelje išao je na Sljeme i često planinario po slovenskim Alpama. Bio je gurman za neka jela, dok je druga jela mrzio. Kad je bio 50 godina star, razvio je dijabetes. Bio je to neobičan dijabetes tipa 2, jer je bio krajnje mršav. S vremenom je postao ovisan o inzulinu. U društvu matematičara imao je jedan problem. Sastajali su se svaki tjedan u fakultetskom klubu, gdje su voljeli jesti i piti. Za razliku od mene i većine matematičara, moj otac nije nikad bio zainteresiran za vino. Jedini moment kad je popio dvije čaše vina bio je kad sam obranio doktorat znanosti, jer se njemu činilo da je to najvažniji događaj u životu. Bio je veoma društven, tako da je naš stan bio pun nastavnika raznih fakulteta i glumaca Hrvatskog narodnog kazališta, tako da sam odrastao u akademskoj sredini. Pod pritiskom života u Kanadi nikad nisam uspio uspostaviti takvu društvenu sredinu kakvu su imali moji roditelji. Od 1976. do 1977. godine bio sam, za vrijeme slobodne studijske godine, gostujući profesor na Sveučilištu u Ženevi. Moj otac je bio gotovo 80 godina star i on i majka spremali su se posjetiti nas. Ocu sam rekao da je to odlična prilika da hodamo po Alpama. Moja majka je bila realnija i znala je da moj otac nije više zdravstveno sposoban za to. Mislim da je imao male, neprimjetne moždane udare. Bio je primljen u Vojnu bolnicu u Zagrebu i imao sam priliku biti s njim tijekom zadnjeg tjedna njegova života i puno smo razgovarali. Vrlo često bi se po noći pronašao u nekom tuđem krevetu ne znajući gdje se nalazi. Jednu večer otišli smo na balkon na razgovor i rekao mi je: "Hvala što si mi povratio povjerenje u život." Te je noći umro od trbušnog krvarenja uzrokovanog dijabetičkom arterosklerozom.

Mnogi od njegovih kolega bili su na Mirogoju kako bi ga ispratili posljednji put. Govor je održao dr. Devidé, koji je bio njegov student, a poslije kolega i vrlo blizak prijatelj. Dr. Devidé završio je govor riječima:

> "Prof. Vranić je, kao čovjek, kao prijatelj svih nas koji smo ga poznavali bio čovjek i prijatelj uz visoke kriterije tih kategorija. Nitko tko ga je poznavao neće zaboraviti koliko se on i kako iskreno radovao svakom uspjehu svojih prijatelja, znanaca i učenika. Nitko neće zaboraviti kako se nesebično i požrtvovno zalagao kad je trebalo bilo kome od nas pomoći. Nitko neće zaboraviti s koliko upornosti i optimizma se zalagao za primijenjenu matematiku i kompjutore kod nas, kad su mnogi na to gledali sa skepsom, rezervom ili s ravnodušnošću. Danas mi više ne možemo reći doviđenja, nego samo zbogom. Ali taj zbogom neće biti onaj svakodnevni zbogom, već zbogom u njegovom dubokom etimološkom značenju − da tvoje ime i sjećanje na tebe ostanu među onim vrijednostima koje ne umiru; koji nisu umrli danas i koji neće umrijeti."

DODATAK

Osnivanje elektroničkih računskih centara[2]

JAZU je 1956. osnovao Centar za numerička istraživanja, a Vladimir Vranić postavljen je za direktora. Godine 1961. osnovan je Institut za matematiku Sveučilišta u Zagrebu. Od 1965. u Institutu je organiziran Seminar za numeričku analizu i računarske strojeve koji je vodio dr. Bogdan Zelenko. Institut je imao i svoj Elektronsko-numerički centar. Njegov je predstojnik bio profesor Vladimir Vranić, a usko je surađivao s JAZU-ovim Centrom. U toj ranoj fazi, dok u Zagrebu nije bilo nijednog elektroničkog računala, radilo se na obučavanju kadrova koji će raditi na stroju kad se taj nabavi. U radni odnos primljeni su prvi programeri-matematičari: Srećko Polić, Mirko Brukner, Jasna Čuček i Krešimir Klaužer. Povremeno su upućivani u strane centre da upoznaju rad na elektroničkim računalima. I sam je Vranić boravio na višetjednim studijskim boravcima u numeričkim centrima Nizozemske, Engleske, Francuske i Njemačke. Godine 1966. posjetio je numeričke centre u Grazu, Beču i Varšavi.

Zajedničkim naporima JAZU-ova Centra, Instituta za matematiku i Instituta *Ruđer Bošković*, uz podršku Zavoda za unapređenje produktivnosti rada i Gospodarske komore, uspjelo se dobiti od Republičkog i Saveznog fonda za naučni rad devizna sredstva za nabavu elektroničkog računala CAE 90-40, licencija američkog računala Scientific Data Systems (SDS), od Compagnie Européenne d'Automatisme Électronique u Parizu. Stroj je stigao u Zagreb 14. 4. 1967., a stajao je 160 000 dolara. Bilo je to prvo elektroničko računalo u Hrvatskoj. Numerički centar s računalom smješten je na Institut *Ruđer Bošković*, gdje je zauzimao osam prostorija. Bilo je zamišljeno da se akademijin Centar bavi pretežito teorijskim pitanjima te upoznavanjem i razvijanjem numeričkih metoda u matematici, dok bi institutski Centar surađivao sa Zavodom za geotehniku Građevinskog fakulteta, s Rudarsko-geološko-naftnim institutom Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, s Odjelom za čvrsta stanja Instituta *Ruđer Bošković* i s drugim ustanovama. Vladimir Vranić sudjelovao je 1967. na Međunarodnom kongresu sveučilišnih nastavnika, koji je održan u Jeruzalemu i Haifi. Tom je prigodom posjetio i računske centre u Jeruzalemu i u Weitzmannovu institutu u Rehovotu. Na vlastitu molbu, razriješen je 30. 4. 1970. dužnosti predstojnika Numeričkog centra Instituta. Godine 1973. osnovan je Sveučilišni računski centar SRCE i u njemu su objedinjeni dotadašnji centri. Više o radu institutskog Centra vidi u literaturi [6] i [7].

Pregovori oko nabave prvog računala nisu bili jednostavni i vođeni su s našim vlastima te s nizom poznatih svjetskih tvrtki za proizvodnju i

[2] Preuzeto iz članka: Sibe Mardešić i Darko Veljan, Profesor Vladimir Vranić (1896. – 1976.), matematičar i pionir elektroničkog računarstva u Hrvatskoj, *Prirodoslovlje*: časopis Odjela za prirodoslovlje i matematiku Matice hrvatske, 13 (1-2) 227− 238 (2013)

distribuciju elektroničkih računala, i to u Engleskoj, Danskoj, Njemačkoj i Americi. Država je oskudijevala devizama, a mnogi matematičari nisu u potpunosti shvaćali koliko će računalo koristiti Institutu. Tu su do punog izražaja došle Vranićeve organizacijske sposobnosti, njegova upornost, ali i diplomacija.

U to doba ni među našim matematičarima nije bilo suglasnosti oko uporabe kompjutora. Bilo je i ekstremnih mišljenja pojedinaca, da je ta uporaba "izdaja" uobičajenog načina rada u matematici. Profesor Vranić ustrajao je na računalima i pokazalo se da je bio u pravu. Danas je, kao što je općepoznato, nezamisliv ozbiljan rad u pojedinim dijelovima matematike (i drugih znanosti) bez uporabe računala, ne samo kao zamjene za pisaći stroj, nego i kao alata za istraživanje i eksperimentiranje. Rad na nekoj hipotezi prvo će se pokušati opravdati računalnom simulacijom. Ako je simulacija potvrdi, onda ima smisla nastaviti dokazivanje hipoteze teorijskim sredstvima. Tu je Vranić anticipirao buduća vremena.

[6] S. Bilinski: Izvadak iz izvještaja o radu Instituta za matematiku Sveučilišta u Zagrebu u godinama 1965. – 1967., *Glasnik matematički* **1**(21) (1966) 110 – 121; **2**(22) (1967) 124 – 136; **3**(23) (1967) 288 – 300

[7] P. Papić: Izvadak iz izvještaja o radu Instituta za matematiku Sveučilišta u Zagrebu u godinama 1968. – 1970., *Glasnik matematički* **4**(24) (1969) 315 – 326; **5**(25) (1970) 179 – 191; **6**(23) (1971) 194 – 208

Professor Vladimir Vranić

Mladen Vranić

Abstract: The article surveys the life and work of Vladimir Vranić, a Croatian mathematician with Jewish roots. He was a pioneer of acturarian mathematics and probability theory in Croatia. Using the example of Vladimir Vranić, the article describes the misfortunes of Jews due to the racial laws imposed by Nazi Germany during the Second World War. Since the article was written by his son, there was more emphasisis on family data. In 1956 Vladimir Vranić held the position of director of the Center of Numerical Research at JAZU (the then Yugoslav Academy of Sciences and Arts in Zagreb, since 1991 HAZU – the Croatian Academy). He had an important role in the development of Computer Science at the University of Zagreb, where he introduced the first computer.

Keywords: Vladimir Vranić, Jews in Croatia, The Second World War and NDH (Independent State of Croatia), science in Croatia, University of Zagreb

Darko Veljan

Akademik i profesor Danilo Blanuša − anegdote i šale

Sažetak: U članku su ukratko opisani najvažniji znanstveni i stručni doprinosi poznatog hrvatskog matematičara i fizičara akademika Danila Blanuše (1903. − 1987.), profesora Elektrotehničkog i drugih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na kraju su opisane neke Blanušine legendarne anegdote, vicevi i šale.

Ključne riječi: Danilo Blanuša, akademik, dekan, profesor, hiperbolička ravnina, hiperbolički prostori, izometričko smještavanje, Besselove funkcije, Blanušin graf, teorija relativnosti, Blanušine anegdote i šale

Akademik Danilo Blanuša (1903. − 1987.), matematičar, fizičar, elektroinženjer i sveučilišni profesor na Tehničkom, Elektrotehničkom i Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, jedan je od najznačajnijih hrvatskih matematičara XX. stoljeća. U svjetskoj znanstvenoj baštini trajno su obilježeni njegovi doprinosi (iz 1955.) u diferencijalnoj geometriji, napose o glatkom izometričkom smještavanju hiperboličke ravnine u 6-dimenzionalni euklidski prostor. Nešto kasnije (1964.) uspio je glatko izometrički smjestiti hiperbolički prostor dimenzije $n > 2$ u euklidski prostor dimenzije $6n - 5$, a dvije godine poslije u sferički prostor dimenzije $6n - 4$. Tek je 1995. ta dimenzija smanjena na $4n - 3$. Nadalje, radio je Blanuša i na teoriji specijalnih funkcija, posebno Besselovih funkcija, koje su vrlo važne u matematičkoj fizici. U literaturi je poznat pojam iz teorije grafova pod imenom Blanušin graf (kubni 3-bridno povezan, a nije 3-bridno obojiv, iz 1946., prvi primjer nakon Petersenova grafa iz 1898.). Taj je graf danas logo Hrvatskog matematičkog društva.

Bavio se i teorijom relativnosti, i to s matematičkog gledišta i u smislu fizikalnog i popularno-znanstvenog tumačenja pripadnih fenomena.

Bio je redoviti član JAZU (danas HAZU − Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti). Bio je omiljen i legendaran profesor, tako je na ETF-u predavao sve standardne matematičke predmete, a na PMF-u godinama predmet Matematičke metode fizike. Bio je plodan autor udžbenika, skripata i stručnih članaka, pa i popularnih novinskih članaka o teoriji relativnosti i relativističkoj termodinamici. Primjerice, u *Vjesniku* je 1948. napisao članak Da li bi čovjek raketom mogao doprijeti do najbližih zvijezda stajačica?. Bio je i prevoditelj. Bio je dekan ETF-a te predsjednik Društva matematičara i fizičara Hrvatske, a obnašao je i druge dužnosti. Dobio je više nagrada i priznanja za svoj znanstveni i stručni rad, npr., Nagradu *Ruđer Bošković* 1967. i Nagradu Grada Zagreba 1974. godine. Nakon umirovljenja održao je 1975. svoje zadnje predavnje za studente ETF-a pod naslovom Gravitacija i svemir.

Blanuša se rodio u Osijeku 1903. godine, a školovao se u Osijeku, Zagrebu i Austriji. Studirao je matematiku, fiziku i elektrotehniku prvo u Zagrebu, a onda u Beču. Doktorirao je 1943. u Zagrebu na Tehničkom fakultetu. Bio je profesor na TF-u, ETF-u (danas FER) i PMF-u. Napisao je gotovo 100 znanstvenih i stručnih članaka, udžbenika, skripata, popularnih i drugih napisa. Najvažnije knjige su mu *Viša matematika*, u nekoliko svezaka s oko 2500 stranica, izdanih 1963. − 1974.; te *Teorija relativnosti* iz 1955., na 204 stranice i s pretiskom 2003. godine. Blanuša je 1964. bio urednik prijevoda s ruskog i autor predgovora poznatog *Matematičkog priručnika* autora Bronštejna i dr. Više o njemu v. u lit. [1] i [2].

Slika 1.: Akademik Danilo Blanuša (u sredini) s akad. Josipom Lončarom (lijevo) i prof. dr. sc. Antom Šantićem

Blanušine anegdote i šale

Dobro je poznato i već legendarno da je profesor Danilo Blanuša bio duhovit i da je volio šale, dosjetke i viceve. Često ih je znao ispričati u društvu, u medijima ili na predavanjima, a ponekad je bio i sudionik anegdota. Evo samo nekih.

Magareća os

Jednom je prilikom na ispitu u svojem kabinetu rekao studentu koji nije dovoljno naučio gradivo: "Ma, kolega, dajte se okrenite oko svoje magareće osi i na učenje." A student uzme svoj indeks sa stola, obiđe Blanušu i promrmlja: "Evo obišao sam je." A Blanuša će mu na to: "Ajde, dajte indeks, dat ću vam dva za duhovitost, ali bi vi mogli i bolje." Student se nasmijao i rekao da će doći sljedeći put na ispit.

Spašavaj čast!

Neka je srednjoškolska profesorica jednom prilikom došla u Blanušin kabinet i rekla mu kako je on poznat matematičar, a ona ne zna što odgovoriti učeniku koji ju je pitao može li se s tri simetrale kutova ravnalom i šestarom konstruirati trokut i ako može, kako (kao što se može s tri visine ili tri težišnice)? Blanuša je malo razmišljao i rekao joj: "Znate, sad nemam vremena jer imam predavanje. Možete li doći preksutra pa ću vam objasniti." Istog je dana njegov tadašnji asistent Boris Pavković na svojem stolu našao ceduljicu: "Boris, spašavaj čast!" Naravno, malo su razmislili i zaključili da je konstrukcija općenito nemoguća.

Obje ruke na volan!

Blanuša je tek u dobi od 65 godina, nakon što je dobio Nagradu *Ruđer Bošković*, kupio svoj prvi auto. Povodom toga intervjuirali su ga na Radio Zagrebu i na kraju ga je novinarka pitala: "Profesore, što biste kao novopečeni vozač preporučili mladim vozačima?" Odgovorio je: "Rekao bih im: Uvijek vozite pažljivo, s obje ruke na volanu, a gospođica pored vas nek' se malo strpi."

Onaj balavac i možda ja!

Na nekom domjenku u restoranu i nakon "koje" čašice vina, netko je iz veselog društva s druge strane stola pitao Blanušu: "Profesore, pa kako stoji naša matematika?" Blanuša odgovori: "Pa nije baš nešto, a u Zagrebu ponešto znamo onaj balavac Devidé, a možda nešto i ja." (To je bilo krajem 1950-ih, kad je profesor Devidé imao oko 35 godina.).

U spačeku

Jednom mu je kolega matematičar ponudio da ga odveze kući novokupljenim spačekom (zvanim i 'ružno pače'). Kad su stigli, upita ga: "Onda, profesore, kako se osjećate u ovom autu?" − "Kako bih vam rekao kolega, kao u kakvom bordelu," odgovori Blanuša. − "Kako to mislite?" − "Unutra je udobno, ali kad izlazite malo vas je sram."

Fingerspitzgefühl![1]

Blanuša je često dolazio na "gemišt-dva" u obrtnički restoran na Mažuranićevu trgu, blizu PMF-a, u društvu kolega akademika Ničea i Gortana. Ali, jednom je došao prvi i sam za stolom čekao ostalu dvojicu. Prišao sam mu i predstavio se (tek sam postao asistent) i rekao da sam nedavno čitao njegov članak i pitao ga kako je došao na ideju za svoj čuveni članak o izometričnom smještavanju hiperboličke ravnine u 6D-prostor. A on odgovori: "Je, znate kolega, to vam je kak bi se reklo *Fingerspitzgefühl*." U tom su času došli njegovi kolege akademici, pozdravio sam ga i vratio se natrag za susjedni stol gdje je sjedilo nas više kolega s PMF-a.

Vađenje mandula (ne kroz usta)!

Kolega fizičar jednom mu je prilikom rekao kako je došao na "genijalnu" ideju pa bi mu htio pokazati taj izvod na ploči. Blanuša ga je pažljivo slušao 15-ak minuta. Kad je ovaj završio, Blanuša mu kaže: "To je sve točno, ali to ti je kao da ti vade mandule odostrag, a ne kroz usta i pokaže mu izvod u dva retka." (Bili su prijatelji pa mu je Blanuša to rekao puno izravnije.)

[1]Na pomalo osebujnom njemačkom: *Fingerspitzgefühl*, osjećaj na vrhu prsta, reklo bi se "na prste".

Slika 2.: Akad. Danilo Blanuša na glavnoj skupštini Elektrotehničkog društva Zagreb (1973.)

Devidé et impera!

Stariji se ljudi zacijelo sjećaju poznatog govora iz 1962. godine na splitskoj rivi, kad je predsjednik Tito govorio o predstojećoj privrednoj reformi, ali i o "neprijatelju koji nikad ne spava". Govor su prenosili radio i TV. Sljedećeg jutra na fakultetu kaže Blanuša Devidéu: "Jesi čuo kako te je jučer spomenuo Tito?" − "Mene?" pita začuđeno Devidé. − "Da," šalio se Blanuša, "rekao je: „Znamo mi one koji nam poručuju *Devidé et impera!*" (Aludirajući, naravno, na staru latinsku poslovicu *divide et impera* − razdvoji pa vladaj, i Titovo "znanje" latinskog.)

Volja jaka − mjehur slab!

Jednom prilikom u omiljenom (spomenutom) restoranu u društvu svoje trojice prijatelja akademika, nakon što je na stol došla druga boca vina, Blanuša je naglo ustao, ošinuo ih pogledom i rekao: "Što ćeš, volja jaka – mjehur slab" i otišao kamo je trebalo. (I mi, dva stola dalje smo ga čuli.) S tom se je pošalicom u sličnim prilikama kasnije služio i Blanušin student prof. dr. sc. Dominik Palman (v. [3]).

Baka – tramvaj!

Na nekom predavanju pita Blanuša nekog studenta iz prvog reda: "Ajde kolega, kako bi vi to matematički izrekli?" A ovaj počne nešto petljati, i nakon par minta veli mu Blanuša: "Ma kolega to kao da je moja baka imala kotač, a vi velite da je baka tramvaj!"

Blanuša je volio u društvu pričati viceve i u džepiću sakoa često je imao papirić na kojem bi stenografski zapisao šlagvort novog vica koji je negdje čuo. Evo samo nekih koje sam zapamtio iz "Crne mačke" − sobice od 3-4 m² u kojoj se na PMF-u na Marulićevu trgu pila kava.

Japanci

"Kako Japanci zovu naše ceste, a kako naš dinar?" – "Sami-jami i din-din-pao!"

Mali Ivica (3 puta)

Pita učiteljica malog Ivicu: "Ajde nam reci jednu poslovicu." Ivica: "Bez alata nema zanata." Odlično, ajde još jednu: − "Pametnome jedna dosta!"

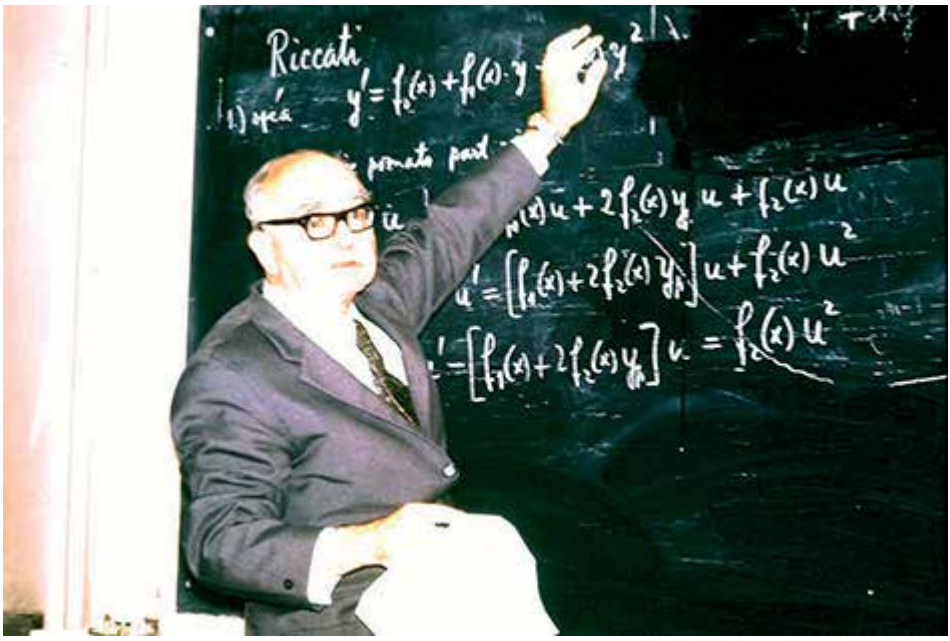
"Reci ti nama, Ivice, zašto prvo prije oluje vidimo bljesak, a tek onda čujemo grom?" − "Pa zato", veli Ivica, "jer su nam oči naprijed, a uha iza!"

Pita učiteljica malog Ivicu da ispriča gdje je bio ovo ljeto. "Kod bake na selu," veli Ivica. "I šta si tamo vidio?" − "Konje, krave, koze, guske, svinje, koke i jednog bolesnog pijetla." − "A kako znaš da je pijetao bio bolestan?" − "Pa stalno su ga koke morale nositi na leđima," odgovori mali Ivica.

Umjesto Ivice, katkad bi pričao njemačko-austrijske i njemačko-židovske viceve (ipak je u Beču proveo 10-ak godina). O malom Gaussu i malom Moritzu.

Gauss: Dosad je sve bilo u redu!

Gauss je kao četverogodišnje dijete jedva progovorio nekoliko riječi i roditelji su se već zabrinuli je li mali uopće psihički zdrav. Jednom je obitelj jela juhu, a mali odjednom u sav glas: "Ova juha je vruća!" A otac ga pita: "Pa zašto dosad nisi ništa rekao?" − "Dosad je sve bilo u redu!"



Slika 3.: Akademik Danilo Blanuša

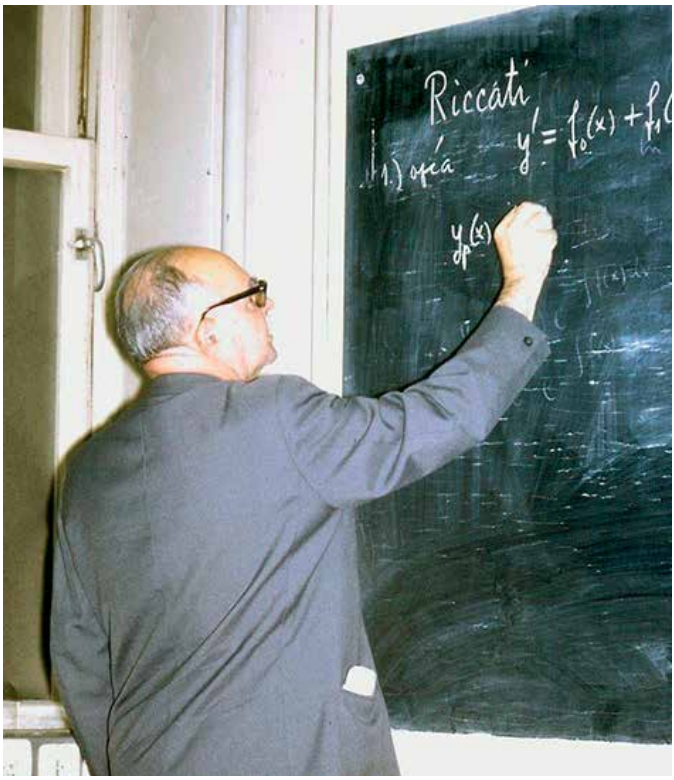
Gauss: To je već drugo pitanje!

Drugom su prilikom u školi pomišljali isto da je dijete (od sedam godina) malo čudno jer tako dobro zna računati pa su mu rekli: "Gauss, postavit ćemo ti samo dva pitanja. Prvo, koliko na ovom božičnom stablu ima iglica?" A Gauss ko iz topa: "84 397". − "Kako znaš?" − "To je već drugo pitanje."

Mali Moritz i *halber Idiot*

Malog devetogodišnjeg Židova Moritza u školi su htjeli srušit iz matematike, ali je mali sve znao. I tako se nađe jedna oštrokondža i veli kolegicama. "Ovo neće znat!" − "Slušaj, Moritz. Ova učiona je 10 m duga, 6 m široka i 3 m visoka. Kolko ja imam godina?" Moritz ju pogleda, malo promisli i veli: "Znam! 44 godine." − "Kako si to znao, Moritz?" − "Znate, moj tata je imao jednog kalfu Jokla, koji je imao 22 godine. I moj tata mu je tada stalno govorio: "*Jokl, Jokl du bist ein halber idiot*! Znači da vi morate imati 44 godine!"[2]

[2] *halber Idiot*, poluidiot



Slika 4.: Akademik Danilo Blanuša

Pet Židova koji su promijenili svijet! Koji su?

Mojsije – sve je zakon. Isus – sve je ljubav. Marx – sve je novac. Freud – sve je seks. Einstein – sve je relativno!

To su samo neke od šala i anegdota profesora Blanuše. Ima ih još!

Literatura

[1] D. Veljan, Akademik Danilo Blanuša, matematičar i profesor (Osijek, 1903. − Zagreb, 1987.), *Prirodoslovlje*, 14(2014), 171−188.

[2] I. Ivanšić (ur.), *Danilo Blanuša na raskrižju matematike, fizike i elektrotehnike*, FER, Element, Zagreb, 2005.

[3] D. Veljan i V. Volenec, Profesor geometrije Dominik Palman (Senj, 1924. – Zagreb, 2006.), Prirodoslovlje,18 (2018), u tisku.

Academician and Professor Danilo Blanuša – Blanuša's Anegdotes and Jokes

Darko Veljan

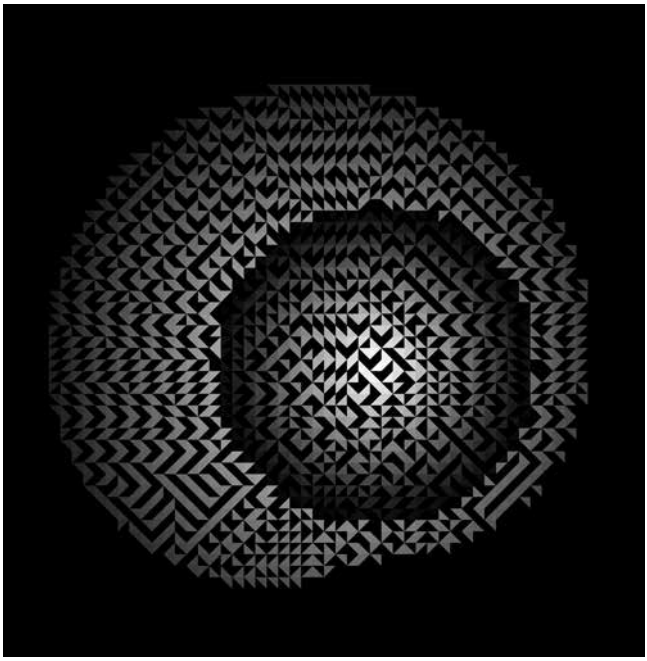
Abstract: In this note we shortly describe the most relevant scientific and professional contributions of the famous Croatian mathematician, physicist and academician Danilo Blanuša (1903-1987), professor at the Faculty of electrical engeneering and other Departments of the University of Zagreb. We end with some legendary anegdotes and jokes attributed to Blanuša.

Keywords: Danilo Blanuša, academician, dean, professor, hyperbolic plane, hyperbolic spaces, isometric embedding, Bessel functions, Blanuša's graph, relativity theory. Anegdotes and jokes of Blanuša.

Jedna uspomena na prof. dr. sc. Danila Blanušu

Želimir Volf

Događaj koji opisujem, desio tijekom stručne ekskurzije apsolvenata ETF-a šk. god. 1963./64. Tog dana 16. srpnja 1964. godine, studenti slabe struje bili su u posjeti kod tvrtke Thomson-Houston negdje u Parizu. Bio je to lijep, topao i sunčan dan. Negdje oko podneva jedna skupina studenata je upravo 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 smo bili samo metar ili dva udaljeni. Prof. Blanuša je pred licem mahao jednim prospektom i promrmljao više za sebe: „Ostavite svaku nadu vi koji ulazite" aludirajući na teške klimatske uvjete u tom pogonu. Nasmiješio sam se i upitao profesora: „Profesore, je'l to ono Lasciate ogni speranza, voi ch'entrate?" Htio sam pokazati da znam odakle taj njegov usklik dolazi i ne sluteći kako ja u stvari malo znam, o bilo čemu, a posebno o beletristici. To što sam izgovorio je jedini 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 njegovog 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!



Vlatko Čerić: *Nexus-13*

Marijan Andrašec

Juraj Božičević − Promicatelj kibernetičkog, sustavskog, cjelovitog i interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja

I. Moji razgovori s prof. Jurjem Božičevićem

Sažetak: Juraj Božičević je kao svoju misiju postavio promicanje kibernetičkog, sustavskog, cjelovitog i interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja, a sve s ciljem razvoja Hrvatske u područjima obrazovanja, znanstvenog i tehnološkog napretka i industrijske proizvodnje. Od sredine šezdesetih do osamdesetih godina odvijao se proces matematizacije znanosti i tehnike te je prenošenje tih spoznaja na hrvatska sveučilišta i u industriju bio prvoklasan zadatak za Jurja Božičevića. U osamdesetim se pojavila potreba stvaranja institucijske infrastrukture u području mjeriteljstva i povezivanja u europskim okvirima; u tadašnjim okolnostima težak zadatak. Obavio ga je na sjajan način istaknutim djelovanjem u okviru udruge JUREMA te svjetskih organizacija: IMEKO, UNIDO, UNESCO, UATI. Devedesete su donijele osnivanje države Hrvatske, ali i rat i sve posljedice kataklizmičkih zbivanja. Juraj Božičević okrenuo se stvaranju institucija i uvjeta za uspješan razvoj Hrvatske: CROSS, HATZ, Institucija za osiguranje kvalitete, Hrvatski inovacijski sustav, Sveučilište Pula, Veleučilište Vukovar, Veleučilište Knin, Centar za krš Gospić, Ekoindustrijski park Raša i dr. Na dužnosti državnog tajnika nadležnog za visoko školstvo i tehnologiju u Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa, koristeći povoljne okolnosti, pokrenuo je velik broj inovacijskih projekata na stvaranju infrastrukture nužne za uspješan razvoj Hrvatske. U to su vrijeme vođeni pristupni pregovori s EU-om, te je njegov doprinos pri stvaranju institucija za kvalitetu ponekad bio odlučujući.

Ključne riječi: Juraj Božičević, metrologija, IMEKO, CROSS, HATZ

Uvod

Preranom smrti prof. Jurja Božičevića u ožujku 2016. godine nastala je praznina u krugu suradnika i širem krugu stručnjaka i znanstvenika, naviklim na njegovo dugogodišnje djelovanje na njihovu okupljanju i promišljanju aktualnih tema i razvojnih ciljeva Hrvatske. Promicanje kibernetičkog, sustavskog, cjelovitog i interdisciplinarnog promišljanja i djelovanja, a sve s ciljem razvoja Hrvatske u područjima obrazovanja, znanstvenog i tehnološkog napretka i industrijskoj proizvodnji, bilo je njegova misija.

Svi smo svjesni tog golemog radnog opusa, koji je dragocjen, te ga treba spasiti od zaborava i sačuvati za buduće istraživače povijesti hrvatske tehnike u vremenu od 60-ih prošlog stoljeća do 2015. godine. Na poticaj prof. Zvonka Benčića, kao dugogodišnji Božičevićev prijatelj i suradnik, prihvatio sam se pisanja teksta o njegovu životu i radu. Dobrotom i pomoći njegove supruge gđe Biserke, pregledavao sam dokumentaciju iz njegove radne sobe. Koristio sam se i snimkama dvodnevnog razgovora u siječnju 2016., dva mjeseca prije njegove prerane smrti, kad smo osvježili sjećanja na njegov životni put i djelovanje. Posebno je bilo zanimljivo uspoređivati zbivanja i naše spoznaje s konca 60-ih i 70-ih, kad je prof. Božičević uvodio pojam i spoznaje o kibernetici, sustavskom pristupu i modeliranju procesa u svoje okruženje u Hrvatskoj, a ja sam se zaposlio u koncernu BASF u Ludwigshafenu na razvoju novih tehnologija. Praktički sva nova dostignuća u kemijskom inženjerstvu, koja koncern kao što je BASF, uz pomoć silnih ljudskih i materijalnih resursa odmah uvodi u korištenje, uvodio je prof. Božičević u nastavu i istraživanje praktički istodobno, u uvjetima i s resursima koji su u usporedbi s jednim BASF-om bili zanemarivi.

Niz godina surađivali smo na različitim projektima, većim dijelom u krugu Hrvatskog društva za sustave − CROSS. Na brojnim putovanjima dosta smo vremena proveli u automobilu raspravljajući o projektima, situacijama i drugim aktualnostima. Često su se pojavljivale ideje, za koje smo tad zaključili da su izvrsne, te da bi ih trebalo zapamtiti; nažalost, u vrtlogu drugih zbivanja i informacija obično bismo ih zaboravili i onda se ljutili što ih nismo zapisali.

Radeći na ovom tekstu ubrzo sam shvatio da opseg dokumentacije te raspon tema i aktivnosti uvelike prelaze mogućnost prikaza kroz jedan članak te sam odustao od sveobuhvatnog, detaljnog, taksativnog prikaza. U dokumentaciji su pronađeni tekstovi u kojima je prof. Božičević detaljno opisivao svoje djelovanje, sistematizirao aktivnosti i bilježio detalje o člancima, skupovima i djelovanju. Nametnula se ideja da se prikaz njegova rada i razmišljanja, koliko je moguće, prikaže kroz njegove originalne tekstove te se na taj način izbjegnu pogreške koje donosi svaka reinterpretacija. Posebno je vrijedno spominjanje suradnika i drugih aktera u pojedinim zbivanjima; prof. Božičević poticao je suradnike na djelovanje

i napredak i uvijek je isticao njihove zasluge. Manja preklapanja u tekstovima ne umanjuju njihovu informacijsku vrijednost i izvornost.

Djelovanje Jurja Božičevića, unatoč velikom rasponu tema i sudionika, može se po težištima aktivnosti razvrstati u razdoblja.

Od sredine 60-ih do 80-ih odvijao se proces matematizacije znanosti i tehnike, uz razvoj sustavskog promišljanja i prelaska iz statičkih u dinamičke sustave, a razvojem računalnih kapaciteta i sve većeg unošenja nelinearnosti u opise pojava i procesa. Prenošenje tih spoznaja u hrvatska sveučilišta i industriju bio je prvoklasan zadatak za Jurja Božičevića.

U osamdesetim se pojavila potreba stvaranja institucijske infrastrukture u području mjeriteljstva i povezivanja u europskim okvirima, u tadašnjim okolnostima težak zadatak; a obavio ga je na sjajan način.

Devedesete su donijele državu Hrvatsku, ali i rat i sve posljedice kataklizmičkih zbivanja.

Juraj Božičević okrenuo se stvaranju institucija i uvjeta za uspješan razvoj Hrvatske: CROSS, HATZ, Institucija za osiguranje kvalitete, Hrvatski inovacijski sustav, Sveučilište Pula, Veleučilište Vukovar, Veleučilište Knin, Centar za krš Gospić, Ekoindustrijski park Raša i dr.

Uz njegovo omiljeno geslo Pozitivno mišljenje i konstruktivno djelovanje, rješavane su mnoge složene situacije.

Sadržaj ovog rada može dobro poslužiti kao ishodište za istraživanje zbivanja u vremenu velikih tehnoloških promjena na tlu Hrvatske, od 60-ih do početka 2000-ih, vezano uz struke, institucije, industriju i pojedince aktivne u tom vremenu.

Tekstove preuzete od prof. Božičevića ostavio sam uglavnom nedirnute jer odražavaju ne samo ukupno djelovanje, nego i njegovo shvaćanje svojeg rada i strukturiranja područja rada.

1. **Biografski podaci** – korišten je originalni tekst prof. Božičevića

Početak citata: "Juraj Božičević, otac Emil i majka Antonija rođena Crnković.

Rođen:

Vrbovsko, 7. listopada 1935.

Školovanje

- Osnovna škola i gimnazija, Karlovac, matura 1954. Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, diplomirao siječanj 1961.
- Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska disertacija, 1980.

Stručno usavršavanje

- polaznik, *training course*: *Industrial Instrumentation Maintenance*, Honeywell, London, travanj, 1970.
- polaznik, tečaj Hibridno računalo, rad i primjena, Elektrotehnički fakultet Univerze v Ljubljani, listopad 1970.
- polaznik, tečaj Primjena i rad hibridnog računala, EAI Computing center, Bruxelles, srpanj 1972.
- polaznik, seminar English Language, Culture and Customs, English Studies Centre, Coventry, UK, srpanj kolovoz 1974.

Službovanje

- stručni suradnik, Zavod za regulacionu i signalnu tehniku, Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1961. – 1963.
- asistent, Tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odjeli u Sisku, 1963. – 1965.
- asistent, povjera predavanja i ispita iz predmeta Mjerenja, regulacija i automatizacija na Odjelima u Sisku Tehnološkog fakulteta, 1965. – 1967.
- docent, Tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Odjeli u Sisku, 1967. – 1972.
- docent, Tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1972. – 1980.
- redovni profesor, Tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1980. −

Od izbora za redovnog profesora i znanstvenog savjetnika, 1981., svoju sam znanstvenu, nastavnu i stručnu djelatnost neprekidno razvijao prateći suvremeni razvoj znanosti i tehnologije, a uz to i pridonosio tom razvoju nastavnim, znanstvenim i stručnim radom u nacionalnim i internacionalnim okvirima. U prilog uspješnosti svog rada istaknut ću:

- Priznanje, što mi ga je 1985. dodijelila Međunarodna konfederacija za mjerenja (IMEKO) pod nazivom DlSTINGUISHED SERVICE AWARD. To se priznanje dodjeljuje od 1982. godine svake treće godine međunarodno istaknutim pojedincima iz područja mjerenja i mjeriteljstva prigodom Svjetskog kongresa mjerenja. Uručeno mi je uz obrazloženje ‘kao priznanje i razumijevanje njegovog vrijednog doprinosa međunarodnoj razmjeni znanstvenih tehničkih informacija vezanih uz razvijanje mjerne tehnike, razvoj i proizvodnju instrumenata i u primjeni instrumentacije pri znanstvenom istraživanju i u industriji...’
- Izbor za predsjednika Radne grupe ‘Mjeriteljstvo’ Unije međunarodnih tehničkih asocijacija (UATI) u Parizu. UATI povezuje preko trideset različitih međunarodnih tehničkih asocijacija, pa je zadatak ove radne grupe promicanje primjene suvremenog mjeriteljstva i eksperimentalnih tehnika u različitim tehničkim disciplinama i područjima.

– Uvrštenje u rad savjetnika UNESCO-a i rad u svojstvu eksperta za mjerenje i automatsko vođenje uz sudjelovanje na različitim ekspertnim sastancima i kao voditelj projekta razvoja Prvog nacionalnog centra za mjerenja i automatsko vođenje u Manili, na Filipinima.
– Koordinaciju znanstvenog Projekta 34 Kemijska tehnologija u razdoblju 1981. – 1987.
– Priznanje, što mi ga je 1984. dodijelio Institut za zemlje u razvoju, Zagreb, za uspješan rad i suradnju vezanu uz prijenos znanja i tehnologija u zemlje u razvoju kroz projekte UNIDO i IMEKO." Kraj citata.

Početkom 90-ih prof. Božičević u potpunosti se posvetio razvoju Hrvatske, razvoju sveučilišne nastave i projektima regionalnog i industrijskog razvoja; detalje prikazujem u sljedećim odsječcima.

2. **Djelovanje od kraja 50-ih do 2003.** – korišten je originalni tekst prof. Božičevića (nastao nakon 2005.)

Početak citata: "Prof. dr. sc. Juraj Božičević, dipl. ing.; Predstojnik Zavoda za mjerenja i automatsko vođenje procesa Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu; Predsjednik HATZ-a i Tehnologijskog vijeća.

Već tijekom studija počinjem se baviti računalima i proučavanjem ideja kibernetike, pa matematičkim modeliranjem. Odmah poslije diplomiranja, pod mentorstvom prof. dr. Vladimira Muljevića, vodim projekt *Projektiranje i konstrukcija analognog računala* koordinirajući skupinu od nekoliko inženjera. Stjecanje novih spoznaja o kibernetici i teoriji sustava početkom šezdesetih, a uz to i poznanstvo s prof. Rikardom Podhorskym dovodi me u dodir s kemijskim inženjerstvom, pa se počinjem baviti, u nas u to doba još nepoznatim dinamičkim modeliranjem procesa, u svrhu poboljšanja njihovog vođenja. Tako prihvaćam poziv znanaca, kemijskih inženjera, da se kao asistent pridružim osnivanju i razvijanju Odjela za naftu i metalurgiju u Sisku Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pa da poradim na osnivanju kolegija iz mjerenja i vođenja procesa i izgradnji Laboratorija za mjerenja i automatsko vođenje procesa. Prilika mi je to za primjenu novih ideja, za vlastiti interdisciplinarni razvoj i za stjecanje novih znanja. Godine 1964. postajem na Odjelima članom Katedre za kemijsko inženjerstvo, pa učim i svladavam temeljna znanja kenijskog i procesnog inženjerstva, od termodinamike i dinamike fluida do svekolikih operacija. Od 1968. docent sam i predstojnik Katedre za kemijsko inženjerstvo, zatim i prodekan Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu zadužen za vođenje Odjela u Sisku (1968. − 1972.). Kao osloncem za stjecanje znanja, a posebice iz vođenja procesa i procesnih mjerenja služim se sustavskim pristupom. Smišljeno se razvijam u sustavskog (sistemskog) inženjera, povezujući znanja

temeljnih tehničkih disciplina sa znanjima kemijskog inženjerstva i s iskustvima stečenim izravnim dodirom s proizvodnjom, posebice u Rafineriji i Željezari u Sisku, u Željezari Zenica, Jugovinilu u Kaštel Sućurcu itd. Spoznaja važnosti vođenja i mjerenja izuzetan je oslonac mojem interdisciplinarnom radu, pa i zamišljanju i ostvarenju redom niza uspješnih projekata u razdoblju od 1967. do kraja osamdesetih, a istaknut ćemo najvažnije:

Studij Instrumentacije (Mjerne tehnike i automatika), 1967. godine, koji je kao jedinstven trogodišnji interdisciplinarni studij u ovom dijelu Europe tijekom sedamdesetih privukao brojne polaznike i odgojio i prve naše stručnjake za to područje. Djeluje do polovice osamdesetih, kada je ukinut višom silom.

Postdiplomski interdisciplinarni studij Tehničke kibernetike 1970. godine, oko kojeg okupljam desetak naših najboljih stručnjaka i tijekom jednog desetljeća prenosim spoznaje i metode znanosti i prakse o sustavima. S vrsnim nastavničkim timom privlačim i suradnju profesora iz SAD, Europe, Rusije. Ukinut je zajedno sa svim interdisciplinarnim studijima na Sveučilištu 1979.

Godine 1971. redaktor sam knjige *Izazovi kibernetike*, zbornika u kojem pišem i često citirani uvodni članak. Iste godine objavljujem i prvu hrvatsku knjigu iz područja automatskog vođenja *Automatsko vođenje procesa*, što je temeljni doprinos hrvatskoj školi automatskog vođenja procesa, a ponajviše i utemeljenju domišljenog hrvatskog nazivlja na tom području. U prilogu knjizi objavio sam naš prvi Hrvatsko-englesko-njemačko-ruski rječnik automatike. Utemeljujem zatim i hrvatsko mjerno nazivlje.

U suradnji s Ivicom i Rankom Štern 1970. godine prevodim i uređujem knjigu, F. Kafarova, *Kibernetika u kemiji i kemijskoj tehnologiji*, što je posebice važan prilog za razumijevanje temeljnih metoda suvremenog kemijskog inženjerstva.

Tijekom 1971. vodim na Sveučilištu u Eindhovenu projekt automatskog uzorkovanja izdišnih plinova tijekom anestezije i razvijam visoko selektivni detektor vodljivosti za izotahoforezu u kapilari.

Od sedamdesetih u praksi dajem veći naglasak primjeni mjerenja, posebice uvođenju tehničke dijagnostike i motrenja stanja (‘zdravlja’) strojeva i opreme, pa tijekom sedamdesetih u Željezari Sisak mjerenjem ostvarujem poboljšanje rada i djelotvornosti redom gotovo svih procesnih postrojenja, valjačkih stanova, kovačkih čekića, preša itd. Ta iskustva donose i suradnju s Institutom građevinarstva Hrvatske, u kojem sa svojim timom polovinom sedamdesetih uvodim suvremene mjerne metode ispitivanja materijala i potičem primjenu novih vrsta mjernih uređaja, stječem iskustva u projektiranju, konstruiranju, razvoju i stvaranju proizvoda. Slijede mjerenja i automatizacija procesa aglomeracije u Željezari Zenica, pa primjena mjerenja i eksperimentalnog optimiranja u Rafinerijama u Rijeci (npr. proces atmosferske destilacije), Sisku (procesi

fluid-katalitičkog krekinga, proizvodnja aromata), Rafineriji Bosanski Brod (proces hidrokrekinga), u Jugovinilu i dr.

Savjet JUREMA-e, prvog našeg društva za mjerenja i automatiku, predlaže mi 1974. da preuzmem stručno vodstvo društva kao predsjednik Izvršnog odbora, pa u razdoblju do 1980. razvijam JUREMA-u u međunarodnu priznatu organizaciju, stvarajući hrvatskim stručnjacima po prvi puta nezavisnu radnu tribinu. Da bi oživio stagnantno stanje i održao potencijal hrvatskih stručnjaka od zastarijevanja znanja revitaliziram tradicionalni godišnji skup JUREMA i pokrećem brojne nove projekte i skupove: Nastava mjerenja, automatike i teorije sistema, Medicina i tehnika, Tehnička dijagnostika, Luka kao složen sustav i druge.

Godine 1975. učlanio sam JUREMA-u u IMEKO − Međunarodnu konfederaciju za mjerenja, postajem i član Generalnog savjeta IMEKO. Brojne hrvatske stručnjake delegirao sam u Odbore i tijela te konfederacije i stvaram im priliku za međunarodnu komunikaciju, što je do tada gotovo isključivo privilegija kruga beogradskih stručnjaka okupljenih u ETAN-u. IMEKO me imenuje *liaison* predstavnikom u UNIDO-u u Beču, a djelujem i u UNESCO-u u Parizu, a zatim postajem Predsjednikom IMEKO Tehničkog komiteta za zemlje u razvoju, koji u razdoblju od 1978. do 1990. razvijam u jedan od najaktivnijih komiteta. Uz pomoć tog Komiteta osnivam International IMEKO School of Measurement: Measurement Training for Practical Experience, a na njenim seminarima u Zagrebu okupljam više od stotinu stručnjaka iz 57 zemalja Afrike, Azije, Europe i iz Australije. Diljem svijeta od SAD-a do Japana organiziram i održavam desetak rasprava za okruglim stolom o pitanjima razvoja infrastrukture i o obrazovanju. Danas sam počasni predsjednik tog Komiteta. Ovaj me je posao ponukao na proučavanje razvoja i djelovanja gospodarske infrastrukture, na proučavanje strategije gospodarskog razvoja!

Različita iskustva struke otvaraju mi i druge mogućnosti međunarodne suradnje, pa sam 1977. godine osnivač i član prvog međunarodnog tijela za tehničku dijagnostiku IMEKO TC 11, ali i niza drugih. Primjerice, kao suradnik Međunarodnog komiteta za teoriju mjerenja i Komiteta za obrazovanje sudjelujem na godišnjim međunarodnim sastancima sveučilišnih profesora mjerenja, pa prenosim svoja iskustva stečena razvojem laboratorijske nastave procesnih mjerenja na studijima Tehnološkog fakulteta. Za tu djelatnost dobivam 1985. i svjetsko priznanje IMEKO Distinguished Service Award što se dodjeljuje svake treće godine za promicanje znanosti i tehnike mjerenja u svijetu.

Sve projekte u Hrvatskoj ostvarujem uz silnu i iz godine u godinu sve veću oporbu i poteškoće, što ih izazivaju hrvatski zastupnici beogradske centralističke politike u znanosti, tehnici, u svemu. Šireći krug suradnika uspijevam ipak učiniti izvanredno mnogo, posebice učvrstiti hrvatsko nazivlje i utjecati na odgoj novih generacija. Godine 1980. moje djelovanje nasilno je prekinuto i

zaustavljeno je sveobuhvatno okupljanje stručnjaka. S druge strane reforma školstva propisuje strogo disciplinirano djelovanje i nastoji zaustaviti sve i već dobro uhodane interdisciplinarne djelatnosti i studije.

Krajem sedamdesetih u nastojanju nadvladavanja naglašene disciplinarne orijentacije pridružujem se prof. Zvonimiru Šeparoviću i Boži Jušiću, pa tijekom desetak godina zajednički organiziramo rasprave i skupove *Problemi i perspektive interdisciplinarnog rada i obrazovanja* održavajući kontakte i suradnju znanstvenika društvenih, humanističkih i tehničkih područja.

Međunarodna suradnja poticaj je i izvor spoznaja za neprekidno poboljšavanje i obnavljanje dodiplomske i postdiplomske nastave, pa od kraja šezdesetih, kada držim prva predavanja iz dinamike procesa (matematičkog modeliranja), pa iz identificiranja i iz teorije sustava, do današnjih dana neprekidno pratim suvremeni razvoj područja mjerenja, vođenja i sustavskog mišljenja s primjenom u kemijskom inženjerstvu. Nova znanja prenosim u nastavu i praksu, a u novije doba, primjerice, znanja iz područja umjetne inteligencije, ekspertnih sustava, neizrazite logike, modeliranja i vođenja, genetičkih i evolucijskih algoritama, živčevnih mreža, podupirući u tom smislu i druge fakultete sa svih hrvatskih sveučilišta. Početkom osamdesetih izabran sam za redovitog profesora na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i zatim na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu.

Na poziv UNESCO-a od 1985. do 1989. vodim UNDP projekt i osnivam Prvo filipinsko nacionalno središte za mjerenja i vođenje u Rizal Technological Colleges u Manili, što je i prilika da upoznam gospodarski razvoj jugoistočne Azije i steknem nova znanja i iskustva u menadžmentu.

Raspoznatljivost kemijskog inženjerstva, koje u svijetu postaje jedna od posebice važnih tehničkih disciplina, dovedena je reformom sveučilišta u Hrvatskoj naročito u pitanje, pa 1974. organizacijom rasprave Kemijsko inženjerstvo: jučer-danas-sutra, potičem tada novo, a za Tehnološki fakultet važno promišljanje uloge kemijskog inženjerstva, suprotstavljajući se tada izmišljenoj tvrdnji vladajućih struktura u Hrvatskoj o nepotrebnosti studija Tehnološkog fakulteta. To je i početak mojeg trajnijeg rada na studijima u Zagrebu i prijenosa djelatnosti Laboratorija za mjerenja i vođenje procesa iz Odjela u Sisku u Zagreb, gdje od kraja sedamdesetih stvaram Zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa i okupljam novi tim suradnika. Objavljujem knjige *Temelji automatike 1 i 2*, koje do početka devedesetih doživljavaju deset izdanja.

Iskustva stečena projektiranjem i izgradnjom laboratorija na Odjelima Tehnološkog fakulteta u Sisku, pa zatim projektiranjem, opremanjem i izobrazbom nastavnika za pet različitih laboratorija u Rizal Technological Colleges u Manili, primjenjujem i za izgradnju suvremenog nastavnog laboratorija iz mjerenja i vođenja na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Svaki student kojemu sam mentor ima mogućnost cjelokupne sinteze znanja

od zamišljanja i projektiranja stanovitog procesa i procesne aparature, njene izgradnje, dinamičkog modeliranja i simuliranja procesa, određivanja načina mjerenja i eksperimentiranja, pa do vođenja procesa bilo tradicionalnim tehnikama ili računalom.

Kao istraživač, gostujući profesor, predavač i suradnik na projektima boravim u Nizozemskoj, Njemačkoj, Norveškoj, UK, SAD-u, Švedskoj, Austriji, Mađarskoj, Singapuru, Češkoj, Turskoj i u dr. zemljama. Osnivač sam i član Uredničkog odbora časopisa *Measurement*, redaktor trideset zbornika, auto-patenata, brojnih članaka i časopisa, urednik glasnika itd.

Preskočit ćemo navođenje brojnih drugih aktivnosti, pa istaknuti, da svoj naročiti cilj, osnivanje Hrvatskog društva za sustave − CROSS, konačno ostvarujem u jesen 1991. i s nizom projekata što ih pokrećem da bi svoje znanje i iskustvo stavio u službu hrvatskog razvitka: gospodarstva, znanosti, školstva, okupljam oko različitih programa tijekom devedesetih više od dvije tisuće hrvatskih stručnjaka. Početak rada označen je skupom Sustavsko mišljenje i izdanjem istoimene knjige. U razdoblju od 1992. do 1997. pokrećem i potpuno dobrovoljnim radom vodim i ostvarujem projekte: Gospodarski identitet Republike Hrvatske, Strateško upravljanje kvalitetom, Hrvatska znanstvena i stručna društva za društveni i gospodarski razvitak, Hrvatsko poduzetničko zborište, Organizacija koja uči, Grad kao složen sustav, Luka kao složen sustav, Inteligentni sustavi, Modeliranje u znanosti, tehnici i društvu, Od uzorka do podatka i informacije itd. Godine 1992. pokrećem i uređujem glasnik *Sustavsko mišljenje*, koji od tada neprekidno izlazi. Od 3. siječnja do lipnja 1993. dominstar sam za visoko školstvo u Ministarstvu prosvjete i kulture RH.

Godine 1992. u suradnji s prof. Josipom Božičevićem i prof. Osmanom Muftićem zamišljam i osnivam Hrvatsku akademiju tehničkih znanosti i djelujem na njenom razvoju. Izabran sam za glavnog tajnika, pa i pokrećem akademijine različite projekte: konferencije Tehničke znanosti za hrvatsko gospodarstvo, Znanstveno zborište HATZ, *Glasnik Tehničke znanosti* i dr. Od proljeća 1997. do 2003. predsjednik sam Akademije tehničkih znanosti Hrvatske. Projekti što sam ih također zamislio i ostvario jesu: Obrazovanje za informacijsko društvo i Proizvodi i proizvodnja u Hrvatskoj.

Oduvijek me zanimalo obuhvaćanje što šireg opsega znanja, ali težio sam da održim dovoljnu dubinu, koja će me zaštititi od diletantizma. Uvijek me je zanimalo da povežem suprotnosti: analizu i stvaralaštvo, kreativnost; ozbiljnost i humor; tehniku i humanizam; razum i emocije. Oslonac su mi bile kibernetičke predodžbe sustava i sustavsko mišljenje." Kraj citata.

3. Prikaz rada i djelovanja s posebnim osvrtom na razdoblje 1981. − 1987. (originalni tekst s početka 90-ih)

Početak citata. "Dr. sc. JURAJ BOŽIČEVIĆ, dipl. ing., redovni profesor, Zavod za mjerenja i automatsko vođenje procesa,Tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Redom ću prikazati rezultate nastavnog, znanstvenog, stručnog i stručno-društvenog rada u razdoblju od 1981. do 1987.

Sveučilišna nastavna djelatnost

Redovitu nastavu iz predmeta dodiplomske i postdiplomske nastave vezanih uz područje mjerenja i automatskog vođenja procesa i sistemsko inženjerstvo održavao sam na studijima Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a uz to prema potrebi na postdiplomskim studijima Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu, Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i na Farmaceutskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu izabran sam 1981. za honorarnog redovnog profesora.

Svoju nastavnu djelatnost usredotočio sam na problematiku procesnih mjerenja i na problematiku matematičkog modeliranja, simuliranja i automatskog vođenja procesa kao integralnog dijela kemijskog inženjerstva. U tom sam smislu neprekidno unapređivao i obogaćivao predmete sa novim sadržajima. Usporedo su razvijene laboratorijske vježbe i usavršavana je eksperimentalna nastava, pa danas laboratorij Zavoda za mjerenja i automatsko vođenje procesa raspolaže i s vježbama vođenim računalom. Stečena nastavna iskustva izložena su na skupovima i objavljena u člancima, a i u brojnim nastupima na skupovima i raspravama o obrazovanju i nastavi. U okviru postdiplomske nastave bio sam mentor više magistranata, a kao područje istraživanja poticao sam teme vezane uz nove tekovine znanosti i tehnike.

Kao potporu nastavnom radu napisao sam uz udžbenike, koji su izdani u šest izdanja i druge različite nastavne materijale, testove, upute itd.

Permanentno obrazovanje

Znatan sam rad posvetio permanentnom obrazovanju, koje me zanima i kao način nadvladavanje poteškoća izazvanih zastarijevanjem znanja i kao način promicanja tekovina znanosti i tehnologije. Kako na Sveučilištu ne postoji sustavni pristup ovom pitanju, poticao sam različite oblike ove djelatnosti kroz stručna društva i u suradnji s Organizacijom za znanstveni i istraživački rad mladih (OZIR) i Zavodom za prosvjetno-pedagošku službu SRH. Organizirao

sam i održao seminare za inženjere iz industrije (u DIT-u, za Plivu), za nastavnike srednjih škola SRH, a 1985. potaknuo sam i u suradnji s OZIR-om organizirao Interdisciplinarnu školu *Znanost, tehnologija i društvo*, koja je zamišljena da se razvije kao Motovunska škola permanentnog obrazovanja. Uz seminare iz različite tehnološke problematike, pokrenuo sam 1987. i seriju seminara pod naslovom *Tehnološki razvoj i mi* namijenjenu prvenstveno permanentnom obrazovanju rukovodnih kadrova, a i kao mjesto zajedničkog nastupa stručnjaka različitih tehničkih i društvenih disciplina. Iz serije ovih seminara posebno ću istaknuti seminar što smo ga posvetili najnovijem razvoju automatskog vođenja i na kojem sam sa svojim suradnicima po prvi puta u nas predočio širem krugu inženjera iz industrije suvremeni razvoj teorije i primjene automatskog vođenja, posebice načela i primjenu unaprijednog vođenja i neizrazitog vođenja procesa.

Popularizacija znanosti, javna predavanja

Populariziranje tekovina znanosti i tehnologije podrazumijevam važnom dopunom redovnom i permanentnom obrazovanju. Ono je i bitno za unapređenje i održavanje opće obrazovne i intelektualne razine, kao i za stvaranje radne klime za znanstveni rad i razvoj. Zato je i rad na popularizaciji važan sastavni dio moje djelatnosti. Uz popularizacijske članke i uz priloge za radio i TV (npr. televizijska serija u četiri nastavka kao 30-minutni razgovori o kibernetici i znanosti o sistemima), posebice ću istaknuti organizaciju i vođenje Znanstvene tribine *Nikola Tesla* i javna predavanja (npr. u okviru Sekcije za kemijsko inženjerstvo DIT-a, u Motovunu za članove društva kibernetičara).

Znanstveni rad

Osnovna područja mog znanstvenog rada i doprinosa vezana su uz razvoj mjernih osjetila i pretvornika, uz matematičko modeliranje procesa i uz automatsko vođenje procesa. Na području razvoja mjernih osjetila ostvario sam sa suradnicima razvoj mjernih osjetila i inteligentnih pretvornika različitih veličina, a uz to istraživao i različite mjerne metode i postupke, metode baždarenja mjernih pretvornika. Postavio sam i temelje stručnog nazivlja iz područja mjerenja. Predmet mog istraživanja na području matematičkog modeliranja i simuliranja razni su složeni procesi, kao npr. filtriranje, sušenje, kemijske reakcije, na temelju sistemskog pristupa i u svrhu unapređenja automatskog vođenja. Naročit doprinos ostvaren je na području automatskog vođenja. Provedena su istraživanja i razvijen je originalno unapredno neizrazito vođenje i autonomno, invarijantno vođenje viševeličinskih procesa.

U proteklom razdoblju od 1981. do 1987. djelovao sam i kao koordinator Projekta 34 – *Kemijska tehnologija*, što ga je financirao SIZ za znanost SRH. U okviru tog projekta vodio sam program istraživanja Segmenta 7 − *Modeliranje, eksperimentiranje i vođenje procesa.*

Stručni rad

Moj stručni rad vezan je uz praktičnu primjenu tehničkih i znanstvenih znanja i iskustava iz područja mjerenja i automatskog vođenje. U tom smislu je i ostvarena suradnja s industrijom (npr. Tvornicom cementa Našice, Jugoturbinom Karlovac) i institucijama (npr. Zavodom za reziskavo materijala Ljubljana, Institutom za zemlje u razvoju Zagreb). Ovdje navodim i suradnju s Institutom za zemlje u razvoju Zagreb na projektima:

- *How to start new technology...* u okviru kojeg su po prvi puta sustavno obrađene odabrane jugoslavenske tehnologije i ponuđene svijetu u okviru UNIDO banke tehnoloških informacija INTIB
- *Direktorij institucija za tehnološki i industrijski razvoj u zemljama u razvoju*
- *Technology Transfer Forum* vezan uz banku tehnoloških podataka oslonjenu na IKTIB.

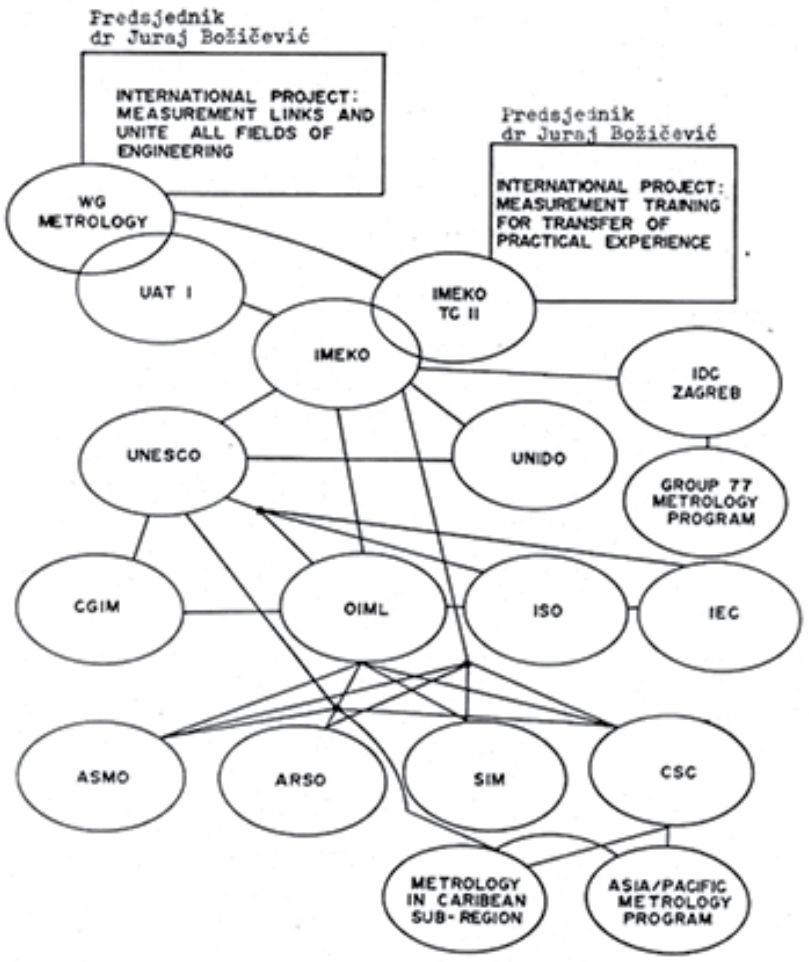
Stručno-društveni rad

Svoj sam stručno-društveni rad usmjerio na prijenos i širenje znanja u okviru profesionalnih društava i udruženja. Tako sam primjerice kao predsjednik IMEKO Tehničkog komiteta 11 za mjeriteljske potrebe zemalja u razvoju pokrenuo i razvio međunarodni projekt IMEKO Ljetne škole mjerenja pod nazivom *Measurement training for transfer of practical experience*. Taj projekt se sastoji od tri podprojekta:

- Internacionalni IMEKO Seminari, što ih održavamo u Zagrebu kao bienalnu aktivnost u organizaciji Instituta za zemlje u razvoju i uz financijsku potporu UNIDO. Namijenjeni su prijenosu znanja iz različitih područja primijenjenih mjerenja i mjerne instrumentacije.
- IMEKO Travelling University, razvoj putujućeg sveučilišta za zemlje u razvoju.
- TTTM Project, je engleska skraćenica za projekt kojeg sam razradio u suradnji s prof. L. Finkelsteinom s City University London pod naslovom *Podučavanje nastavnika kako podučavati mjerenja i mjeriteljstvo*, a započet će radom 1989. uz potporu UNESCO-a.

Kao dopunu ovoj aktivnosti održao sam desetak rasprava za okruglim stolom u Moskvi, Zagrebu, Z. Berlinu, Pragu, Parizu i dr. s temama vezanim uz

razvoj mjerenja i instrumentacije, mjeriteljstva, nastavi mjerenja, prijenos znanja i tehnologija. Kao predsjednik UATI Radne grupe Mjeriteljstvo pokrenuo sam projekt *Mjerenje povezuje i ujedinjuje sva područja tehnike*. Djelujući na ovim projektima i surađujući s različitim UN-agencijama, OIML-om (Međunarodnom organizacijom za zakonsku metrologiju) i različitim regionalnim organizacijama za mjeriteljstvo i standardizaciju (ASMO, ARSO, SIM i dr.) razvio sam mjeriteljsku suradnju, što se najbolje vidi iz priložene svjetske mreže mjeriteljske suradnje." Kraj citata.



Mreža mjeriteljske suradnje u okviru koje razvijam izložene projekte.

Prikaz mreže mjeriteljske suradnje – institucije

4. Pregled djelatnosti tijekom obavljanja dužnosti državnog tajnika siječanj 2004. – lipanj 2005. (korišten je izvještaj prof. Božičevića)

Prof. Juraj Božičević je kao državni tajnik nadležan za visoko školstvo i tehnologiju u Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa, koristeći povoljne okolnosti, pokrenuo velik broj inovacijskih projekata na stvaranju infrastrukture nužne za uspješan razvoj Hrvatske. U to vrijeme vođeni su pristupni pregovori s EU-om, te je njegov doprinos pri stvaranju institucija za kvalitetu ponekad bio odlučujući.

Osnovao je Odjel za tehnologijski razvitak i izdavao je glasnik tog Odjela – *Inovacijsko žarište*. Nije se dovoljno dugo održao (politika je učinila svoje), te su neki projekti ostali nedovršeni, a nasljednici nisu nastavili njegovo djelo i često su uništavali i ono što je bilo učinjeno.

Kod predaje dužnosti Juraj Božičević napravio je vrlo opsežan izvještaj s opisom učinjenog i preporukama za daljnji rad, iz kojeg su ovdje navedeni važniji naslovi:

1. Suradnja sa sveučilištima
   a) Odbor za provođenje Bolonjskog procesa
   b) Odbor za potporu novim sveučilištima
   c) Odbor za potporu visokom školstvu u BiH
2. Agencija za znanost i visoko obrazovanje
3. Jamstvo kvalitete institucija visokog školstva
4. Veleučilište u Vukovaru + Inovacijsko središte
5. Veleučilište u Kninu + Inovacijsko središte
6. Samostalni odjel za tehnologijski razvitak
7. Glasnik *Inovacijsko žarište*, glavni urednik J. Božičević, zamjenik urednika H. Zorc, izašla su četiri broja
8. Vijeće Hrvatskog inovacijskog sustava
9. Hrvatski inovacijski sustav – infrastrukturna potpora
   a) Državni zavod za norme
   b) Hrvatska akreditacijska agencija
   c) Državni zavod za mjeriteljstvo
   d) Hrvatski mjeriteljski institut
   e) Državni zavod za intelektualno vlasništvo
   f) Poslovno-inovacijski centar BICRO
   g) Tehnologijski centri (Zagreb, Rijeka, Split, Mali Ston, Osijek)
10. Tehnologijsko vijeće
11. Projekti uz potporu CARDS-a i IBRD-a
12. Centar za krš – Gospić
13. Institut za tehnologijsku politiku i razvoj
14. Održan je niz skupova/savjetovanja o aktualnim temama s gornjeg popisa.

Neki budući istraživači mogu u tom opsežnom izvještaju (oko 150 str.) naći puno zanimljivih detalja o stanju i odnosima na razini državne uprave i sveučilišta.

POLAZIŠTE ZA PRIMOPREDAJU DIJELA NADLEŽNOSTI DRŽAVNOG TAJNIKA ZA VISOKO ŠKOLSTVO I TEHNOLOGIJU
PROF. DR. SC. JURAJ BOŽIČEVIĆ

Dostaviti:
Vlada RH – Ured Premijera
MZOŠ – Ministar, Kabinet ministra

Na pažnju:
Prof. dr. sc. Slobodan Uzelac, državni tajnik
Prof. dr. sc. Mirjana Polić Bobić, pomoćnica ministra

Dostavljam informaciju o stanju zatečenom u Upravi za visoko školstvo, aktivnostima koje smo provodili u proteklih desest mjeseci, te započetim aktivnostima i razvojnim planovima, kako kratkoročnim tako i dugoročnim, a u cilju primopredaje dijela nadležnosti koje su mi kao državnom tajniku povjerene a odnose se na Upravu za visoko školstvo.

Početak rada, veljača-travanj 2004.

Uprava za visoko školstvo Ministarstva znanosti i tehnologije djelovalo je bez pomoćnika ministra za visoko školstvo od 16. srpnja 2001. do 12. veljače 2004. Tekuću komunikaciju sa strankama vodile su namještenice zadužene za pojedine djelatnosti uz potpis ministra, a financijsko poslovanje je bilo u rukama gđe. Stanislave Rogić. Fakultetski dužnosnici i studenti komunicirali su o različitim pitanjima iz svog rada s gospođom Stanislavom Rogić ili izravno sa službenicima, a na tim se je razinama i odlučivalo o mnogim pitanjima.

Preuzevši dužnost državnog tajnika za visoko školstvo, a prof. Mirjana Polić Bobić dužnost pomoćnice ministra za visoko školstvo, nismo mogli dobiti integrirani izvještaj o poslovanju Uprave, pa niti formalno obaviti primopredaju poslovanja.

Zbog integracije Ministarstva, selidbe i uređenja prostora te nedostatka pomoćnog osoblja (tajnica pomoćnice ministra i sl.) djelovtai smo u punom smislu započeli tek u ožujku 2004. pa započeli postupno izgrađivati Upravu za visoko školstvo;

a) Snimili smo najprije radne procese i proučili smo osoblje s gledišta znanja, načina rada i odanosti poslu;

Prva stranica Izvještaja prilikom primopredaje dužnosti državnog tajnika za visoko školstvo i tehnologiju

Vol. 1(1) 2004.

Hrvatski inovacijski sustav

Paradigma "Inovacijski sustav" javila se tijekom proteklog desetljeća a s njom i proučavanje inovacijskih procesa kao neizostavne komponente stvaranja razvojne i industrijske politike, u cilju restrukturiranja i prilagodbe sveukupnih gospodarskih aktivnosti države na tržišne odnose.

Inovacijski sustav nastao je kao spoznaja da inovacije ne nastaju kao izolirana diskretna pojava, već se stvaraju uz pomoć interakcije brojnih suradnika u više-funkcionalnoj i više-slojevitoj mreži čimbenika, koja je zahvaljujući brzom kolanju informacija u mogućnosti brzo i efikasno odgovoriti na promjene trendova, pojačane sposobnosti konkurencije i potrebe potrošača. U tom smislu inovacijski sustavi predstavljaju nukleus za proizvodnju i širenje znanja u društvu.

U poslovnom okružju današnjice niti jedno poduzeće, želi li biti konkurentno, nije tehnološki samo sebi dostatno. Ono se mora služiti svim raspoloživim resursima čije odnose karakterizira vrlo složena međuzavisnost.

Stoga je jedno od glavnih teorijskih i praktičnih pitanja koja se ističu u stvaranju i vođenju inovacijskog sustava predstavlja vrednovanje znanja u tako složenom odnosu, kojeg uz sastavnice poduzeća, industrijske udruge i tehnološke parkove, u najvećoj mjeri posjeduju obrazovne organizacije, znanstvene i razvojno-istraživačke institucije, institucije akreditacijskog sustava, znanstveni parkovi i dr.

Na taj se način stvaraju složeni obrasci međudjelovanja navedenih čimbenika i svijest kako uspjeh razvoja inovacija u poduzećima u konačnici ovisi o sposobnosti koordinacije svih jedinica nacionalnog inovacijskog sustava.

U opsežnoj literaturi govori se o generacijama inovacijskih politika. Početno je postojalo linearno, jednostavno promišljanje pri kojem je znanstveni istraživački laboratorij bio temeljan za stvaranje inovacija. Slijedila je druga generacija inovacijske politike koja uzima kao polazište potrebe tržišta. Treća generacija inovacijske politike predstavlja potpunu, brzu i ciljanu prilagodbu tržištu u matrici s devet inovacijskih politika. Matričnu mrežu čine predvidive komponente (3P= proizvod, proces, procedura) i nepredvidive komponente u inovacijskom procesu tj. vrsta ili bolje reći vrijednost inovacije koja se može iskazati u tri kategorije: **inkrementalna**, **razlikovna** (karakterizira je osobita razlikovna sposobnost), i ona najvrednija **prijelomna**, s primjenom se koje stvaraju pretpostavke za inovacijski „domino efekt", i osloboađanje istraživačkih i inovacijskih potencijala i u ostalim znanstvenim disciplinama.

Razvoj inovacijske politike pri oblikovanju inovacijskog sustava, rezultat je svih navedenih spoznaja kao i promišljanja o najbezbolnijem prevladavanju jaza između sadašnjeg stanja i stvarnih potreba u stvaranju Hrvatskog inovacijskog sustava.

Složeno sustavsko mišljenje poticaj je istraživanja i razvoja te predstavlja i polazišnu točku od koje smo krenuli promišljajući, na sjednicama Tehnologijskog vijeća o sadržajima „Inovacijskog žarišta". Kako bi prevladali spoznajni jaz i omogućili Hrvatskom inovacijskom sustavu preuzimanje odlika opisane treće generacije inovacijske politike, započeli smo, krajem prošlog stoljeća, s razvojem programa koji je i saživio 2001. godine kao program HITRA, Jednako tako radom Tehnologijskog vijeća kojem sam bio sam na čelu, tijekom proteklih je godina ostvareno mnogo pretpostavki za organizirano pokretanje inovacijskog procesa i za promišljanje Hrvatskog inovacijskog sustava. Ponajprije prenijeta je široj akademskoj zajednici spoznaja o razvojnoj ulozi inovacije, o znanju potrebnome za pokretanje inovacijskog procesa i o funkciji tržišta u komercijalizaciji inovacije.

Pred nama je mnogo posla. Postoji dobro razumijevanje veze istraživanja i inovacija, pa je vrijeme da se posvetimo drugim oblicima inovacija manje zavisnih od istraživanja. Naime, uočili smo da se puni potencijal novih tehnologija te pokretanje nove proizvodnje ili uslužnih djelatnosti ne može postići, a sukladno tome i ostvariti, primjerena korist, ako se ne ostvare organizacijske promjene te uredi institucionalno i pravno okružje inovacijskog sustava.

Kako bi bili sposobni nositi se s izazovima, prvenstveno sektorskih prilagodbi zahtjevima punopravnog članstva u EU, želimo stvoriti svijest o inovacijskoj kulturi i politici kao horizontalnoj aktivnosti čija primjena uvelike pomaže oblikovanju ukupne ekonomske politike zemlje.

U radu na razvoju Hrvatskog inovacijskog sustava podupiru nas brojni stručnjaci, u početku posebice članovi Hrvatskog društva za sustave i Hrvatske akademije tehničkih znanosti. Pri pokretanju programa HITRA i uspostavljanju Tehnologijskog vijeća posebice je važan doprinos dr. sc. Miroslava Čavleka i dr.sc. Jadranke Švarc, te direktora BICRO i Tehnologijskih centara u Hrvatskoj.

Prof. dr. sc. Juraj Božičević
državni tajnik

Članak prof. Božičevića o Hrvatskom inovacijskom sustavu

Procedura primanja i prihvaćanja projekata programa HITRA – TEST, STIRP i JEZGRE

Odlukom Tehnologijskog vijeća od 1. lipnja 2004. započinje novi postupak ocjenjivanja i odlučivanja o tehnologijskim projektima predložene za programe TEST, STIRP i JEZGRE.

Svaka prijava ima za cilj poboljšanje, skraćenje postupka kvalitete odlučivanja, a uz to olakšanje složenog i osjetljivoga postupka ocjenjivanja. Novost u odnosu na dosadašnju proceduru je uvođenje faze pretprijave projekta. Nova je procedura određene sa sljedećim odredbama:

1. Popunjavanje pretprijave koje se može preuzeti na adresi : http://www.mzos.hr/datoteke/Predprijava_HITRA.doc
2. U digitalnom se obliku šalje Tehnologijskom vijeću na adresu: hitra@mzos.hr
3. Po primitku pretprijave Vijeće organizira (u roku od 15 dana) obranu ideje pred svojim članovima, s posebnim naglaskom na: ciljeve, rezultate te moguć način i oblik komercijalizacije dobivenih rezultata.
4. O primjedbama i prihvaćanju predlagač će biti obaviješten sedam dana nakon obrane projekta.
5. Uz pozitivno mišljene povjerenstva te uz uvažavanje primjedbi voditelj ispunjava prijavu projekta i u digitalnom obliku šalje na adresu hitra@mzos.hr . Prijava se također obvezatno ispunjava i u pismenom obliku te s potpisima svih voditelja i ostalih sudionika na projektu šalje na adresu Ministarstva.
6. Tehnologijsko vijeće odlučuje o financiranju projekta nakon primitka recenzija.
7. Rad na projektu započinje sklapanjem ugovora sa glavnim istraživačem.

Sadržaj pretprijave projekta valja pripremiti vrlo pažljivo i domišljeno jer služi kao osnovica Tehnologijskom vijeću za odlučivanje o prihvaćanju.

Sadržaj pretprijave:

1. Institucija (nositelja projekta)
2. Predlagač projekta
3. Naslov projekta
4. Ciljevi projekta
5. Očekivani rezultati rada na projektu
6. Korisnici rezultata projekta
7. Zainteresirane strane
8. Razvojni zadaci koji će biti ostvareni
9. Stanje na početku i na kraju projekta
10. Posebne okolnosti
11. Rizici
12. Inovacije i znanja na koje se projekt oslanja te nove koje će nastati
13. Raspoloživi radni uvjeti
14. Osobe odgovorne za ostvarenje projekta
15. Rok realizacije
16. Procjena troškova
17. Zaključak
18. Prilozi

Inovacijsko žarište Vol. 1(1) 2004.

Glavni urednik: Prof. dr. sc. Juraj Božičević
Zamjenik glavnog urednika: Dr. sc. Hrvoje Zorc
Administratori: Željka Palorec, Josipa Grubić, Mirjana Vejin

Adresa uredništva: Zagreb, Strossmayerov trg 4
Telefon: 45-94-441
Elektronska pošta: zariste@mzos.hr

Učestalost izlaženja: 6 puta godišnje
Tisak: ITG, Dalmatinska 12, Zagreb

Zadnja stranica prvog broja Glasnika *Inovacijsko žarište*.

5. Izdavaštvo – Edicije Božičević

Izdavačka djelatnost Jurja Božičevića malo je poznata u krugu ostalih aktivnosti; to je bio njegov "drugi svijet". Lijep opis tog dijela dao je Boris Perić u Večernjem listu povodom smrti Jurja Božičevića te taj tekst prenosim u cijelosti:

IN MEMORIAM JURAJ BOŽIČEVIĆ (1935. − 2016.)
Nakladnik koji je znao prepoznati dobre knjige
Edicije Božičević izdale su i knjigu nobelovke Svetlane Aleksijevič
Piše Boris Perić

Edicije Božičević nisu spadale među glasne, bučne, blještave izdavačke kuće. No, ono što im je na hrvatskoj izdavačkoj sceni priskrbilo imidž ozbiljnog, pa i nezaobilaznog aktera bile su dobre knjige. Knjige koje bi i bez velike marketinške potpore pronašle put do ozbiljnog čitatelja. I ostavile trag, makar i ne pronašle put do adekvatne medijske promocije. Takvih izdavača nema mnogo. Juraj Božičević, koji nas je u nedjelju napustio u osamdeset i prvoj godini života, bio je jedan od njih. Sama činjenica da je izdavačku kuću svojedobno preuzeo od pokojnog sina Hrvoja i produžio joj životni vijek, umjesto da je, kao toliki drugi, naprosto pusti da se ugasi, dovoljno govori o spomenutom entuzijazmu. Kao, uostalom, i o predanosti ideji. Ideji knjige.

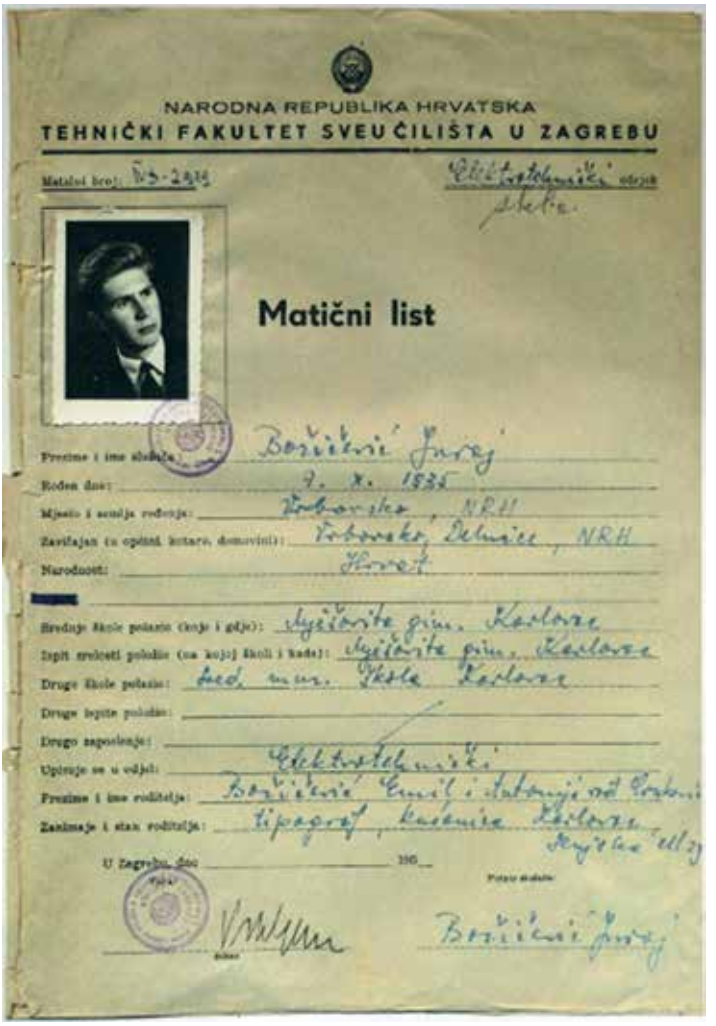
Red u kaosu

Iako autori, što domaći, što prevedeni, zastupljeni u bibliotekama Edicija Božičević, ni u kojem slučaju nisu anonimni (našla se tu, eto, i aktualna nobelovka Svetlana Aleksijevič), njihova djela uglavnom su drijemala neotkrivena, dok ih urednička pronicljivost tog agilnog nakladnika nije učinila pristupačnima tzv. širem čitateljstvu (ma koliko ono u nas s obzirom na niske naklade bilo i puka iluzija). Po vokaciji znanstvenik tehničke provenijencije (redovni profesor na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije, osnivač Akademije tehničkih znanosti, državni tajnik u Ministarstvu znanosti...), Juraj Božičević umio je i u kaotičnu sliku suvremenog nakladništva unositi nešto poput reda i sustavnosti. I, što je možda još i važnije, širiti čitalačke vidike prema manje razvikanim literarnim temama, kulturnim i duhovnim sredinama, a pritom ipak ne zanemarivati zahtjeve aktualnosti. Naslove što su ih Edicije Božičević objavile u posljednjih desetak godina ovdje je nemoguće nabrojati, kao što nije lako ni u nekoliko riječi ocrtati tematski spektar njihova sadržaja.

Knjige iz Edicije Božičević nećemo pronaći na novinskim kioscima, i na blagajnama samoposluga i benzinskih crpki, jer im tamo nikada nije ni bilo mjesto. Ne trebaju im bombastične kampanje i plaćena medijska uvjeravanja u

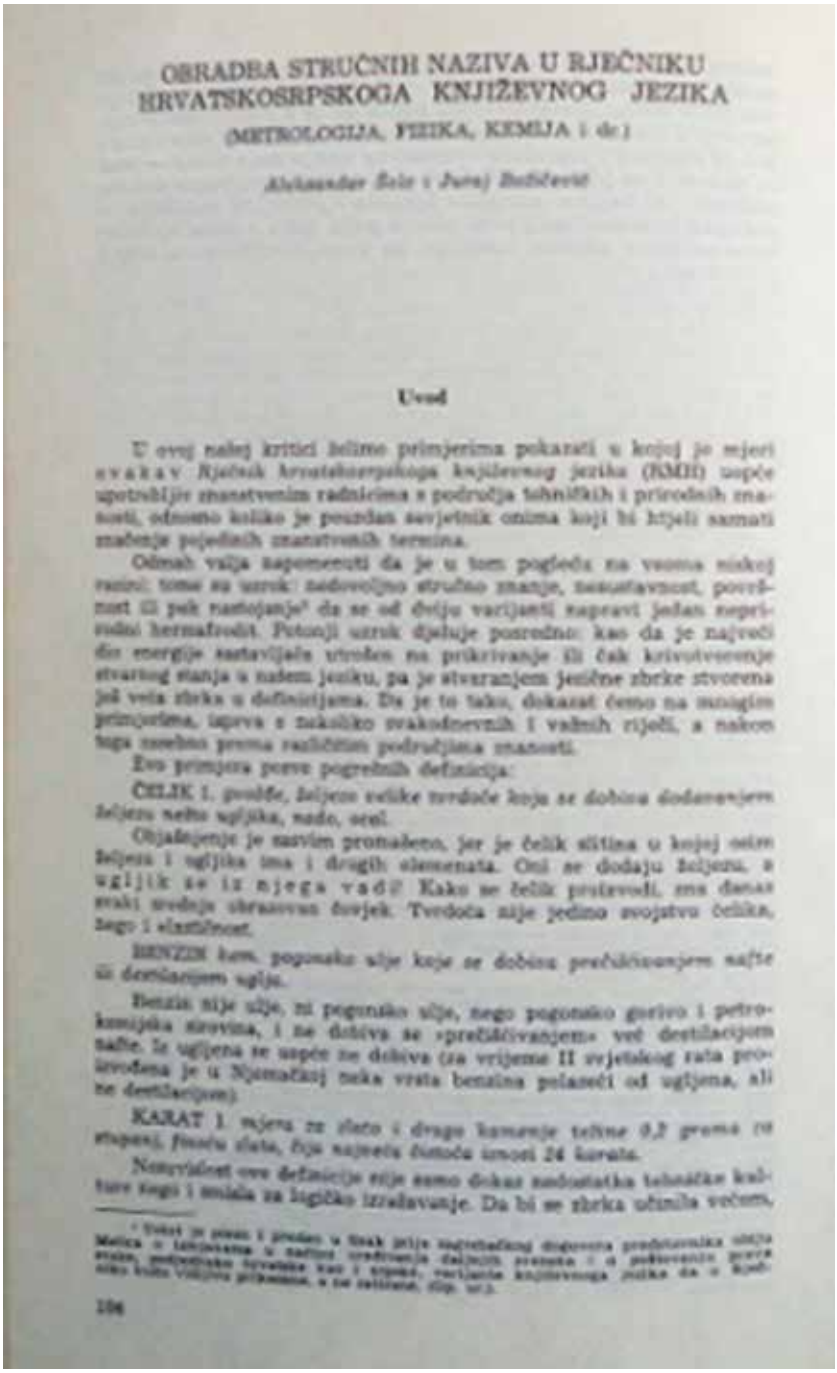
njihovu nezaobilaznost. Možda nikada ne će postati bestseleri, no bez njih bi literarna ponuda danas ostala zakinuta za nešto vrijedno. Vrijedno čitanja. Sizifovska politika. I to je ujedno bila sizifovska politika kuće koja se godinama nosila s agonijom hrvatskog nakladništva. Juraj Božičević napustio nas je na Uskrs, čemu se ne može zanijekati zrnce sudbinske ironije. Ali po nečem simpatično-ironičnom ostat će i upamćen, a to je zalaganje za očuvanje knjige u vrijeme kad joj neumoljivi tržišni i politički imperativi sustavno guše vrijednost."

6. Dokumenti, odličja, skupovi


NARODNA REPUBLIKA HRVATSKA
TEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Matični list

Matični list



OBRADBA STRUČNIH NAZIVA U RJEČNIKU HRVATSKOSRPSKOGA KNJIŽEVNOG JEZIKA

(METROLOGIJA, FIZIKA, KEMIJA i dr.)

Aleksandar Šolc i Juraj Božičević

Uvod

U ovoj našoj kritici želimo primjerima pokazati u kojoj je mjeri svakav *Rječnik hrvatskosrpskoga književnog jezika* (RMH) uspio upotrijebiti znanstvenim radnicima s područja tehničkih i prirodnih znanosti, odnosno koliko je pouzdan savjetnik onima koji bi htjeli saznati značenje pojedinih znanstvenih termina.

Odmah valja napomenuti da je u tom pogledu na veoma niskoj razini: tome su uzrok: nedovoljno stručno znanje, nesustavnost, površnost ili pak nastojanje[1] da se od dviju varijanti napravi jedan neprirodni hermafrodit. Potonji uzrok djeluje posredno: kao da je najveći dio energije sastavljača utrošen na prikrivanje ili čak krivotvorenje stvarnog stanja u našem jeziku, pa je stvaranjem jezične zbrke stvorena još veća zbrka u definicijama. Da je to tako, dokazat ćemo na mnogim primjerima, najprve s nekoliko svakodnevnih i važnih riječi, a nakon toga znatno prema različitim područjima znanosti.

Evo primjera prve pogrešne definicije:

ČELIK 1. *gvožđe, željezo veće tvrdoće koja se dobiva dodavanjem željezu nešto ugljika, nađe, oceli.*

Objašnjenje je nasvim pronađeno, jer je čelik slitina u kojoj osim željeza i ugljika ima i drugih elemenata. Oni se dodaju željezu, a ugljik se iz njega vadi! Kako se čelik proizvodi, ima danas svaki srednje obrazovan čovjek. Tvrdoća nije jedino svojstvo čelika, nego i elastičnost.

BENZIN *kem.* pogonsko ulje koje se dobiva *prečišćivanjem* nafte ili destilacijom ugljа.

Benzin nije ulje, ni pogonsko ulje, nego pogonsko gorivo i petrokemijska sirovina, i ne dobiva se »prečišćivanjem« već destilacijom nafte. Iz ugljena se uspjeo ne dobiva (za vrijeme II svjetskog rata proizvođena je u Njemačkoj neka vrsta benzina polazeći od ugljena, ali ne destilacijom).

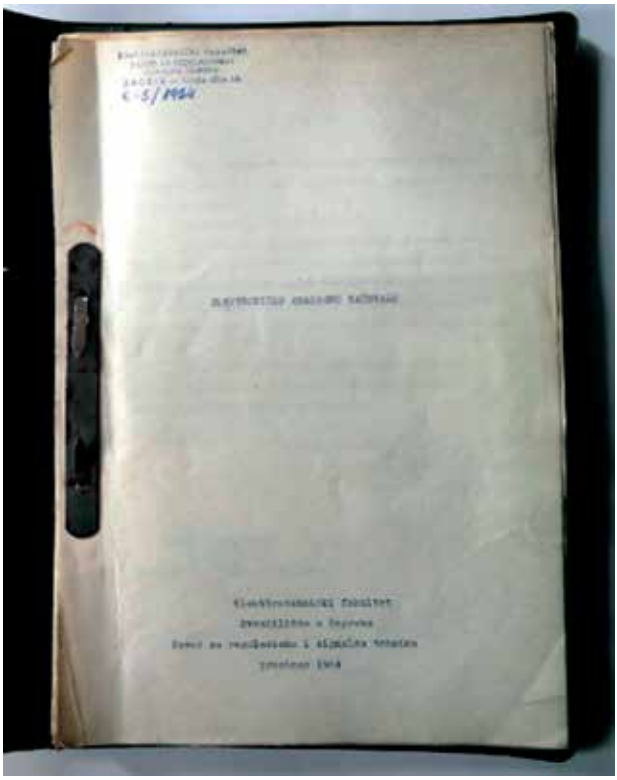
KARAT 1. *mjera za zlato i drago kamenje težine 0,2 grama (u stupnji, finoću zlata, čija najveća čistoća iznosi 24 karata.*

Nesvrsishodnost ove definicije nije samo dokaz nedostatka tehničke kulture nego i smisla za logičko izražavanje. Da bi se zbrka učinila većom,

[1] Tekst je pisan i pisan u čak pet nastavljanju dugovrsta predstavnika ukupne Matice o tekstovima u nastavi izvođenja daljnjih prevoda i o pokretanju prve knjige, podsjećajući izvadke kao i izgled, varijante književnoga jezika da u knjizi nisu vidljive prikazane, a ne zaključak, dijo. ur.).

106

A. Šolc, J. Božičević, Obrada stručnih naziva u rječniku hrvatskosrpskog književnog jezika, *Kritika* br. 5, ožujak-travanj, 1969.



J. Božičević: Projektiranje i konstrukcija analognog računala, ETF, Zagreb 1964.

Priznanja Jurja Božičevića

AKADEMIJA TEHNIČKIH ZNANOSTI HRVATSKE
CROATIAN ACADEMY OF ENGINEERING

CAETS
Članica od 2000

Euro-CASE
Članica od 2005

2003. – 2008.

Na temelju članka 14. Pravilnika o nagradama Akademije tehničkih znanosti Hrvatske Predsjedništvo Akademije je na svojoj 25. sjednici održanoj 4. veljače 2009. donijelo

Odluku da se

Nagradom za životno djelo "MOĆ ZNANJA"
nagradi

prof. dr. sc. Juraj Božičević

za cjelokupan znanstveno-istraživački rad u području tehničkih znanosti i za višegodišnji doprinos nazivlju struke, s osobitim naglaskom na primjenu rezultata istraživačkoga rada.

U Zagrebu, 14. ožujka 2009.

Akademija tehničkih znanosti Hrvatske
Predsjednik Odbora za nagrade:
prof. dr. sc. Nikola Bogunović

Akademija tehničkih znanosti Hrvatske
Predsjednik
prof. dr. sc. Zlatko Kniewald

NA OSNOVU ODLUKE IX SKUPŠTINE
ODRŽANE 9. DECEMBRA 1977. GODINE
U LJUBLJANI

SAVEZ MAŠINSKIH I ELEKTROTEHNIČKIH
INŽENJERA I TEHNIČARA JUGOSLAVIJE

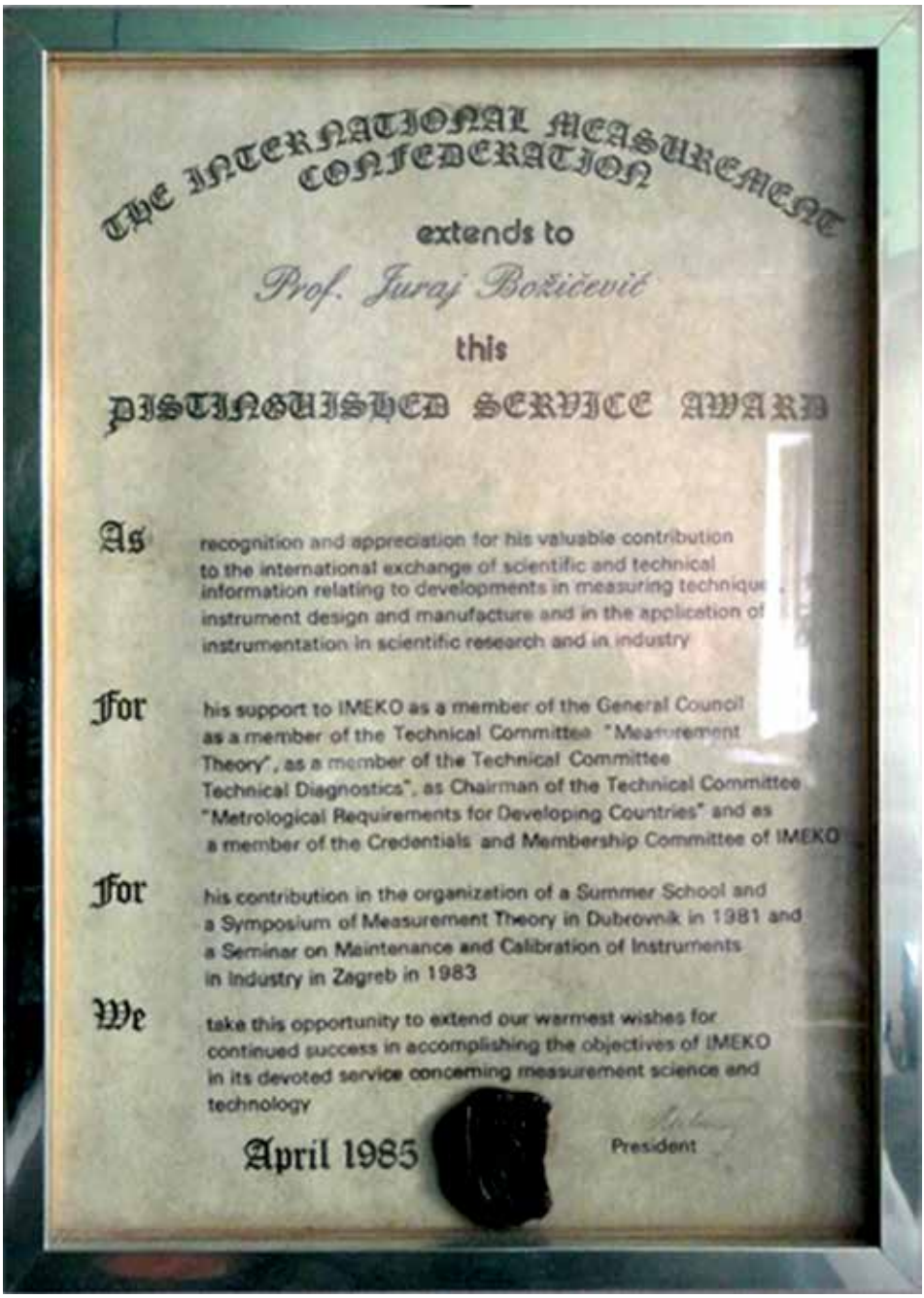
DODELJUJE

POVELJU

O IZBORU ZA SVOG ZASLUŽNOG ČLANA

Juraju Božičeviću, dipl. inž.

kao znak priznanja i zahvalnosti za dugogodišnji nesebični rad i doprinos u razvoju elektrotehnike povodom 25 godina SMEITJ.



THE INTERNATIONAL MEASUREMENT CONFEDERATION

extends to

Prof. Juraj Božičević

this

DISTINGUISHED SERVICE AWARD

As recognition and appreciation for his valuable contribution to the international exchange of scientific and technical information relating to developments in measuring techniques, instrument design and manufacture and in the application of instrumentation in scientific research and in industry

For his support to IMEKO as a member of the General Council as a member of the Technical Committee "Measurement Theory", as a member of the Technical Committee Technical Diagnostics", as Chairman of the Technical Committee "Metrological Requirements for Developing Countries" and as a member of the Credentials and Membership Committee of IMEKO

For his contribution in the organization of a Summer School and a Symposium of Measurement Theory in Dubrovnik in 1981 and a Seminar on Maintenance and Calibration of Instruments in Industry in Zagreb in 1983

We take this opportunity to extend our warmest wishes for continued success in accomplishing the objectives of IMEKO in its devoted service concerning measurement science and technology

April 1985

President

Republic of the Philippines
RIZAL TECHNOLOGICAL COLLEGES
Boni Avenue, Mandaluyong, Metro Manila

AWARDS THIS

PLAQUE OF APPRECIATION

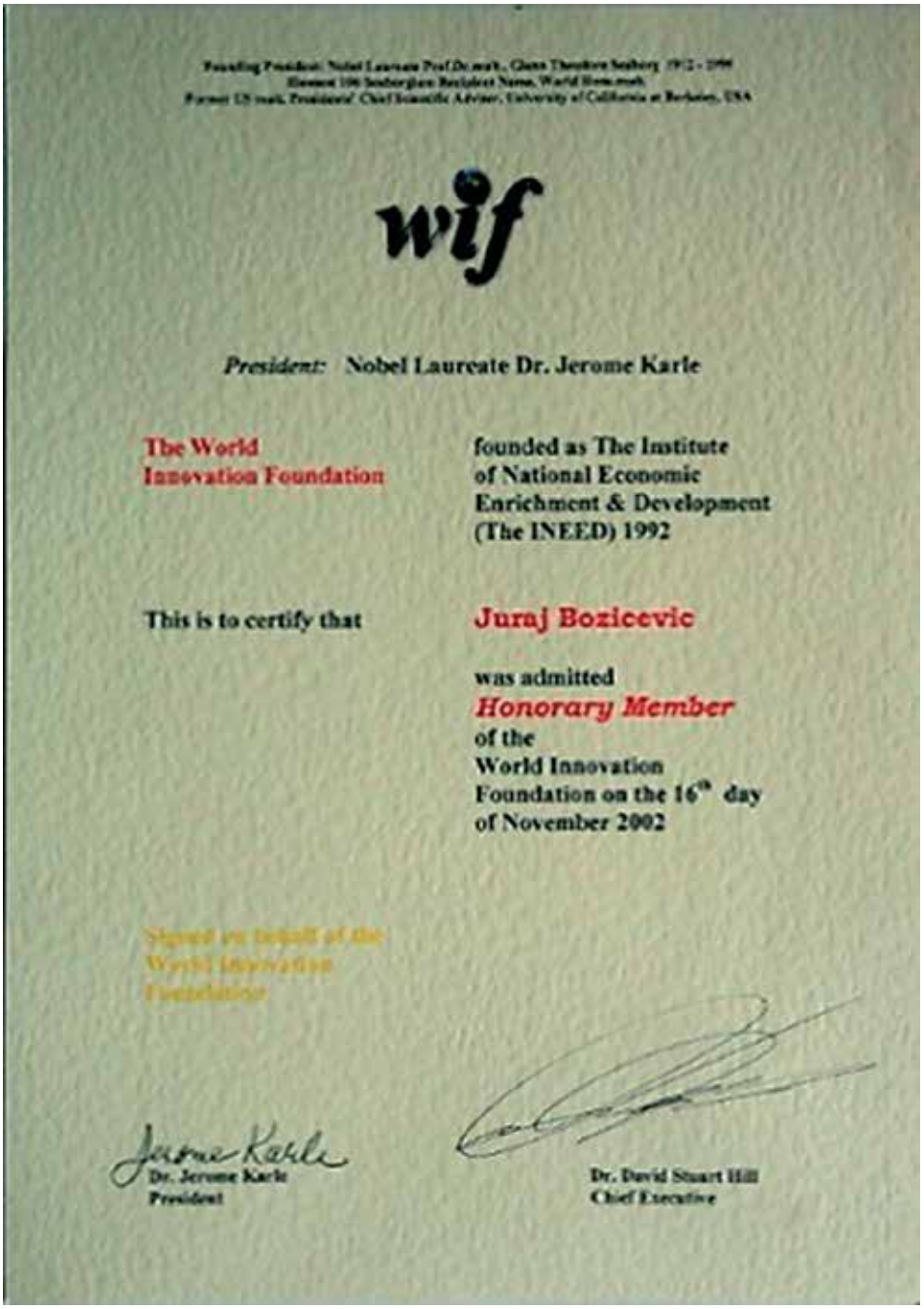
to

PROF. JURAJ BOZICEVIC

In grateful acknowledgment of his invaluable technical assistance as UNESCO International Electronics Consultant to the RTC / UNDP / UNESCO project - PHI - 83 - 004 which contributed immensely to the skills development of both faculty and students of the Colleges.

Given this 27th day of June nineteen hundred and eighty eight at RTC, Mandaluyong, Metro Manila Philippines.

DR. JOSEFINA V. ESTOLAS
President



wif

President: Nobel Laureate Dr. Jerome Karle

The World Innovation Foundation

founded as The Institute of National Economic Enrichment & Development (The INEED) 1992

This is to certify that

Juraj Bozicevic

was admitted *Honorary Member* of the World Innovation Foundation on the 16th day of November 2002

Dr. Jerome Karle
President

Dr. David Stuart Hill
Chief Executive

Promocijska skupština CROSS-a, ožujak 1992., dvorana FKIT-a

Gospodarski identitet Republike Hrvatske, 1992., 1993.

Dobra suradnja: A. Caharija, J. Božičević, D. Maljković

Luka kao složeni sustav,
treća konferencija, Rijeka, 1997.

Hrvatsko poduzetničko zborište,
Izazovi suvremenog poduzetništva, Poreč, 1996.

Luka kao složeni sustav,
četvrta konferencija, Rijeka 1999.

Obnova i promišljanje razvoja oslobođenih
područja, Zagreb, 1996.

Juraj Božičević – Edicije Božičević

Tehničke znanosti za hrvatsko gospodarstvo,
druga konferencija, 1995.

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2005.

Zaključak

Odluka kruga suradnika prof. Božičevića da se pristupi objavljivanju dokumenata i informacija o njegovu životu i radu pokazala se, ubrzo nakon početka pregleda dokumentacije, ispravnom, jer je otkrila svijet aktivnosti i zbivanja relevantnih za povijest hrvatske tehnike, znanosti i industrije.

Sadržaj rada može dobro poslužiti kao ishodište, ponajprije za istraživanje zbivanja u vremenu velikih tehnoloških promjena na tlu Hrvatske od šezdesetih do početka novog tisućljeća, vezano uz struke, institucije, industriju i pojedince aktivne u tom vremenu.

Pojedina vremenska razdoblja i tematske cjeline sadržane u golemoj dokumentaciji iz ostavštine prof. Božičevića sigurno zavređuju pažnju različitih struka i institucija te ćemo nastojati, uz suradnju šireg kruga, učiniti ih dostupnim javnosti i sačuvati od zaborava.

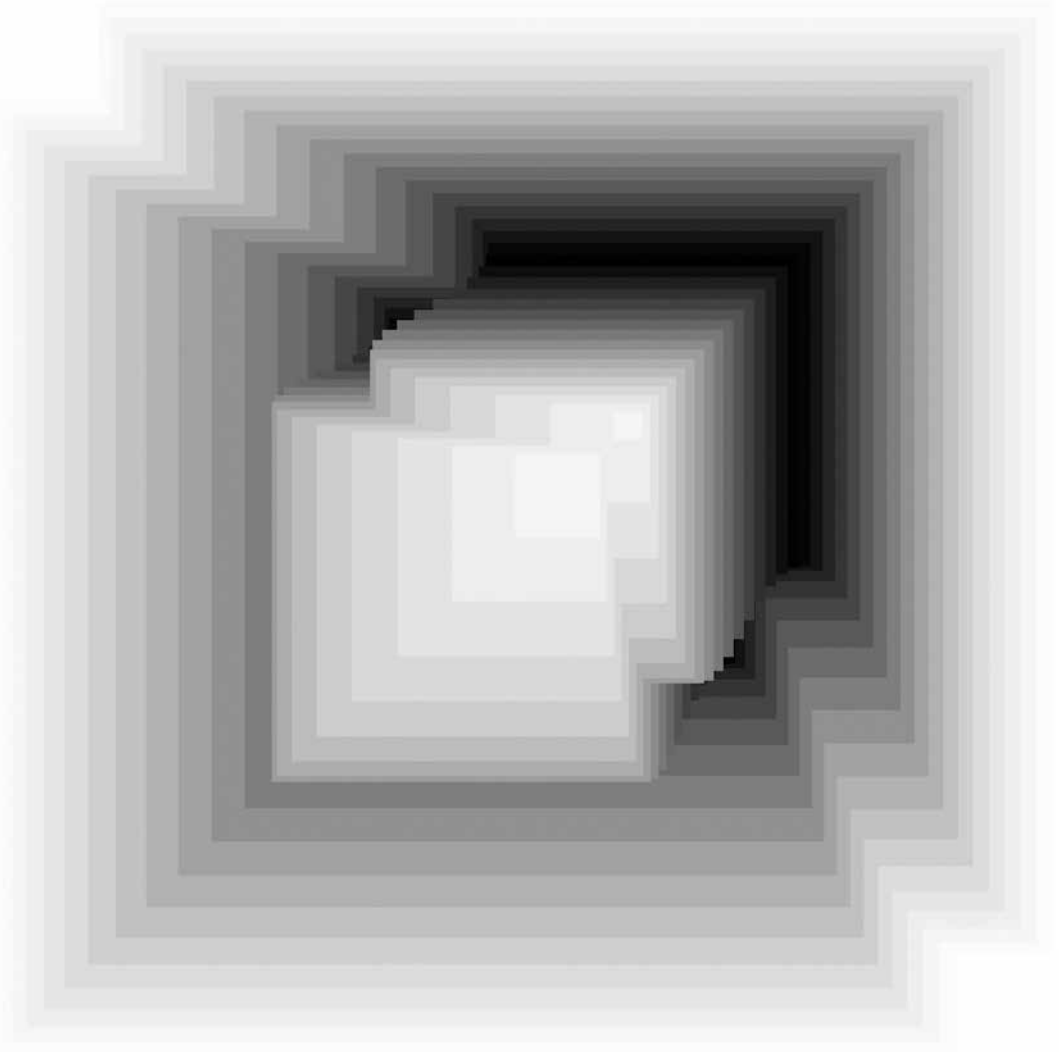
A Promoter of Cybernetic, Systematic, Complete and Interdisciplinary Thinking and Action

Marijan Andrašec

Abstract: Juraj Božičević set as his mission the promotion of cybernetic, systemic, integrated and interdisciplinary thinking and action, all with the aim of developing Croatia in the fields of education, scientific and technological progress and industrial production. In the period from the mid-sixties to the eighties, the process of mathematization of science and technology took place, and the transfer of these insights into Croatian universities and industry was the first-class task for Juraj Božičević. In the 1980s, the need for the creation of institutional infrastructure in the field of metrology and networking in the European context emerged was obvious; a difficult task in the circumstances of that time. He performed it on the great way with prominent activities within the JUREMA association and the world organizations: IMEKO, UNIDO, UNESCO, UATI. The 1990s brought the founding of the state of Croatia, but also the war and all the consequences of cataclysmic events. Juraj Božičević turned to the creation of institutions and conditions for the successful development of Croatia: CROSS, HATZ, Quality Assurance Institutions, Croatian Innovation

System, University of Pula, Vukovar-Polytechnic, Knin-Polytechnic, Centre for Karst-Gospić, Ecoindustrial Park Raša et al. On the duty of the State Secretary responsible for higher education and technology at the Ministry of Science, Education and Sports, using favourable circumstances, he initiated several innovative projects to create the infrastructure necessary for the successful development of Croatia. At that time, accession negotiations were conducted with the EU, and its contribution to the creation of institutions for quality was sometimes crucial.

Keywords: Juraj Božičević, metrology, IMEKO, CROSS, HATZ



Vlatko Čerić: *Unclassified_objects_2*

5.
Stručna i znanstvena društva

Nedjeljko Perić

Časopis *Automatika* – doprinosi razvoju znanosti i gospodarstva

Sažetak: Časopis *Automatika* ove godine navršava 58 godina neprekidnog i plodonosnog izlaženja, pridonoseći razvoju znanosti i tehnologije u Hrvatskoj, kao i u regionalnom okruženju, u širem spektru multidisciplinarnih struka. Od samih početaka izlaženja *Automatika* je stavila snažan naglasak na primjene rezultata znanstvenoistraživačkog rada u gospodarstvu te je tako pridonosila podizanju razine tehnološkog napretka. *Automatika* je počela izlaziti u vremenu kad je razina automatizacije bila relativno niska, kad se počela afirmirati računalna znanost i tehnologija, koja je doživjela puni zamah 80-tih godina prošlog stoljeća. To je vrijeme obilježeno tzv. trećom industrijskom revolucijom. *Automatika* ju je pratila, poticala i razvijala se zajedno s njom. Danas smo na pragu četvrte industrijske revolucije, koju karakteriziraju kibernetičko-fizikalni sustavi te internet stvari i usluga, koji omogućavaju kompleksnu automatizaciju potpomognutu inteligentnom robotikom s primjenama u svim proizvodnim i uslužnim sektorima. *Automatika* kao šire profiliran časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije prepoznaje trendove razvoja znanosti i tehnologije te primjene koje unapređuju gospodarstvo i društvo u cjelini. *Automatika* je danas svjetski afirmiran časopis u kojem autori iz cijelog svijeta objavljuju rezultate svojih znanstvenih istraživanja.

Ključne riječi: časopis, automatizacija, automatika, mjerenje, elektronika, računarstvo, komunikacije, gospodarstvo

1. Počeci časopisa *Automatika*

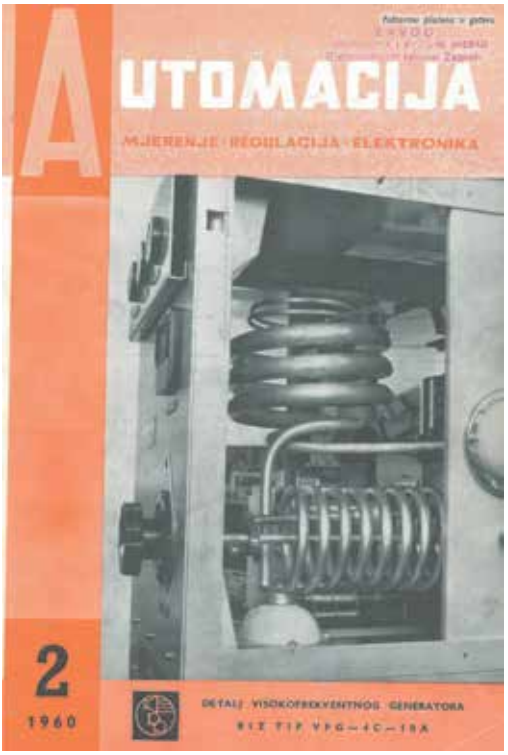
Prvi časopisi iz područja automatizacije u bivšoj državi pojavili su se 1960. godine, gotovo istodobno u Zagrebu i Ljubljani. Prvi broj časopisa *Avtomatika* izlazi u Ljubljani u rujnu; glavni urednik bio je dr. Anton Ogorelec, a odgovorni urednik Jože Ropotar. U istom mjesecu izlazi u Zagrebu prvi broj časopisa *Automacija*; glavni urednik bio je prof. dr. Vladimir Muljević, a odgovorni urednik Zvonimir Vistrička. U lipnju 1961. u Beogradu izlazi prvi broj časopisa *Automatika i elektronika*; glavni i odgovorni urednik bio je Velimir Kostić.

Uredništvo časopisa *Automacija* činili su: glavi urednik prof. dr. Vladimir Muljević, odgovorni urednik Zvonimir Vistrička i tehnički urednik Ivan Uremović. Časopis je uređivao Redakcijski kolegij, u kojemu su osim navedenih bili: inženjer Marijan Brezinšćak, profesor Milan Crljenjak, inženjer Oto Horvat, inženjer Ivan Hruška i inženjer Ljubo Trinajstić. Uredništvo je u Predgovoru prvom broju časopisa *Automacija* istaknulo:

> "Redakcija *Automacije* stavila je sebi u zadatak da prema suvremenom stanju nauke i tehnike u svijetu, a i prema našim specifičnim potrebama, usmjeri časopis na obradu svih onih specifičnih pitanja koja se odnose na uvođenje i primjenu automacije u našu industriju. Časopis nije dakle namijenjen nekoj određenoj industrijskoj grani, on će pored teoretskog i praktičkog razmatranja svih vrsta elemenata za automaciju promatrati i mogućnosti njihove primjene u svim granama industrije."

U Uvodniku drugog broja dana je i politička potpora časopisu. Potpredsjednik Izvršnog vijeća Sabora NRH Marin Cetinić napisao je:

> "Uvođenje automatizacije i elektronike u sve oblasti privrede prema datim uslovima neposredan je zadatak organizacija i institucija koje rade na tim pitanjima. Ono ujedno pretpostavlja aktivnu saradnju i stalne međusobne kontakte između naučnih radnika koji se bave tehničkim i ekonomskim istraživanjima na području automatizacije i elektronike i stručnjaka u proizvodnji koji ispituju i rješavaju o konkretnoj primjeni savremene tehnike u proizvodnom procesu. Uspostavljanje ovakve saradnje i izmjene iskustava je neophodno ukoliko želimo da što uspješnije uvodimo i koristimo sva dostignuća savremene tehnike i time znatno ubrzamo porast produktivnosti rada i povećamo ekonomičnost i rentabilnost proizvodnje. A upravo je to važan preduvjet znatno bržeg privrednog i društvenog razvitka zemlje.
>
> Saradnja među stručnjacima može se odvijati u različitim vidovima i formama, od kojih je jedna i putem ovog časopisa. Objavljivanjem

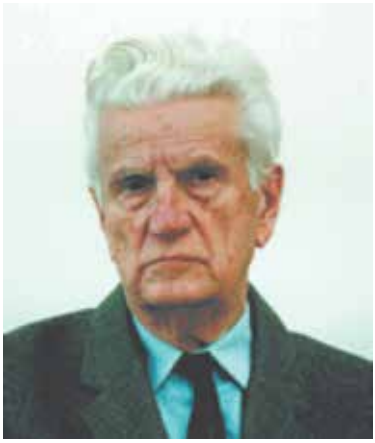


Slika 1.: Korična stranica drugog broja časopisa *Automacija*

rezultata istraživanja i primjene automatizacije i elektronike ovaj časopis će, vjerujem, postati smotra plodnog rada i značajnih stručnih sposobnosti naših kadrova. Upoznavanjem čitalaca s konkretnim ispitivanjima i radovima u ovoj oblasti, časopis će također moći doprinijeti angažiranju sve većeg broja novih saradnika-stručnjaka i omogućit će da cjelokupna aktivnost usmjerena na uvođenje automatizacije i elektronike postane svojina naprednih proizvođača."

Šezdesetih godina prošlog stoljeća na Elektrotehničkom fakultetu (ETF) Sveučilišta u Zagrebu počinju se u značajnom opsegu uvoditi predmeti iz automatike i procesnih mjerenja. Inicijator i realizator tog procesa bio je prof. dr. sc. Vladimir Muljević, koji je bio i glavni urednik časopisa *Automacija.*

Prof. dr. sc. Vladimir Muljević rođen je u Zagrebu. Nakon realne gimnazije upisao je Tehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu i diplomirao 1939. godine za elektrostrojarskog inženjera. Kao prvi Hrvat, stekao je 1944. doktorat tehničkih znanosti iz područja elektrotehnike na Technische Hochschule u Beču. Te godine zaposlio se u zagrebačkoj Direkciji telegrafa i telefona. Od 1947. do



Slika 2.: Prof. dr. sc. Vladimir Muljević (Zagreb, 14. veljače 1913. – Zagreb, 26. veljače 2007.)

1949. bio je upravnik Gradskog telefona u Zagrebu. U lipnju 1949. postaje asistent prof. dr. Josipa Lončara u Laboratoriju za osnove elektrotehnike i električka mjerenja Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Godine 1952. izabran je za docenta, 1958. za izvanrednog, a 1963. za redovitog profesora. Dužnost dekana Elektrotehničkog fakulteta obnašao je ak. god. 1966./1967. i 1967./1968., a prodekan je bio sljedeće dvije akademske godine.

U kratkoj skici za portret nemoguće je sažeti sve znanstvene, nastavne i stručne aktivnosti profesora Muljevića, može ih se izdvojiti tek nekolicina: na ETF-u je osnovao Zavod za regulacionu i signalnu tehniku (1954.) na čijem je čelu bio 28 godina, potaknuo je 1956. osnivanje seminara JUREMA (danas KoREMA) i desetak godina bio njegov predsjednik. Godine 1960. pokretač je i glavni urednik časopisa *Automatizacija* (danas *Automatika*) i *Hrvatsko sveučilište* (1971.), pokretač je i organizator Tehničke enciklopedije Leksikografskog zavoda u Zagrebu, član prvog Redakcijskog odbora te jedan od utemeljitelja Tehničkog muzeja u Zagrebu.

U dodiplomskoj i poslijediplomskoj nastavi oblikovao je te predavao velik broj predmeta. Od 1962. vodio je dvanaest generacija poslijediplomskog sveučilišnog studija na smjeru Tehnika i ekonomika automatizacije.

Znanstvena djelatnost profesora Muljevića obuhvaćala je tri osnovne grupe: 1) automatizacija (kibernetika, automatska regulacija i električno mjerenje neelektričnih veličina); 2) stručna terminologija iz područja elektrotehnike, automatizacije i mjerenja; 3) povijest tehnike, elektrotehnike i automata. Objavio je oko 450 znanstvenih i stručnih radova te nekoliko knjiga i sveučilišnih skripata. Godine 1996. objavio je *Njemačko-hrvatski elektrotehnički rječnik* (1235 str.), četiri godine poslije *Hrvatsko-njemački elektrotehnički rječnik* (1127 str.). Godine 2009. objavio je i *Englesko-hrvatski elektrotehnički rječnik* (956 str.).

Sastavio je, objavio ili uredio nekoliko rječnika iz područja mjerenja, automatske regulacije i automatizacije. Iznimno je pridonio svojim djelatnim utjecajem razvitku Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Svoju osobnu, fakultetsku i zavodsku djelatnost vrlo uspješno provodi kroz suradnju s mnogim inozemnim i domaćim tvrtkama i ustanovama, najčešće kao član uprave ili njihov aktivan suradnik.

Profesor Vladimir Muljević za svoj je vrlo plodan i uspješan rad primio pedesetak priznanja i nagrada. Bio je počasni član Akademije tehničkih znanosti Hrvatske u Zagrebu (HATZ). Sveučilište u Rostocku dodijelilo mu je počasni doktorat (1985.). Godine 1988. dodijeljena mu je Republička nagrada *Fran Tućan*, 1994. je izabran u visoko članstvo ugledne američke organizacije *The Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) i dobio titulu *Fellow*, a 1996. primio je Državnu nagradu tehničke kulture *Faust Vrančić* za životno djelo. Hrvatska zajednica tehničke kulture dodijelila mu je 1999. godine nagradu za životno djelo. Radom ispunjen život i pozitivno usmjerena energija bitnim su značajkama punine svestrane osobnosti profesora Vladimira Muljevića.

Slika 3.: IEEE večera, 2006. (zdesna nalijevo: V. Muljević, N. Perić, N. Perić)

Tijekom 1962. tendencije integracije u jugoslavenskoj privredi odrazile su se i na izdavačku djelatnost. U duhu tih nastojanja, nakon iscrpnih razmatranja i dogovora, sklopljen je i u prosincu potpisan u Zagrebu sporazum kojim se

utvrđuje da časopisi *Avtomatika*, *Automacija* i *Automatika i elektronika* prestaju postojati s 31. prosincem 1962., te da će se fuzionirati u novi jedinstveni jugoslavenski časopis *Automatika*, koji će izići iz tiska u siječnju 1963. godine. Sjedište Uredništva časopisa *Automatika* je u Zagrebu. Časopis izdaje Jugoslavenski savez za ETAN (pokrata od elektronika, telekomunikacije, automatika, nuklearna tehnika).

Povijest razvoja i izdavanja časopisa *Automatika* može se promatrati u tri faze. Prva je od nastanka časopisa (1960./1963.) do 1992., kad ga počinje izdavati KoREMA (Hrvatska udruga za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku). Ta druga faza traje do 2016., kad izdavanje preuzima Taylor & Francis i nastupa treća faza časopisa.

2. *Automatika* od 1963. do 1992. godine

Prvi Urednički kolegij *Automatike* djelovao je u sastavu: glavni urednik Jože Černelč, ing.; Marijan Brezinšćak, ing.; Mario Jež, ing.; Aleksej Kononenko, ing.; prof. dr. ing. Vladimir Muljević, dr. ing. Miodrag Rakić i Anton Železnikar, ing. Odgovorni je urednik bio Jože Ropotar. U Glavnom uredničkom odboru bili su: Jože Černelč, ing. – predsjednik; Marijan Brezinšćak, ing.; Jasna Cvetković, ing.; Fikret Čejvan, ing.; Mario Jež, ing.; Vladimir Klavs, ing.; prof. dr. ing. Vladimir Muljević; Vukašin Masnikosa, ing.; Ljupčo Naumov, ing.; dr. ing. Anton Ogorelec; dr. ing. Miodrag Rakić; prof. dr. ing. Rajko Tomović, Bogo Tomše ing. i Anton Železnikar, ing. U Izdavačkom savjetu bili su: prof. dr. Dušan Čalić – predsjednik; dr. Zdenka Adamič; Miloš Brelih, ing.; Jože Černelč, ing.; prof. ing. Anton Dolenc; Pavel Ganter; Kajo Jelaska; Marcel Kronegger; Slobodan Radoman, ing.; Slobodan Ristić, ing.; Tugomir Šurina, ing.; Herman Vidmar, ing.; Marijan Zambeli, ing. i Sveto Zimonjić, ing.

Za održivost časopisa bilo je važno uspostaviti suradnju s industrijskim podržavateljima, prije svih kroz osnivačke članove: Avtomatizacija, poslovno udruženje za automatizaciju, Ljubljana; ISKRA, industrija za elektromehaniku, elektroniku, telekomunikacije i automatiku, Kranj; Jugoslavenski komitet za elektroniku, telekomunikacije, automatiku i nuklearnu tehniku (ETAN), Beograd; Poduzeće *Braća Kavurić* i Zavod za kalorička mjerenja i regulacije, Zagreb; Zavod za avtomatizacijo, Ljubljana, a potporni član bilo je Poduzeće *Rudi Čajavec*, Banja Luka.

Uvodnik prvog broja *Automatike*, jugoslavenskog stručnog časopisa za automatizaciju, napisao je prof. dr. Dušan Čalić, politički jaka osoba tog vremena. Naglasio je značaj automatizacije u procesu industrijalizacije ondašnje države. Izdvajam segment njegova uvodnika:

> "(…) Uviđajući nužnost i korisnost razvoja naše privrede u gornjem smislu, a naročito nakon IV. plenuma CK SK, mjerodavna tijela odlučuju se na spajanje triju časopisa i na izdavanje jednog jugoslavenskog časopisa za automatizaciju – *Automatika*."

I dalje:

> "Jedan od glavnih zadataka novog časopisa bit će okupljanje svih stručnih snaga da se gornji problem riješi i pomogne zacrtan razvoj privrede. Postavljajući časopisu na ovaj način okvir tema koje će tretirati, vidimo njegovu širinu u domeni automatizacije. Na njegovim stranicama tretirat će se problemi iz prakse, tehnički, ekonomski, organizacioni, povezani za razvoj automatizacije. No isto će se tako tretirati i teoretska pitanja iz oblasti automatizacije, te pitanje odgoja najviših stručnjaka iz ove oblasti. Konačno, časopis 'Automatika' bit će ogledala našeg rada i prema inostranstvu, i jedna spona u radu sa svim organizacijama i pojedincima izvan naše zemlje, koji se bave pitanjima automatizacije."

Časopis *Automatika* u promatranom je razdoblju bio od iznimnog regionalnog značaja za promicanje automatizacije, a potom i informatike, objavljivanjem teorijskih radova (u početku naglašenije) i radova koji su se ticali primjena u proizvodnim sektorima. Samo u razdoblju od početka izlaženja časopisa do 1980. objavljeno je više od 6000 stranica. Postupno u časopisu *Automatika* počinju objavljivati i autori iz inozemstva (Njemačka, Francuska, Bugarska, Čehoslovačka, Mađarska, Rumunjska, Japan, Južna Koreja, SAD, SSSR…). Radovi objavljeni u *Automatici* redovito se referenciraju u referalnim časopisima SSSR-a, SAD-a i Engleske. Treba svakako istaknuti da je *Automatika* imala značajan neposredan i posredan utjecaj na uvođenje sadržaja automatskog upravljanja u nastavne sveučilišne i srednjoškolske programe. Danas su ti sadržaji evoluirali i postaju nezamjenjivi u suvremenoj nastavi o sustavima i upravljanju, ne samo u tehničkim područjima.

U razdoblju razvoja *Automatike* od 1963. do 1992. (a i poslije), u časopisu su, u posebnim rubrikama, objavljivane zanimljive vijesti i informacije. Od samih početaka izlaženja bile su zapažene i vrlo korisne rubrike: Referati (F. Jović, N. Perić); Savjetovanja i priredbe (M. Jurišić-Zec, A. Szabo, D. Bonefačić); Nove knjige i časopisi; Izvještaji proizvođača; Tehnička riječ (V. Muljević); Naši autori; Automatizacija u slikama, poslije Automatizacija u riječi i slici (M. Puzak, N. Perić), Osvrti i mišljenja (Z. Benčić); Novosti i zanimljivosti (M. Klaić); Objave IFAC-a.

Tehnički urednik časopisa *Automatika* od broja 1/1970. do broja 3-4/2009. bio je Žarko Pavunić, a tiskar Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, od samih

početaka izlaženja časopisa do 1995. Pripremu sloga za brojeve od 1-2/1995. do 1-2/2009. obavljao je GRAPHIS, Zagreb, a tiskanje KATMA, Zagreb, od broja 3-4/1993. do broja 3-4/2008.

U samim počecima izlaženja *Automatike* i profiliranja automatike kao temeljne struke važno je bilo nazivlje koje se uspostavljalo u svjetskoj znanosti o sustavima i upravljanju. Do 1966. u *Automatici* je postojala rubrika Tehnička riječ, koju je u početku uređivao France Mlakar, a zatim Vladimir Muljević, a u kojoj je objavljeno oko 500 stručnih naziva iz područja regulacije i automatizacije. Taj rječnik na hrvatsko-srpskom, slovenskom, francuskom, engleskom, njemačkom i talijanskom jeziku popraćen je kratkom definicijom svakog naziva na hrvatsko-srpskom, odnosno slovenskom jeziku.

Teorija automatskog upravljanja u svijetu se počela ustavljivati polovinom prošlog stoljeća pa su se počeli pojavljivati i časopisi koji su pratili napretke u teoriji sustava i upravljanja. Danas najprestižniji svjetski znanstveni časopis u području sustava i upravljanja, *Automatica,* počeo je izlaziti 1963., iste godine kad i naš časopis *Automatika*. Od 1969. taj časopis izdaje IFAC (International Federation of Automatic Control).

Nakon dvadesetak godina izlaženja, *Automatika* se profilirala u časopis koji je dobro prihvaćen u znanstvenim i stručnim krugovima, u akademskoj zajednici i industriji. Najviše zasluga za to ima Uredništvo, s glavnim i odgovornim urednikom od početka izlaženja do 1992. prof. Jožom Černelčem.

Slika 4.: Profesor Jože Černelč (Bistrica ob Sotli, 13. srpnja 1920. – Zagreb, 2. kolovoza 2008.)

Prof. Černelč rođen je u Bistrici ob Sotli, Slovenija. Realnu gimnaziju pohađao je u Celju i maturirao 1940. godine. Na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, Odsjek za slabu struju, diplomirao je 1952. godine. Radio je kao pripravnik u Direkciji PTT-a u Zagrebu, a od 1953. u Poduzeću *Rade Končar*. U Elektrotehničkom institutu *Rade Končar* direktor je Sektora za razvoj automatske regulacije i nuklearne opreme. Institut je u to vrijeme razvio, na stručnoj i tehnološki svjetskoj razini, uređaje za upravljanje i regulaciju istosmjernih motora, sinkronih generatora, elektrolučnih peći, brodskih kormila, šipke nuklearnog (školskog) reaktora i dr. Za protonski sinkrotron snage 40 MW instaliran u CERN-u, Ženeva, Poduzeće *Rade Končar* isporučilo je 1958./1959. godine 20 kvadropolnih magnetskih leća, koje sinkrotronu osiguravaju linearni porast magnetskog polja u vremenu od 0,7 do 1,0 sekunde. Prof. Černelč radio je na razvoju i na projektu, nadzirao proizvodnju, montažu i puštanje u pogon sustava kvadropolnih leća. Upravljivi izvor koji osigurava strujne impulse magnetskim lećama u trajanju od 0,3 sekunde jest motor-generatorsko postrojenje snage 320 kW upravljano tranzistorskim pojačalom i amplidinom (sustav visokog reda), što je vrhunsko tehničko ostvarenje tog vremena.

Na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu radi od 1959. kao honorarni nastavnik, a od 1966. je u stalnom radnom odnosu. Dolaskom prof. Jože Černelča znanstvenoistraživačka i nastavna djelatnost ETF-a širi se i na područje upravljanja i regulacije električnih strojeva. U diplomski se studij uvode predmeti Regulacijska tehnika, Regulacija električnih strojeva i Laboratorij regulacije električnih strojeva, koji su jedan od nastavnih stupova smjera Elektrostrojarstvo i automatizacija.

Studenti kroz diplomske i seminarske radove projektiraju, grade, ispituju i puštaju u pogon sustave regulacije brzine vrtnje električnih motora i sustave regulacije napona sinkronih generatora u Laboratoriju električnih postrojenja na laboratorijskim maketama agregata. Poslije se formira Laboratorij regulacije električnih strojeva, u kojem je oprema sustava upravljanja projektirana i izrađena u okviru diplomskih i seminarskih radova. Takav pristup radu znatno pridonosi i razvoju nastave i razvoju inženjerskih metoda projektiranja i gradnje komponenata, sklopova, uređaja i sustava. To je rezultiralo velikim brojem diplomskih i magistarskih radova. Pohvale za takav pristup nastavi prof. Jože Černelč dobiva od privrede, posebice od Poduzeća *Rade Končar*. Diplomirani studenti bili su osposobljeni za rješavanje složenih stručnih poslova.

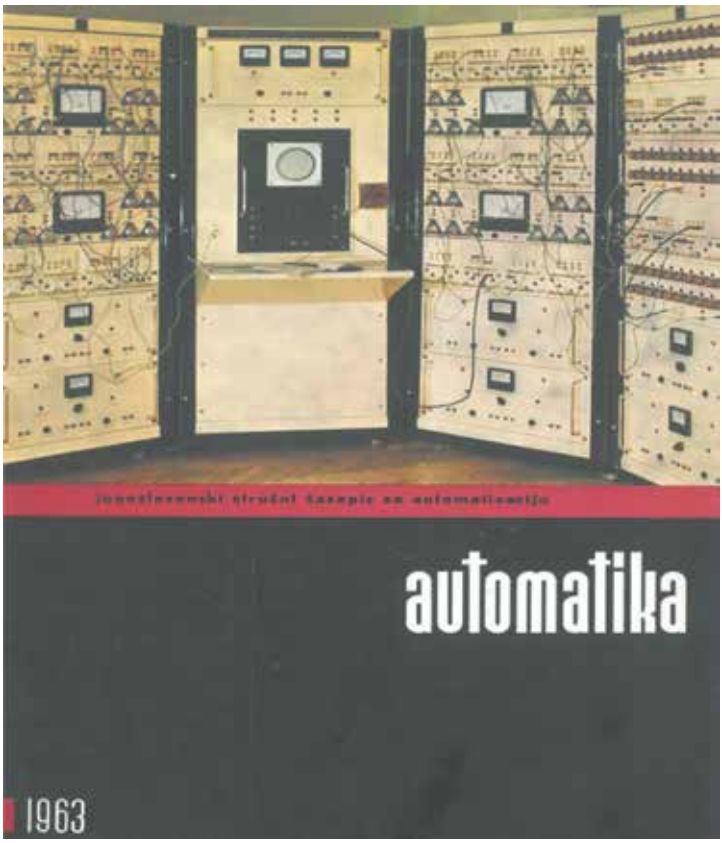
Kao nastavnik dao je značajan doprinos i na poslijediplomskom studiju Tehnika i ekonomika automatizacije te na studiju Elektrotehnika. Pod njegovim je mentorstvom steklo znanstveni stupanj 28 magistara znanosti. Utemeljio je i vodio katedru Automatika na Visokoj vojnoj tehničkoj akademiji kopnene vojske u Zagrebu. Od 1967. do 1969. godine član je delegacije u sekciji za automatizaciju SEV-a (Savjet za uzajamnu ekonomsku pomoć), član Međunarodnog

komiteta za teoriju regulacije IFAC-a, glavni i odgovorni urednik časopisa *Automatika* od 1963. do 1992. godine. Objavio je više znanstvenoistraživačkih radova, izradio brojne projekte, studije, elaborate i dr. Za svoj je rad dobio Republičku nagradu *Nikola Tesla* (1967.), Zlatne plakete Nagrade *Josip Lončar* (Elektrotehnički fakultet u Zagrebu) i Poduzeća *Rade Končar* te Orden rada sa zlatnim vijencem.

Profesor Jože Černelč je tijekom trideset godina života časopisa *Automatika* prenosio svoja znanja i iskustva na mlađe suradnike, a neumornim i kreativnim vođenjem značajno je pridonosio njegovu održavanju i razvoju. Zalaganjem prof. Černelča s vremenom se povećavao i broj radova s naglašenim aspektima primjene.

Osamdesetih su godina prošlog stoljeća u užem Uredničkom kolegiju uz profesora Černelča bili i: Vladimir Matijević, dipl. ing.; prof. dr. Nedžat Pašalić i prof. dr. Borivoje Rajković. Tehnički urednik bio je savjesni Žarko Pavunić. Glavni urednički odbor pod predsjedanjem prof. Jože Černelča s Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu bio je sastavljen od respektabilnih stručnjaka iz svih republika Jugoslavije: prof. dr. Paja Ciner, Tehnička vojna akademija, Zagreb; prof. dr. Milan Čalović, Elektrotehnički fakultet, Beograd; mr. Fikret Čejvan, ATM, Zagreb; prof. dr. Ljubiša Draganović, Energoinvest IRCA, Sarajevo; prof. Vaso Gluhajić, Institut *Mihajlo Pupin*, Beograd; prof. dr. Abduraman Grapci, Tehnički fakultet, Priština; prof. dr. Emir Humo, Univerzitet *Džemal Bijedić*, Mostar; prof. dr. Janko Janković, Elektrotehnički fakultet, Titograd; Danijel Jurjevec, Savezna privredna komora, Beograd; dr. Vukašin Masnikosa, Institut *Mihajlo Pupin*, Beograd; Vladimir Matijević, INEM, SOUR *Rade Končar*, Zagreb; prof. dr. Vladimir Muljević, Elektrotehnički fakultet, Zagreb; prof. dr. Anton Ogorelec, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana; prof. dr. Nedžat Pašalić, Elektrotehnički fakultet, Zagreb; prof. dr. Borivoje Rajković, Elektrotehnički institut *Rade Končar*, Zagreb; Branko Robavs, Iskra, Industrija za avtomatiko, Ljubljana; prof. dr. Milić Stojić, Elektrotehnički fakultet, Beograd; Anton Stušek, Fakulteta za strojništvo, Ljubljana; prof. dr. Pane Vidinčev, Elektrotehnički fakultet, Skopje; prof. dr. Miomir Vukobratović, Institut *Mihajlo Pupin*, Beograd; dr. Anton Železnikar, Elektrotehna – Delta, Ljubljana. U tom razdoblju razvoja i izlaženja *Automatike* značajan su obol dali, na razne načine, i prof. dr. sc. Tugomir Šurina, prof. dr. sc. Nedžat Pašalić, Vladimir Matijević, dipl. ing. te prof. dr. sc. Borivoje Rajković.

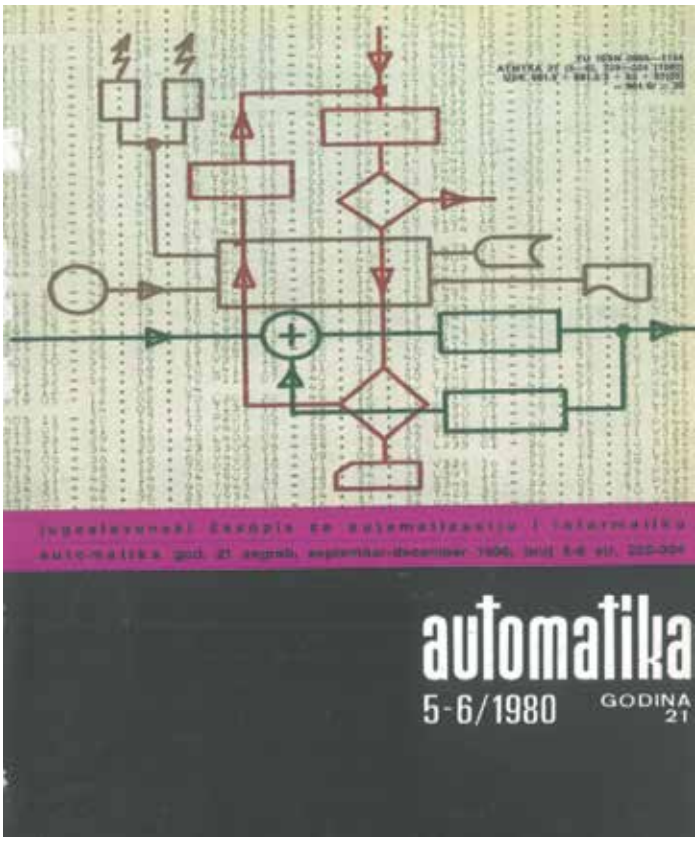
Profesor Šurina snažno je utjecao na razvoj automatike kao sustavne discipline u Hrvatskoj, ali i šire. Iako nije nikad bio posebno eksponiran u tijelima časopisa *Automatika*, dao je posredno važan pečat njezinu razvoju. Životni put profesora Šurine počeo je 1924. u Celju, Slovenija, gdje je rođen i polazio dio školovanja. Školovanje je nastavio u Pregradi, Senju i Zagrebu gdje je i maturirao



Slika 5.: Korična stranica prvog broja časopisa *Automatika* iz 1963.

na 4. realnoj gimnaziji. Od 1946. studirao je na Tehničkom fakultetu u Zagrebu, na Elektrotehničkom odsjeku, gdje je i diplomirao 1952. godine. Nakon toga od 1953. do 1965. radi u Radioindustriji Zagreb (RIZ), kao konstruktor, voditelj razvoja, a zatim i kao tehnički direktor. Kraće vrijeme sudjeluje u radu u laboratoriju Brown Boveri u Švicarskoj, a potom dvije godine radi u razvojnom centru tvornice Grundig u Njemačkoj. Godine 1962. boravi na specijalizaciji u Princeton računskom centru u Sjedinjenim Američkim Državama, baveći se primjenom računala u automatizaciji industrijskih procesa. Povratkom u domovinu radi ponovno u RIZ-u kao direktor Instituta, a poslije i kao glavni direktor.

Profesorova znanstvena i nastavna djelatnost, koju je obavljao s toliko uspjeha, uslijedila je nakon bogatog i raznovrsnog 12-godišnjeg iskustva u industriji. Sveučilišnu karijeru počeo je 1966. godine, kad je izabran na mjesto docenta na ondašnjem Strojarsko-brodograđevnom fakultetu. Godine 1971. izabran je za izvanrednog profesora, a 1981. je doktorirao i iste godine izabran za redovitog profesora na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu.



Slika 6.: Korična stranica broja 5-6/1980. (dizajn: mr. sc. Miroslav Matasović)

Slika 7.: Prof. dr. sc. Tugomir Šurina (Celje, 15. veljače 1924. – Zagreb, 5. ožujka 2007.)

Od dolaska na Fakultet izvodio je nastavu iz automatske regulacije, digitalnih i analognih računala, industrijskih robota, i niza drugih kolegija, a njegovom je zaslugom organiziran i Laboratorij za upravljanje i regulaciju. Pod njegovim mentorstvom obranjeno je 10 doktorata i 48 magisterija, a sudjelovao je u projektiranju sedam novih proizvoda. Razvio je i suradnju s inozemnim fakultetima, a posebno s tehničkim fakultetima u Dresdenu, Magdeburgu, Košicama i Troyesu.

Autor je stotinjak znanstvenih i stručnih radova te osam knjiga iz automatike i elektronike, koje su izišle u 24 izdanja kod nas, ali i u Saveznoj Republici Njemačkoj, Sloveniji, Mađarskoj i Sjedinjenim Američkim Državama, a dvije knjige su sveučilišni udžbenici. Sudjelovao je u 20 projekata i elaborata, od kojih je u sedam bio voditelj. Organizirao je brojne međunarodne znanstvene skupove, uz ostalo JUREMA-u, u čijem je okviru osnovao BIAM i Interklimu. Bio je član ETAN-a, član američkog udruženja IEEE te znanstveni savjetnik za tehnološki razvoj HAZU. Sudjelovao je u uredništvima časopisa *Automatika*, *Hidraulika i pneumatika* te *Strojarstvo*. Bio je i zastupnik u Skupštini Grada Zagreba.

Za svoj je rad odlikovan Ordenom zasluga za narod i Ordenom rada. Dobitnik je Velike medalje FSB-a te Republičke nagrade za znanost *Nikola Tesla*. Godine 1979. dobio je priznanje TU Dresden, 1989. Republičku nagradu za životno djelo te 1994. Nagradu HAZU-a za znanstveni rad.

Profesor Nedžat Pašalić rođen je 1939. u Kavadarcima, Makedonija. Realnu gimnaziju završio je 1957. u Zenici, Bosna i Hercegovina, a studirao je na Elektrotehničkom fakultetu (ETF) u Zagrebu i *Conservatoire National des Arts et Métiers* u Parizu. Godine 1964. stekao je *Diplôme Supérieure d'études*

Slika 8.: Prof. dr. sc. Nedžat Pašalić (Kavadarci, Makedonija, 2. svibnja 1939. – Zagreb, 5. svibnja 1996.)

françaises modernes na *Alliance Française*, a 1965. je diplomirao na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, Odsjek za slabu struju, gdje je 1979. i doktorirao. Od 1965. radio je kao asistent na ETF-u, Zavod za elektrostrojarstvo. Godine 1979. izabran je u zvanje izvanrednog, a 1985. u zvanje redovitog profesora. Bio je dekan ETF-a u akademskim godinama 1984./1985. i 1985./1986.

Profesor je nastavno djelovanje usmjerio na grupu predmeta Regulacija električnih strojeva te je predavao na dodiplomskom studiju dva redovita kolegija, Regulacijska tehnika i Regulacija električnih strojeva i izborni kolegij Laboratorij regulacije električnih strojeva. Na poslijediplomskom studiju predavao je kolegije Upravljanje elektromotornim pogonima i Regulacijska tehnika. Bio je mentor više od 160 diplomskih radova, 18 magistarskih radova te četiriju doktorskih disertacija.

Znanstveni je rad okrunjen vođenjem četiriju znanstvenoistraživačkih projekata, znanstvenim radovima objavljenim u časopisima (16) i stručnim referatima na međunarodnim i domaćim skupovima (20). Kao znanstvenik uvijek je nastojao znanstvenu misao spajati s praktičkim izvedbama svojih ideja. Takav je pristup uspio prenijeti i na svoje najbliže suradnike.

Profesor Pašalić poznat je i po iznimnoj stručnoj djelatnosti, koja se ogledala u rješavanju konkretnih problema u industriji. Tako su nastala i četiri projekta koja su rezultirala novim proizvodima uspješno primijenjenim u upravljanju valjaoničkim i rudničkim elektromotornim pogonima i postrojenjima u Rudarsko-metalurškom kombinatu *Zenica*. Svojim je radovima pridonio razvoju užeg područja automatskog upravljanja elektromotornim pogonima i razvoju područja energetske elektronike.

Autor je ili koautor triju skripata iz regulacije električnih strojeva te članka *Regulacija elektromotornih pogona* u Tehničkoj enciklopediji Leksikografskog zavoda Hrvatske. Prerana smrt prekinula ga je u dovršetku udžbenika iz regulacije električnih strojeva.

Bio je dugogodišnji član užeg Uredničkog kolegija znanstveno-stručnog časopisa *Automatika.* Aktivnim uredničkim radom i zamjenjujući glavnog urednika više godina, afirmirao je časopis te pridonio uključivanju velikog broja stručnjaka u stvaranje vrijednih znanstvenih i stručnih radova.

Za svoj rad profesor Pašalić primio je brojna priznanja i nagrade, među kojima ističemo: nagradu *Prof. dr. Vratislav Bedjanič* (1979.) u Ljubljani za doktorsku disertaciju, Republičku nagradu *Nikola Tesla* za znanstvenoistraživački rad (1989.) i Zlatnu plaketu Nagrade *Josip Lončar* za razvoj kakvoće nastave i organizacijskog ustroja Fakulteta (1995.).

Starije kolege pamtit će profesora Pašalića po primjernoj korektnosti i nadasve profesionalnom pristupu svim zadaćama; nešto mlađi koji su imali sreće da im vodi vježbe, kao i najmlađi kojima je držao predavanja, pamtit će ga po metodički uzorno osmišljenoj predaji znanja. U anketama su generacije studenata

ocjenjivale njegova predavanja izvrsnim, a najčešće i najboljim na smjerovima na kojima je držao nastavu. Na poslu je bio svima znan perfekcionist, koji do posljednjeg dana života nije smanjivao svoje radne obveze na Fakultetu.

Inženjer Vladimir Matijević bio je od 1970. član Uredničkog odbora i užeg Uredničkog kolegija *Automatike* i tijekom 38 godina kreativno je sudjelovao u postavljanju i provođenju uređivačke koncepcije časopisa. Diplomirao je 1959. godine na Odsjeku slabe struje Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Stručno je djelovanje počeo kao asistent na matičnom fakultetu, a zatim je niz godina radio kao razvojni inženjer i projektant u tvrtkama Siemens & Halske GmbH u Beču, u Brown Boveri & Cie (danas ABB) u Švicarskoj i *Končaru* u Zagrebu. Diplomirao je na području elektroakustike, ubrzo prešao na područje industrijske elektronike, a zatim se specijalizirao za procesno digitalno upravljanje i primjenu računala u vođenju procesa. Bio je glavni projektant prvih samostalno razvijenih računalnih sustava za nadzor i upravljanje procesima u Hrvatskoj: HE *Varaždin* 1974., Sustava za daljinsko vođenje i dispečing Hrvatske elektroprivrede 1982. godine. Petnaest godina vodio je razvoj informacijskih sustava u INEM-u (*Končar* Industrijska elektronika). Djelovao je kao samostalni konzultant i bavio se tehničkim prevoditeljstvom. Autor je tridesetak stručnih radova objavljenih u tehničkim časopisima i na stručnim skupovima u zemlji i inozemstvu: među ostalim, u *IEEE Transactions on Industry Applications*, u *Messen-Steuern-Regeln*, Njemačka, na EUREL-IEEE 77. Bio je član nacionalnog komiteta CIGRÉ za komunikacije (SC3S) i za upravljanje i regulaciju prijenosne mreže (SC32) te IEC Elektrotehničke komisije za daljinsko upravljanje (TCS7). Dobitnik je godišnje Republičke nagrade *Nikola Tesla* za 1983. godinu za rad na području procesnih informacijskih sustava.

Slika 9.: Vladimir Matijević, dipl. ing. (Sarajevo, 4. prosinca 1933. – Zagreb, 16. ožujka 2009.)

3. *Automatika* od 1992. do 2016. godine

Početkom devedesetih godina prošlog stoljeća, u jeku vojne agresije na Hrvatsku, i *Automatika* kao jugoslavenski časopis koji izdaje ETAN (Savezni komitet za elektroniku, telekomunikacije, automatiku i nuklearnu tehniku sa sjedištem u Beogradu), našao se u neizvjesnom stanju. Međutim, Predsjedništvo JUREMA-e (Jugoslavensko društvo za regulaciju, mjerenja i automaciju) s tadašnjim predsjednikom Predsjedništva prof. dr. sc. Nedjeljkom Perićem pristupilo je procesu razvrgavanja odnosa sa Savezom JUREMA. Nisu to bila jednostavna vremena, jer je jedan dio Predsjedništva zagovarao, poprilično agresivno, očuvanje dotadašnjih odnosa. Jasno je bilo da se dotadašnji odnosi i ustroj JUREMA-e nisu mogli održati imajući u vidu ondašnje političke, društvene i gospodarske prilike uvjetovane agresijom na Hrvatsku i obrambenim ratom koji je Hrvatskoj nametnut. Naravno da se ni Savez ETAN nije mogao održati. Predsjedništva JUREMA-RH i ETAN-RH usuglasila su se da pokušaju pronaći 'zajednički suživot' te je 3. siječnja 1992. održana zajednička sjednica predsjedništava JUREMA-RH i ETAN-RH, čiji zapisnik u cijelosti doslovno navodim.

ZAPISNIK

zaključka zajedničke sjednice Predsjedništva JUREMA-RH i ETAN-RH, održane 3. siječnja, 1992. godine u prostorijama ETF-a, Unska 3 u Zagrebu.

Prisutni JUREMA-RH: P. Crnošija, F. Jović, V. Kecman, M. Lojen, B. Novaković, N. Perić i N. Štambuk-Boršić

Prisutni ETAN-RH: N. Mijat, B. Kos, N. Pašalić, A. Szabo

Sjednici predsjedava N. Perić predsjedavajući Predsjedništva JUREMA-RH

Prihvaća se sljedeći dnevni red:

1. Prijedlog o formiranju novog društva i ime društva
2. Prijedlog Statuta
3. Izbor tijela
4. Prijedlog plana djelatnosti za 1992. i 1993. godinu
5. Visina članarine
6. Razno

Ad1)

U diskusiji je naglašeno:

Društvo ETAN-RH i JUREMA-RH su bili u Savezu društva od 1980. godine. ETAN-RH je krajem 10. mjeseca 1980. istupio iz Saveza, a JUREMA-RH početkom 11. mjeseca iste godine, iako pravno JUREMA-RH nije bila član JUREMA-SAVEZ-a.

Prema preporuci Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske, tijekom studenog i prosinca 1991. započeli su razgovori oko objedinjenja oba društva. Cilj novog društva je objedinjavanje područja komunikacija, računarstva, elektronike, mjerenja i automatike u Republici Hrvatskoj te jačanje zajedničkih sekcija, odnosno djelatnosti. Novo društvo treba i dalje zadržati svoju multidisciplinarnost u suradnji stručnjaka elektrotehnike, strojarstva, tehnologije, kemije i medicine…, te biti otvoreno u smislu prihvaćanja novih područja i povezivanja s drugim društvima i udruženjima. Potrebna je jača internacionalizacija i povezivanje sa srodnim nacionalnim društvima.

Naglašeno je da se JUREMA-RH tijekom zadnjih godina pretežno financirala iz vlastite djelatnosti, a novčana pripomoć Ministarstva znanosti, tehnologije i informatike kretala se je od 8-20% njenog bruto prihoda. Očekuje se slična financijska pripomoć za novo društvo u narednom periodu.

Časopis Automatika, kojeg je u dosadašnjem periodu izdavao Jugoslavenski savez za ETAN, trebao bi postati časopis novog društva, nastalog objedinjenjem JUREMA-RH i ETAN-RH.

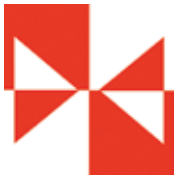
Donose se zaključci:

Ad1)

1.1. Prihvaća se prijedlog objedinjenju JUREMA-RH i ETAN-RH u zajedničko društvo sa sjedištem tajništva Salajeva 5 u Zagrebu (Privremeno rješenje do pronalaženja pogodnijih smještajnih prostora).

1.2. O prijedlogu imena društva će se još raspraviti. Zadužuju se N. Perić – predsjedavajući Predsjedništva JUREMA-RH (1991.-1992.), N. Mijat – predsjedavajući Predsjedništva ETAN-RH i N. Štambuk-Boršić – tajnica JUREMA-RH da u suradnji s dizajnerom predlože ime i logotip društva. Prisutni članovi su se suglasili da novo ime treba biti kratica riječi: komunikacije, računarstvo, elektronika, mjerenja i automatika (kao moguće ime predlaže se KoREMA).

Na Konstituirajućoj sjednici KoREMA-e održanoj 7. veljače 1992. prof. dr. sc. Nedjeljko Perić izabran je za predsjednika, a prof. dr. sc. Neven Mijat za njegova zamjenika. Tu je ulogu prof. Perić obnašao do 1998. te potom od 2001. do 2010. godine. Od 1998. do 2001. predsjednik KoREMA-e bio je prof. dr. sc. Stanko Tonković.



Slika 10.: Logotip KoREMA-e (dizajnirao Zlatko Kapetanović)

Prvi broj *Automatike* u izdanju KoREMA-e je 3-6/1992. Uvodnik tog broja prenosim u cijelosti.

UVODNIK

U ovom četverobroju AUTOMATIKE nalaze se selektirani radovi prikazani na 37. međunarodnom godišnjem skupu KoREMA održanom 26. do 28. travnja 1992. u Zagrebu. Časopis Automatika kao časopis Hrvatskog društva za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku – KoREMA želi time utemeljiti dugoročniju praksu objavljivanja vrjednijih radova prikazanih na brojnim savjetovanjima, konferencijama, simpozijima i drugim znanstveno-stručnim skupovima koje organizira KoREMA.

KoREMA, novo međustrukovno društvo, nastalo je u siječnju 1992. sjedinjenjem Hrvatskog društva JUREMA i Hrvatskog društva ETAN koja su djelovala u savezu JUREMA (Jugoslavensko udruženje za regulaciju, mjerenja i automaciju) i savezu ETAN (Jugoslavensko udruženje za elektroniku, telekomunikacije, automatiku i nuklearnu tehniku). Zadaci društva KoREMA, sukladno društvenim, političkim i gospodarskim preobrazbama u Republici Hrvatskoj, te pozitivnim stečevinama dugogodišnjeg kontinuiranog rada prethodnih društava, odnose se na unapređenje znanosti i struke te poticanje stvaralaštva u područjima komunikacija, računarstva, elektronike, mjerenja i automatike te drugim srodnim područjima.

Praćenjem razvoja suvremenih tehnologija i poticanjem njihove primjene, neposredno želimo sudjelovati u provedbi tehnološkog osuvremenjivanja i daljnjeg razvoja Republike Hrvatske. Naši članovi djelatnici su iz znanstveno-stručnih i nastavnih djelatnosti, iz gospodarstva te iz svih drugih sfera sa stručnom djelatnošću iz područja KoREMA. Usprkos otežanom radu Društva, prouzročenom prošlim a i sadašnjim ratnim neprilikama na prostorima bivše Jugoslavije, zadovoljstvo je reći da su članovi KoREMA također znanstvenici i stručnjaci i iz drugih međunarodno priznatih suverenih republika bivše Jugoslavije.

Našu međunarodnu suradnju izgrađujemo kroz članstvo KoREMA u IMEKO-u (International Measurement Confederation). Naime, posebnom odlukom donesenom na 35. sjednici Glavnog vijeća IMEKO-a (Beč, 22. do 25. rujna 1992.) KoREMA nastavlja članstvo u tom savezu kao sljednik bivše JUREME. U postupku je i učlanjenje KoREMA u IFAC (International Federation of Automatic Control).

Časopis Automatika sa sjedištem u Zagrebu od svog osnutka obavlja kontinuirano, preko tri desetljeća, ulogu promicatelja znanstveno-stručnog rada iz područja automatizacije i informatike, te srodnih

područja. Nedvojbeno je da će to činiti i ubuduće, u okvirima društva KoREMA, i uz podršku svih čimbenika kojima je cilj razvitak, napredak i jačanje znanosti za dobrobit ljudi. Radovi objavljeni u ovom četverobrojnu Automatike kao i radovi prikazani na 37. međunarodnom godišnjem skupu KoREMA dokaz su volje, napora i vitalnosti znanstvenika i stručnjaka da stvaraju prkoseći vremenu (ratnom) i prostoru u kojem živimo. Zato izražavamo zahvalnost i njima i svima onima koji su znanstveno-stručno i materijalno doprinijeli uspješnosti Skupa.

37. međunarodni godišnji skup KoREMA ima značajke i jubilarnog skupa, jer je to prvi skup KoREMA, a u isto vrijeme i prvi skup iz područja tehnike u neovisnoj i suverenoj Republici Hrvatskoj. Impozantan broj od 176 radova objavljenih u Zborniku radova Skupa i dobre ocjene njihove kvalitete dobivene od uvaženih svjetskih stručnjaka ispunjavaju nas zadovoljstvom i ponosom i motiviraju nas za daljnji rad.

Očekujemo Vas u Zagrebu 26. do 28. travnja 1993. na 38. međunarodnom godišnjem skupu KoREMA s nadom da će i ovaj Skup biti uspješan barem kao prethodni.

Predsjednik Predsjedništva KoREMA
Prof. dr. sc. *Nedjeljko Perić*

Slika 11. Korična stranica *Automatike* 3-6/1992.

ISSN 0005—1144
ATKAAF 33 (3—6), 61—168 (1992)
UDK 681.5+681.3/7+62+67(05)=861/8=20

automatika

GOD. 33, ZAGREB, SVIBANJ—PROSINAC 1992, BROJ 3—6, STR. 61—168

časopis Izdaje KoREMA

Hrvatsko društvo za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenje i automatiku

Časopis izlazi tri do šest puta godišnje

SUFINANCIRA

Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike Republike Hrvatske

IZDAVAČKI SAVJET

1. Predsjednik: Prof. dr. Hrvoje Babić, Elektrotehnički fakultet Zagreb
2. Dopredsjednik: Prof. dr. Nikola Šerman, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb
3. Prof. dr. Leo Budin, Elektrotehnički fakultet Zagreb
4. Prof. Jože Černelč, Zagreb
5. Prof. dr. Dali Donlagić, Tehniška fakulteta Maribor
6. Prof. dr. Ludvik Gyergyek, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo Ljubljana
7. Prof. dr. Petar Kesić, Energoinvest Sarajevo
8. Dipl. inž. Vladimir Matijević, Zagreb
9. Prof. dr. Drago Matko, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo Ljubljana
10. Prof. dr. Osman Muftić, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb
11. Prof. dr. Vladimir Muljević, Zagreb
12. Prof. dr. Anton Ogorelec, Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo Ljubljana
13. Prof. dr. Nedžat Pašalić, Elektrotehnički fakultet Zagreb
14. Prof. dr. Borivoje Rajković, Končar — Institut za elektrotehniku Zagreb
15. Dr. Dinko Sinčić, Chromos Zagreb
16. Prof. dr. Asif Šabanović, Elektrotehnički fakultet Sarajevo
17. Prof. dr. Tugomir Šurina, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Prof. dr. Borivoje Rajković

UREDNIČKI ODBOR

1. Prof. dr. Dali Donlagić, Tehniška fakulteta Maribor
2. Prof. dr. Branko Jeren, Elektrotehnički fakultet Zagreb
3. Damir Karavidović, dipl. inž., Elektroslavonija Osijek
4. Prof. dr. Ivica Mandić, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Split
5. Vladimir Matijević, dipl. inž., Zagreb
6. Prof. dr. Borivoj Modlic, Elektrotehnički fakultet Zagreb
7. Mr. Iiko Ogulić, Termoelektrana »Rijeka«, Rijeka
8. Prof. dr. Nedžat Pašalić, Elektrotehnički fakultet Zagreb
9. Prof. dr. Nedjeljko Perić, Elektrotehnički fakultet Zagreb
10. Prof. dr. Borivoje Rajković, Končar — Institut za elektrotehniku Zagreb
11. Dr. Dinko Sinčić, Chromos Zagreb
12. Prof. dr. Nikola Šerman, Fakultet strojarstva i brgdogradnje Zagreb

UREDNIČKI KOLEGIJ

— Vladimir Matijević, dipl. inž.
— Prof. dr. Borivoj Modlic
— Prof. dr. Nedžat Pašalić
— Prof. dr. Nedjeljko Perić
— Prof. dr. Borivoje Rajković

Tehnički urednik: Žarko Pavunić

Tajnica Uredničkog odbora: Zlatica Vranješević

Uredništvo i administracija časopisa: »AUTOMATIKA« Zagreb, Unska ulica br. 3, poštanski pretinac 133 (Elektrotehnički fakultet) telefon 629-779. Rukopise, pretplate, narudžbe oglasa, objave i drugo slati na adresu uredništva. Rukopisi se ne vraćaju.

Sekundarne publikacije-baze podataka koje referiraju članke objavljene u časopisu AUTOMATIKA:

— CHEMICAL ABSTRACTS
— CURRENT BIBLIOGRAPHY ON SCIENCE AND TECHNOLOGY
— INSPEC (INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS)
— SCIENCE ABSTRACTS
— REFERATIVNIJ ŽURNAL

Na osnovu mišljenja Republičkog sekretarijata za prosvjetu, kulturu i fizičku kulturu SR Hrvatske br. 769/1-1973. od 8. ožujka 1973, časopis Automatika smatra se proizvodom iz čl. 36. stava 1. točke 7. Zakona o oporezivanju proizvoda i usluga i tarifnog broja 7. stava 2. Tarife posebnog republičkog poreza na promet proizvoda za koje se ne plaća porez na promet proizvoda.

Uređenje zaključeno: 22. 3. 1993.

Tisak: GRAFIČKI ZAVOD HRVATSKE — ZAGREB

PRETPLATA ZA 1993. GODINU

Godišnja pretplata: za pravne osobe 12000 HRD — za inozemstvo 50 dolara USA — za pojedince 3000 HRD — za studente 1000 HRD. Pojedini broj izvan pretplate: za pravne osobe 3000 HRD — za pojedince 900 HRD (dvobroj dvostruko). Časopis se naručuje na adresu uredništva u Zagrebu, a uplaćuje na ŽIRO RAČUN ZAGREB, 30101-678-5666, KoREMA, Zagreb (za »Automatiku«).

SUBSCRIPTION INFORMATION: Orders from abroad should be sent to: »MLADOST«, Export—Import, 41000 Zagreb, Ilica 30, Croatia

Tel. (+3841) 274—977
Fax. (+3841) 434—878

Annual subscription price: US $ 50

CIJENA OGLASA

— vanjska omotna stranica 1/1	400 DEM
— unutrašnja omotna stranica 1/1	300 DEM
— stranica u svesku 1/1	200 DEM
— stranica u svesku 1/2	150 DEM

Za oglase u boji navedene cijene se povećavaju za iznos troškova pripreme za tisak u boji.

Slika 12. Impresum *Automatike* 3-6/1992.

Glavni i odgovorni urednik časopisa *Automatika* od početka izlaženja u izdanju KoREMA-e bio je entuzijastični i predani prof. dr. sc. Borivoje Rajković. Rođen je u Doboju, BiH. U Zenici je pohađao gimnaziju, gdje je i maturirao 1956. Diplomirao je (1960.) i doktorirao (1973.) na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon diplomiranja zaposlio se u Elektrotehničkom institutu Poduzeća *Rade Končar* gdje radi do umirovljenja 2002. godine. Radio je na znanstvenoistraživačkim, razvojnim, projektantskim i rukovodećim poslovima. Kao glavni projektant i koordinator razvoja tiristorske lokomotive bio je "lokomotiva" tog projekta (1976. − 1981.). U to je vrijeme *Končareva*

Slika 13.: Prof. dr. sc. Borivoje Rajković (Doboj, BiH, 20. listopada 1937. – Zagreb, 4. travnja 2016.)

tiristorska lokomotiva predstavljala vlastito inovativno i tehnološko rješenje svjetske razine. Za svoj je rad dobio više nagrada i priznanja u zemlji i inozemstvu, među njima i Republičku nagradu *Nikola Tesla* (1985.) za razvoj tiristorske lokomotive. Profesora Rajkovića pamtit će brojne generacije končarevaca. Bio je istinski promicatelj končarevskog duha i mentaliteta, poznatog samo končarevcima, koji krasi samo najupornije.

Prof. dr. sc. Borivoje-Boro Rajković imao je prostornu i vremensku širinu. Bio je iznimno aktivan na planu suradnje s mnogim znanstvenim i akademskim institucijama, u prvom redu s Fakultetom elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu (FER, odnosno ETF) te s Fakultetom elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Splitu (FESB). Na FER-u, odnosno ETF-u, držao je vježbe iz regulacije električnih strojeva u mlađim danima svojeg profesionalnog djelovanja, a potom predavanja na poslijediplomskom studiju na predmetu Industrijska postrojenja. Stalno je isticao nužnost zbližavanja znanstvenih i akademskih istraživanja i potreba gospodarstva. To je radio njegujući pozitivnu klimu i čvrste profesionalne i međuljudske odnose između relevantnih pojedinaca s Fakulteta i *Končara* na obostranu korist.

Rad prof. Rajkovića na FESB-u u Splitu ima posebnu težinu i dugoročnu vrijednost. Naime, od 1974. je sa splitskim kolegama i prijateljima utemeljivao kolegije iz regulacije električnih strojeva. Predavao je predmete Regulacija električnih strojeva i Laboratorij regulacije električnih strojeva. Bio je inicijator i kreator izgradnje laboratorija koji su studentima FESB-a omogućavali uspješno usvajanje teorijskih i praktičnih znanja iz regulacije elektromotornih pogona. To je radio predano, prema mentorskom principu, krajnje brižno za svakog studenta.

Posebno poglavlje u životu prof. Rajkovića vezano je uz časopis *Automatika* i Hrvatsko društvo za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku (KoREMA). Od početka izlaženja časopisa *Automatika* (1963.) bio je vrlo aktivan član užeg Uredničkog odbora. Bio je glavni urednik od 1992. do 2009. godine, a od 2009. do 2016. počasni glavni urednik. Boro je doslovce živio za časopis *Automatika*, prihvaćao je samo one recenzirane radove za objavljivanje koji su imali visoku razinu kvalitete. I zahvaljujući ponajprije njemu, časopis *Automatika* izlazi u kontinuitetu dugi niz godina, diseminirajući najnovije istraživačke rezultate autora širom svijeta.

Boru Rajkovića trebalo je razumjeti: svi oni koji su ga razumjeli oplemenili su se. Boro je bio plemenit čovjek, bio je suosjećajan, volio je pomoći ljudima u nevolji, ne samo na profesionalnom planu. Njegovi životni savjeti, posebno mlađim suradnicima, bili su odmjereni, sadržajni, topli, motivirajući. Rijetki su ljudi kao što je bio prof. dr. sc. Borivoje Rajković. Krasile su ga brojne vrline, kao što su: strpljivost, upornost, neizmjerna energija, nesebičnost, principijelnost, odgovornost, podrška drugima… Eventualni neuspjeh nije shvaćao kao poraz nego kao izazov da neuspjeh pretvori u uspjeh. Boro je bio čovjek od formata. Držao je do sebe, ali posebno i do drugih.

U Uvodniku dvobroja 3-4/2009 časopisa *Automatika* prof. Rajković se obraća:

> "Poštovana čitateljice / Poštovani čitatelju,
>
> pred Vama je dvobroj 3–4/2009 časopisa AUTOMATIKA, kojim se navršava pedeset godina neprekinutog izlaženja časopisa. To je uistinu velika i značajna obljetnica, koja naš časopis svrstava među najstarije svjetske časopise iz područja automatike i srodnih područja. Veliki je broj naših prethodnika aktivno sudjelovao u stvaranju i razvoju časopisa i svi zaslužuju našu zahvalu i divljenje, koje im ovom prigodom iskreno iskazujem u ime svih generacija njegovih čitatelja. O najznačajnijima među njima pročitajte u Riječi Predsjednika KOREMA-e…"

i nastavlja…

> "Poštovani čitatelji, ovim se jubilarnim dvobrojem navršava i osamnaest godina moga djelovanja kao glavnog i odgovornog urednika časopisa AUTOMATIKA. Tu sam ulogu preuzeo u teškim ratnim vremenima, kada nije bilo nimalo jednostavno osigurati izlaženje časopisa, ali eto uspjeli smo u tome, zahvaljujući brojnim autorima i recenzentima te članovima uredničkog odbora časopisa, a ponajviše zahvaljujući udruzi KOREMA koja je osiguravala materijalnu i tehničku podršku. Od sljedećega broja ulogu glavnog i odgovornog urednika s punim

povjerenjem predajem u ruke prof. dr. sc. Ivanu Petroviću, koji se kroz prethodne dvije godine u svojstvu moga zamjenika pokazao kao osoba dorasla tome zadatku. Časopisu AUTOMATIKA želim uspješan daljnji razvoj i napredak pod njegovim vodstvom u duhu novih znanstvenih i tehnoloških postignuća. Hvala svima!"

Povodom 50. obljetnice plodonosnog objavljivanja časopisa *Automatika* obratio se i ondašnji predsjednik KoREMA-e prof. dr. sc. Nedjeljko Perić:

"Ovim brojem Automatike zaključujemo pedeseto godište znanstveno-stručnog časopisa za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije. Tijekom pedesetogodišnje povijesti časopisa svojim su radovima izgrađivali ugled i međunarodnu prepoznatljivost brojni domaći i međunarodni autori (2.605 autora/koautora, 1.653 članka i 12.484 stranica). Časopis *Automatika*, od svoga osnutka, kontinuirano promiče znanstveno-stručni rad iz djelokruga svoga interesa. Tome su u najvećoj mjeri doprinijeli Uredrički odbori i glavni i odgovorni urednici koji su dali neizbrisiv pečat i usmjerenje časopisa. Prof. Jože Černelč, kao glavni i odgovorni urednik *Automatike* u razdoblju 1963.–1992., zajedno s vrsnim suradnicima podigao je časopis na visoku znanstvenu razinu, objavljujući radove respektabilne kvalitete, balansirajući važnost teoretskih aspekata i primjene. U tome je periodu prof. dr. sc. Nedžat Pašalić predstavljao svojevrsni *spiritus movens* kreativnog i organizacijskog razvoja časopisa. U razdoblju 1992. – 2009., u kojemu *Automatiku* izdaje KoREMA – Hrvatsko društvo za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenje i automatiku – ulogu glavnog i odgovornog urednika obnaša prof. dr. sc. Borivoje Rajković. Usprkos otežanim okolnostima, prouzročenim ratnim i poratnim neprilikama i drastičnim promjenama 'tržišta *Automatike*' na prostorima bivše Jugoslavije, prof. Rajković našao je izlaze iz ove situacije orijentirajući se u maksimalnoj mogućoj mjeri na autore iz inozemstva, kao i na selektirane radove prikazane na brojnim savjetovanjima, konferencijama i simpozijima koje je organizirala KoREMA, ne zapostavljajući pri tome vrijedne radove domaćih autora. Praktički, za sve to vrijeme gospodin Žarko Pavunić bio je tehnički urednik časopisa, obavljajući svoj posao vrhunski profesionalno.

Automatika se sada nalazi pred novim izazovima. Kako ostvarivati misiju unaprjeđenja znanosti i struke te poticanja stvaralaštva u područjima komunikacija, računarstva, elektronike, mjerenja i automatike te drugim srodnim područjima? Kako se pozicionirati u svijetu globalnih društvenih, političkih i gospodarskih promjena i kako osigurati

> dugoročniju održivost časopisa? Određeni optimizam i poticaj zasniva se na činjenici da je časopis *Automatika* uvršten u bazu podataka Science Citation Indeks Expanded od broja 1–2/2008. Duboko sam uvjeren da će dosadašnjeg glavnog i odgovornog urednika prof. dr. sc. Borivoja Rajkovića, entuzijastički i znalački naslijediti dosadašnji zamjenik glavnog i odgovornog urednika prof. dr. sc. Ivan Petrović. Upravni odbor KoREMA-e želi uspješan i plodonosan rad prof. Petroviću u obnašanju uloge glavnog i odgovornog urednika Automatike.
>
> Novčanu potporu za izlaženje časopisa osiguravao je SIZ SR Hrvatske odnosno Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa. Očekujemo da će Ministarstvo prepoznati časopis *Automatika* kao časopis neupitne vrijednosti i koristi te sukladno tome odobravati i adekvatnu novčanu potporu.
>
> Časopis *Automatika* očekuje, kao i do sada, vrijedne priloge autora, volonterski rad brojnih recenzenata i suradnika te podršku svih čimbenika kojima je cilj razvitak, napredak i jačanje znanosti za dobrobit ljudi."

Od 2008. godine, od broja 1-2/2008, časopis *Automatika* uključen je u Web of Science (WoS) bazu podataka SCI Expanded (SCIE). To je znatno poboljšalo njegovu prepoznatljivost i citiranost. Zasluge u tome imaju, kao preporučitelji vlasniku WoS-a Thomson Reutersu – profesor István Nagy (1931. − 2015., Mađarska akademija znanosti i Sveučilište tehnologije i ekonomije Budimpešta) i profesor Asif Šabanović (Sabancı University).

Radovi objavljeni u časopisu *Automatika* referiraju se, osim u WoS-u, još otprije i u sljedećim bazama podataka: SCOPUS, EBSCO i INSPEC (Institution of Electrical Engineers).

4. *Automatika* u izdanju Taylor & Francis (2016. −)

Ulaskom u bazu SCI-Expanded 1. siječnja 2008. godine, časopis *Automatika* postao je atraktivniji i autorima iz Hrvatske i onima iz inozemstva. To je jasno vidljivo iz porasta faktora odjeka časopisa po bazi Web of Science s početne vrijednosti 0,108 u 2010. godini na 0,380 u 2016. godini. Također, u tom je razdoblju broj primljenih članaka višestruko veći. Sve je to od izdavača i relativno malog Uredničkog odbora zahtijevalo ulaganje iznimnih napora koje prelazi razinu uobičajenog volonterskog djelovanja, a profesionalizaciju izdavačkog posla teško je bilo ostvariti zbog nedostatka financijskih sredstava. Stoga su KoREMA i uredništvo časopisa ušli u pregovore s poznatim svjetskim izdavačem Taylor & Francis, s kojim je sklopljen sedmogodišnji ugovor o suizdavaštvu koji je na snazi od 1. siječnja 2017. godine. Važno je istaknuti da je

Taylor & Francis Group

PUBLISHING AGREEMENT

This PUBLISHING AGREEMENT is made on 15MJune 2016 between

INFORMA UK LIMITED, trading as **TAYLOR & FRANCIS GROUP** (company number 01072954) whose registered office is 5 Howick Place, London SW1P 1WG in the United Kingdom (the **"Publisher"**, including where applicable the Publisher's assigns or successors in business as the case may be); and

KoREMA - Croatian Society for Communications, Computing, Electronics, Measurement and Control, Unska 3, HR-1000 Zagreb, Croatia (company number 18169119057) (the **"Society"**),

each a **"Party"** and together the **"Parties"**.

PREAMBLE & RECITALS

A. The Publisher is a specialist publishing house of learned, scholarly, academic, and professional journals in digital online and printed editions and in other media and formats under the imprint of **Taylor & Francis**.

B. The Society is the rights holder in and proprietor of a journal entitled: **AUTOMATIKA Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications, ISSN online 1848-3380**; (the **"Journal"**).

C. The Society wishes to contract the rights of publishing, marketing, sale, and distribution of the Journal to a specialist publishing house, and grants the Publisher such rights to publish, market, sell, and distribute the Journal under the terms of this Agreement.

THIS AGREEMENT HAS BEEN ENTERED INTO ON THE DATE STATED AT THE HEAD OF THE AGREEMENT AND THE PARTIES HAVE SET THEIR HANDS:

Authorized Signatory, for and on behalf of **KoREMA - Croatian Society for Communications, Computing, Electronics, Measurement and Control**

Signed .....

Name ŽELJKO JAKOPOVIĆ

Title KOREMA PRESIDENT

Authorized Signatory, for and on behalf of **Informa UK Limited (trading as Taylor & Francis Group)**

Signed .....

Name DR DAVID GREEN

Title PUBLISHING DIRECTOR INTERNATIONAL

Slika 14. Dio preslike Ugovora između KoREMA-e i Taylor & Francisa o izdavanju časopisa *Automatika*

urednički posao ostao u potpunosti u nadležnosti glavnog urednika, a Taylor & Francis pruža samo tehničke i marketinške usluge. Kao rezultat suradnje s Taylor & Francisom, očekuje se dodatna internacionalizacija časopisa i daljnje povećanje faktora odjeka, a neposredni je zadatak pred Uredništvom jačanje internacionalizacije Uredničkog odbora, pri čemu glavni urednik treba trajno ostati iz Hrvatske.

Kao što je navedeno, dosadašnji glavni i odgovorni urednik prof. dr. sc. Ivan Petrović obnaša dužnost koju je obnašao od 2010. do 2016. godine.

Prof. dr. sc. Ivan Petrović diplomirao je (1983.), magistrirao (1989.) i doktorirao (1998.) u polju elektrotehnike na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (ETF/FER) Sveučilišta u Zagrebu. Prvih deset godina nakon završetka studija radio je na poslovima istraživanja i razvoja sustava upravljanja i automatizacije elektromotornih pogona i industrijskih postrojenja u *Končar* − Institutu za elektrotehniku. Od svibnja 1994. radi u Zavodu za automatiku i računalno inženjerstvo FER-a, gdje je sad redoviti profesor u trajnom zvanju. Na Fakultetu je obnašao razne dužnosti kao što su: član Odbora za praćenje preddiplomske i diplomske nastave na FER-u, predsjednik Odbora za završni rad modula Automatika, predsjednik Odbora za diplomski rad profila Automatika. Od 1. listopada 2008. do 30. rujna 2012. obnašao je dužnost predstojnika Zavoda za automatiku i računalno inženjerstvo. Od 2005. do 2010. godine bio je predsjednik Odbora za završni rad modula Automatika na preddiplomskom studiju i Odbora za diplomski rad profila Automatika na diplomskom studiju te član Odbora za praćenje preddiplomske i diplomske nastave. Od 1. listopada 2010. do 30. rujna 2016. bio je predsjednik Odbora za suradnju s gospodarstvom i inovacije.

U svojem više od tridesetogodišnjem znanstvenom radu bavio se širokim spektrom problema vezanih uz istraživanje i razvoj teorije automatskog upravljanja te njezine primjene za upravljanje složenim tehničkim sustavima. Zadnjih su petnaestak godina u žarištu njegova znanstvenog interesa metodologije

Slika 15.: Prof. dr. sc. Ivan Petrović (Kolbuk, BiH, 18. siječnja 1961.)

optimalnog upravljanja, teorije vjerojatnosti i stohastičkog zaključivanja te poglavito njihova primjena u razvoju autonomnih mobilnih robotskih sustava. Aktivno je sudjelovao ili sudjeluje kao suradnik ili voditelj na više od 30 domaćih i 20 međunarodnih znanstvenih projekata, od čega šest projekata iz programa FP7 i Obzor 2020. Nadalje, suvoditelj je Znanstvenog centra izvrsnosti za znanost o podatcima i kooperativne sustave. Objavio je više od 50 znanstvenih radova u časopisima i više od 180 znanstvenih radova u zbornicima skupova. Znanstvena postignuća dr. Petrovića našla su primjenu u nekoliko industrijskih proizvoda sa značajnim ekonomskim učincima.

Uveo je i predaje veći broj predmeta iz područja automatskog upravljanja, teorije estimacije i mobilne robotike na preddiplomskoj, diplomskoj i poslijediplomskoj nastavi na FER-u. Pod njegovim je mentorstvom izrađeno više od 150 diplomskih i završnih radova, dva magistarska rada te 17 doktorskih disertacija. Nadalje, aktivno je sudjelovao u osnivanju i opremanju istraživačkih i nastavnih laboratorija za automatizaciju postrojenja i procesa i za specijalne slijedne sustave, a sad je voditelj Laboratorija za autonomne sustave i mobilnu robotiku (LAMOR).

Prof. Petrović član je stručne udruge IEEE, Akademije tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ), predsjednik Tehničkog odbora za robotiku međunarodne udruge IFAC, stalni član upravnog tijela European Conference of Mobile Robots, suutemeljitelj međunarodne udruge The Space Laboratory Network. Član je Upravnog odbora Hrvatskog društva za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku (KoREMA) te glavni i odgovorni urednik časopisa *Automatika* od 2010. godine. Godine 1990. primio je u Ljubljani nagradu *Prof. dr. Vratislav Bedjanič* za posebno istaknut magistarski rad, 1998. Srebrnu plaketu Nagrade *Josip Lončar* FER-a za posebno istaknutu doktorsku disertaciju, a za znanstvena je postignuća dobio 2008. godine nagradu *Rikard Podhorsky* Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, 2011. godine Državnu nagradu za znanost, 2013. godine Zlatnu plaketu Nagrade *Josip Lončar* FER-a te 2015. godine Nagradu za znanost FER-a.

Prof. Petrović, kao glavni i odgovorni urednik, dao je značajan kreativni doprinos u daljnjem razvoju časopisa *Automatika*. Za relativno kratko vrijeme, zajedno s mladim i entuzijastičnim uredničkim timom, povećao je učestalost izlaženja časopisa (s dva na četiri broja godišnje) s dominantnim udjelom inozemnih autora širom svijeta. To je nedvojbeno pridonijelo povećanju prepoznatljivosti i internacionalizaciji časopisa. Time se svrstao u plejadu glavnih i odgovornih urednika časopisa od početka njegova izlaženja. Prof. Černelč, prof. Rajković i prof. Petrović, svaki na svoj način i svaki u svoje vrijeme, dali su značajno obilježje časopisu *Automatika*. Treba vjerovati da će se *Automatika* u kontinuitetu i dalje razvijati u okrilju izdavačaTaylor & Francis.

AUTOMATIKA

Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications
Online ISSN 1848-3380, Print ISSN 0005-1144, doi: 10.7305, UDK 007:62/68
ATKAAF 57(4), 852–1094 (2016)
Volume 57, No. 4, October–December 2016

Published quarterly by KoREMA – Croatian Society for Communications, Computing, Electronics, Measurement and Control, Member of IFAC

Partly financed by the Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia

Abstracted/Indexed in Science Citation Index Expanded, SCOPUS, EBSCO and INSPEC (Institution of Electrical Engineers)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief
Ivan Petrović
University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing, Croatia

Associate Editors

Mato Baotić
University of Zagreb, Croatia
Jadranko Matuško
University of Zagreb, Croatia
Mario Vašak
University of Zagreb, Croatia
Vedran Bilas
University of Zagreb, Croatia
Darko Vasić
University of Zagreb, Croatia

Danijel Pavković
University of Zagreb, Croatia
Zdenko Kovačić
University of Zagreb, Croatia
Miro Milanovič
University of Maribor, Slovenia
Davor Petrinović
University of Zagreb, Croatia
Josip Knezović
University of Zagreb, Croatia

Zvonimir Šipuš
University of Zagreb, Croatia
Davor Bonefačić
University of Zagreb, Croatia
Tomislav Suligoj
University of Zagreb, Croatia
Ivana Podnar Žarko
University of Zagreb, Croatia

Editors

Morgens Blanke
Aalborg University, Denmark
Nikola Bogunović
University of Zagreb, Croatia
Dali Đonlagić
University of Maribor, Slovenia
Branko Jeren
University of Zagreb, Croatia
Branko Kalalinić
Vienna University of Technology, Austria

Werner Leonhard
Technical University Braunschweig, Germany
Gabor Matay
Budapest University of Technology and Economics, Hungary
Sanjit K. Mitra
University of California, USA
Borivoj Modlic
University of Zagreb, Croatia
Lucio Vegni
University of Roma Tre, Italy

Dana Kulić
University of Waterloo, Canada
Luis Martínez Salamero
University "Rovira i Virgili" of Tarragona, Spain
Mislav Grgić
University of Zagreb, Croatia
Marija Seder
University of Zagreb, Croatia

PUBLISHING COUNCIL

Nedjeljko Perić, Chair
University of Zagreb, Croatia
Leo Budin
Croatian Academy of Sciences and Arts, Croatia
Dali Đonlagić
University of Maribor, Slovenia

Bernard Franković
University of Rijeka, Croatia
Martin Jadrić
University of Split, Croatia
Drago Matko
University of Ljubljana, Slovenia

Anton Ogorelec
University of Ljubljana, Slovenia
Asif Šabanović
Sabanci University, Turkey
Hideki Hashimoto
University of Tokyo, Japan

EDITORIAL OFFICE AND JOURNAL ADMINISTRATION

Journal Preparation for Print: **Ivan Marković**, coordinator, **Tamara Hadjina, Nikola Hure, Vinko Lešić, Ivan Maurović, Josip Ćesić, Kruno Lenac**
Print: **Cerovski d.o.o.**, HR-10000 Zagreb, Zavrtnica 17, Croatia
Manuscript Submission System: **Ivan Marković**
Journal subscription and Advertisement announcement information: **Marina Štimec**, KoREMA Secretary
KoREMA Secretariat and Journal Address:
KoREMA (for journal Automatika), Unska 3, 10000 Zagreb, Croatia
Phone: ++(385 1) 6129 869, Fax: ++(385 1) 6129 870
E-mail: korema@korema.hr, URL: http://automatika.korema.hr

Slika 16. Impresum *Automatike* 4/2016. (zadnji broj u izdanju KoREMA-e)

Zaključno

Automatika je kroz svoj razvojni put dug 58 godina pratila i poticala razvoj znanosti i njezine primjene u Hrvatskoj i u bivšoj Jugoslaviji, izrastajući tako u međunarodno prepoznat i cijenjen časopis. U tih je 58 godina 3686 autora/koautora objavilo 2007 članaka na 16 276 stranica. U svojoj povijesti izlaženja *Automatika* je imala tri izdavača: Savez ETAN (1963. − 1992.), KoREMA-u (1992. − 2016.) i Taylor & Francis (2017. −). U tijelima *Automatike* – Uredničkom kolegiju, Uredničkom odboru i Izdavačkom savjetu – uvijek su se nalazili znanstveno prepoznati i društveno odgovorni ljudi, koji su brižno usmjeravali sveukupno djelovanje časopisa, nerijetko i u otežanim financijskim uvjetima. Posebno velika zahvalnost pripada trima glavnim i odgovornim urednicima – prof. Joži Černelču (1963. − 1992.), prof. dr. sc. Borivoju Rajkoviću (1992. − 2010.) te prof. dr. sc. Ivanu Petroviću (2010. −).

Od 1. siječnja 2017. časopis *Automatika* izdaje poznata svjetska izdavačka kuća Taylor & Francis. Vjerujemo da je time učinjen značajan iskorak u smislu njegove internacionalizacije i prepoznatljivosti. Vjerujemo također da će uređivačka politika časopisa ostati dosljedna svojoj tradiciji – visokoj kvaliteti objavljenih radova i usmjerenosti primjenama.

Literatura

[1] Svi brojevi časopisa *Automatika* od početka izlaženja do danas.

[2] 20 godina *Automatike* – Jugoslavenski časopis za automatizaciju i informatiku, *Automatika* 1960. − 1980.

[3] Automatika bibliografija 1981. − 1994., *Automatika* – Časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije, KoREMA, 1994.

[4] Zapisnici sjednica udruge KoREMA (1992. − 2017.)

The Journal "Automatika" – Its Contribution to the Development of Science and Industry

Nedjeljko Perić

Abstract: The Journal *Automatika* this year celebrates 58 years of continuous and fruitful edition, contributing to the development of science and technology in Croatia as well as in the regional environment, in the wider range of multidisciplinary professions. Since its very beginnings, *Automatika* has had a strong emphasis on applying the results of scientific research in the economy and so contributing to raising the level of its technological progress. The Journal *Automatika* started in the time when the level of automation was relatively low and when it was beginning the affirmation of computer science and technology that had experienced the full prosperity in the 80s of the last century. That time was marked by the so-called Third Industrial Revolution. *Automatika* has followed it, and at the same time developed with it. Today, we are at the forefront of the Fourth Industrial Revolution characterized by cybernetic-physical systems and Internet of Things and Services that enable complex automation supported by intelligent robotics with applications in all manufacturing and service sectors. *Automatika*, as a wider profiled journal for automation, measurement, electronics, computing and communications recognizes these trends of development of science and technology and applications that improve the economy and society as a whole. The Journal *Automatika* is today a world recognized journal in which the authors from all the world are publishing the results of their scientific research.

Keywords: The Journal *Automatika*, automation, measurement, electronics, computing, communications, economy

Željko Hanjš

Matematičko-fizički list za učenike i nastavnike od 1950. do 2017.

Sažetak: Godine 1949. u Bledu je održan I. kongres matematičara i fizičara bivše Jugoslavije na kojem je odlučeno da se počne s izdavanjem časopisa *Matematičko-fizički list za učenike srednjih škola*. Sada ga izdaju Hrvatsko matematičko društvo i Hrvatsko fizikalno društvo Republike Hrvatske. Zadatak lista je da kod učenika srednjih škola pobudi što veći interes za proučavanje matematike, fizike i srodnih znanosti, i da se učenike pravilno usmjeri na prirodoslovno-matematičke i tehničke fakultete. U njima ima članaka iz matematike, fizike, informatike i astronomije. U svakom broju ima zadataka iz matematike i fizike koji su namijenjeni učenicima da ih samostalno rješavaju i šalju rješenja u redakciju. Uz razne dodatne zanimljivosti, izvještaje s natjecanja iz matematike i fizike, kako domaćih tako i međunarodnih, navode se i nove popularne knjige.

Ključne riječi: *Matematičko-fizički list*, matematika, fizika, informatika, astronomija, natjecanja

Uvod

Matematika i fizika odavno se predaju u osnovnim i srednjim školama. Postoje i udžbenici za te predmete koji omogućuju stjecanje osnovnog znanja, ali za njegovo proširivanje potrebni su dodatni materijali i još neke druge aktivnosti. I kod nas se već odavno osjećala potreba za časopisom za matematiku i fiziku u srednjoj školi radi poboljšanja kvalitete budućih nastavnika i profesora. U ispunjenju tog zadatka veliko značenje ima kvaliteta rada nastavnika u

srednjoj školi. Kvalitetu nastave u školi u vrlo velikoj mjeri određuje kvaliteta budućih studenata, a o njihovoj spremnosti ovisit će koji će stupanj kvalifikacije imati budući znanstveni i tehnički djelatnici. Zato se od škole tražilo da kod učenika stvori solidne preduvjete za uspješno obrazovanje. Prvi hrvatski periodički časopis je *Hrvatski planinar* od 1898. godine. Od 1911. godine izdaje se časopis *Priroda*.

Budući da su matematika i fizika u osnovi svih tehničkih znanosti, trebalo je upravo tim predmetima posvetiti posebnu pažnju. Stoga je od 8. do 12. studenog 1949. godine održan u Bledu I. Kongres matematičara i fizičara FNRJ, na kojem se svestrano raspravljalo o problematici nastave i znanstvenog rada iz matematike i fizike. Utvrđeno je da ima nedostataka u znanju tih predmeta kod učenika srednjih i srednjostručnih škola. Da bi se to ispravilo, odlučeno je pokrenuti časopis za matematiku i fiziku za učenike srednjih škola, kako bi stjecali novo i proširivali stečeno znanje te ga produbljivali i dalje razvijali. Sukladno zaključcima bledskog kongresa, odlučeno je pokrenuti *Matematičko-fizički list za učenike srednjih škola*. Izdavanje je povjereno Društvu matematičara i fizičara NR Hrvatske. Prvi broj izišao je početkom školske godine 1950./1951.

1. Svrha i cilj učenja matematike

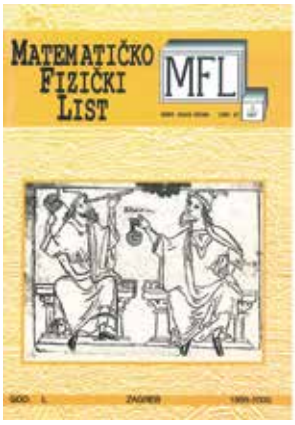
Mnogi su se učenici zasigurno pitali: Zašto se uči matematika? Neki od njih zaista vole matematiku, dok mnogima ona stvara velike teškoće. Matematika zahtijeva ustrajan i naporan rad, a mnogi bi htjeli brzo i lako doći do matematičkog znanja. Ali, već je veliki starogrčki matematičar Euklid rekao da ne postoji neki "kraljevski" put do znanja, nego samo jedan jednak za sve. Zato: kad

proučavamo matematiku i fiziku moramo obuhvatiti sve njihove strane, sve veze i uzajamni stil.

Opravdana je važnost koja se pridaje nastavi matematike jer je ona nosilac svega realnog u nastavi i služi kao najpotpunija veza među svim znanostima koje se služe matematičkim metodama. Od svih prirodnih znanosti fizika je ona koja se najobilatije služi matematikom kao sredstvom i po tome joj je najbliža. Kojem pozivu da se odazoveš? Pravodobna orijentacija učenika pri izboru budućeg poziva spriječit će nepotrebna lutanja. Učenici ponajprije trebaju znati koji su sve pozivi u vezi s matematikom. To je, prije svega, sama matematika, a zatim fizika i kemija. Matematičku spremu traži astronomija i geodezija i nadalje sve one struke koje imaju za osnovu matematiku, a to su ukratko sve tehničke znanosti. Stoga se matematika predaje na mnogim fakultetima. Predaje se i na poljoprivredno-šumarskim i ekonomskim fakultetima, kao i na farmaceutskom, medicinskom i veterinarskom. Zato je potrebno da studenti na svakom od njih imaju određeno znanje elementarne matematike.

Uspješno svladavanje gradiva matematike na fakultetima umnogome ovisi o tomu u kojoj su mjeri slušači svladali gradivo srednjoškolske matematike. Zato napreduju oni koji imaju solidnu matematičku podlogu. Oni koji žele studirati na nekom fakultetu, a nemaju dovoljno predznanja, trebaju ozbiljno prionuti radu nastojeći upotpuniti ono što su propustili u srednjoj školi.

Matematika se uči od prvog razreda osnovne škole i ima posebnu važnost. Ona razvija učenikov smisao za urednost i točnost, a svojim ga preciznim jezikom uči da se kratko i jasno izražava. Ona ga, kao niti jedna druga znanost, uči da vlastitim snagama svladava poteškoće pri rješavanju problema ne samo u matematici, nego i u svakodnevnom životu. Matematika je postala elementarni faktor kulture, kulture misli, a čemu se danas poklanja velika pažnja preko matematičkih natjecanja, matematičkih kružoka i radionica.



Matematika je pomogla u ostvarenju npr. radija, televizije, radara, nuklearne fizike, atomske energije, astronomije i astrofizike, informatike i računarstva. Oni koji žele biti graditelji novog, dobri inženjeri, moraju imati ponajprije dobre osnove iz srednjoškolske matematike.

Uz matematiku, i nastava fizike zauzima jedno od najvažnijih mjesta u našoj srednjoj školi. Njezina uloga u tehnici nije manje važna od njezine primjene u prirodnim znanostima. Zato je uloga fizike u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi velika. Nastavom fizike učenici se uvode u metode znanstvenog ispitivanja i znanstvenog mišljenja.

2. Zadatak *Matematičko-fizičkog lista*

Zadatak lista je, u prvom redu, da kod učenika, ponajprije srednjih škola, pobudi što veći interes za proučavanje matematike, fizike i srodnih znanosti, i da sustavno još u školi pripremi učenike da se pravilno usmjere na prirodoslovno-matematičke i tehničke fakultete, njegujući egzaktno mišljenje i stvaralački pronalazački duh. Časopis nastoji razbiti strah od matematike i ukloniti bajke o posebnoj nadarenosti za matematiku. Jedan od najvećih poticaja da se učenik bavi matematikom je interes za probleme, čije rješenje stvara veselje i zadovoljstvo. Ispravno postavljen matematički problem može pobuditi interes, a pri pravilnom vođenju može poticati na plodan matematički rad. List nastoji učenicima i nastavnicima pružiti konkretnu pomoć, dajući im materijal koji će im pomoći da se više aktiviraju u matematici i fizici. U listu će biti članaka koji će učenike uvoditi u krug ideja suvremene matematike i fizike. Uskoro su se pojavljivali članci iz astronomije i astrofizike, a poslije i prilozi iz informatike.

3. Primjeri članaka

a) Matematika

U svakom broju lista ima članaka iz matematike. Spomenut ćemo samo neke o njih: Vladimir Devidé, Elementarno rješavanje nekih problema o ekstremima, O jednoj mogućnosti pogrešnog zaključivanja, Indukcija u kombinatorici, O suvremenoj matematici; Danilo Blanuša, Nešto iz teorije relativnosti, Nešto o primbrojevima, O neeuklidskim geometrijama, Matematika i umjetnost, Matematika jedne igre; Žarko Dadić, Preporod i začetak suvremene matematike i fizike u Hrvatskoj; Milenko Sevdić, Jedna grafička metoda za rješavanje kvadratne jednadžbe; Dragiša Mitrović, O asimptotama; Stjepan Škarica, O jednom

Diofantovom zadatku; Krešo Horvatić, Konveksne figure, Figure konstantne širine, O principu dualiteta u geometriji; Stanko Prvanović, Neke osobine prirodnih brojeva; Željko Marković, Ruđer Bošković, i njegova 'Teorija prirodne filozofije'; Stanko Bilinski, Hoćemo li studirati matematiku; Momčilo Kosmajac, O geometrijskim konstrukcijama s nepoznatim elementima, Rješavanje trigonometrijskih zadataka pomoću kompleksnih brojeva, O klasifikaciji Pitagorinih trokuta primjenom kompleksnih brojeva; Sibe Mardešić, Cantorov trijadski skup; Zdravko Kurnik, Geometrijska aproksimacija, Vektori u geometriji; Svetozar Kurepa i Boris Pavković, Površina poopćenog kruga; Mirko Radić, O algebarskoj operaciji i nekim pojmovima u vezi s njom, Kako se mijenja linearna funkcija na spojnici dviju točaka; Milan Krajnović, Približna rektifikacija kružnog luka, Kružnica bez šestara?!, Logaritamska mreža, Polulogaritamska mreža; Vladimir Volenec, Poopćenje jednog Buffonovog problema; Hrvoje Kraljević, O grupama; Ivan Lončar, Pojam topološkog prostora; Ksenija Horvatić, O pravčastim tvorevinama i sintetičkoj geometriji; Damjan Jovičić, Primjeri grupa i izomorfizam grupa; Dušan Repovš, Tri igre; Jagoda Brkić, Zašto učimo matematiku (u povodu jednog kongresa); Grozdana Papić, Problem četiriju boja, Malo šaha, malo teorije brojeva; Boris Pavković, Rekurzivne jednadžbe; Željko Pauše, Što je 'teorija informacije'?; Robert Manger, Greške kod numeričkog računanja; Dominik Palman, Geometrijske konfiguracije, Konačne projektivne ravnine; Darko Žubrinić, Što je optimalno upravljanje?, Božanski ili zlatni omjer; Boris Guljaš, Numeričko rješavanje nelinearnih jednadžbi; Dragica Suljagić, Simpleks metoda i optimalno rješenje problema dohotka; Željko Čučković, Što je metrički prostor; Šefket Arslanagić, Hamiltonova teorema i neke njezine posljedice; Josip Pečarić, Konveksne funkcije i nejednakosti; Željko Hanjš, Trigonometrijski oblik kompleksnog broja, Približne konstrukcije nekih pravilnih mnogokuta, Konstrukcije samo šestarom, Statika stupca domina i harmonijski brojevi, Pauk u sobi, Soroban – japanski abak; Mirko Polonijo, Beskonačnost skupa primbrojeva – Eulerov dokaz; Ivica Gusić, Prikazivanje brojeva kvadratnim formama; Mladen Vuković, Indirektni dokazi; Margita Pavleković, Napoleonovi trokuti; Maja Cvitković, Kamenčići; Petar Vranjković, Pojam slučajne varijable; Siniša Slijepčević, Kako napraviti fraktal?; Marina Kreković, Mollweidove jednadžbe; Predrag Lončar, Primjena majorizacije u trigonometriji, Apolonijeve kružnice; Vesna Skočir, Površina "rešetkastog" mnogokuta; Blaženka Divjak, Hiperkompleksni brojevi; Karmela Milutinović, Zadatci o elipsama iz japanskih hramova; Hojoo Lee, Nejednakosti s homogenim simetričnim polinomima; Willie Yong i Jim Boyd, Što je zapravo "očito"; Boško Šego, Kolika je površina Manhattana?; Marko Valčić, Primjena Jensenove nejednakosti u trigonometriji; Petar Svirčević, O jednom svojstvu težišta trokuta i tetraedra; Vedran Šego, P=NP?; Kajetan Šeper, Površina jednog četverokuta; Vedran Kojić, Intuitivni pristup geometrijskoj vjerojatnosti; Ivica Vuković,

Spletke, dvoboji, samoubojstvo i kubna jednadžba; Ljubica Bačić i Vojislav Đuračković, Fraktali u Sketchpadu; Darko Veljan, Poopćeni Pitagorin poučak s pravilnim poligonima umjesto kvadratima, Matematika – 2500 godina poslije Pitagore, Površina trokuta, četverokuta, peterokuta i volumen fulerena, Jednakostranični tetraedri, Morleyevo čudo, Srce svakog tetredra je pravilno!, Što je geometrijsko značenje relativističkog zbrajanja brzina?; Vjekoslav Kovač, Primjena ideje atomizacije na jedan kombinatorni tip problema; Ida Balković i Maja Starčević, Određivanje geometrijskog mjesta točaka pomoću programa dinamičke geometrije; Belma Alihodžić, Primjena trigonometrije u planimetriji, stereometriji, fizici i geodeziji; Magdalena Živković, O trisekciji kuta; Zdenka Kolar-Begović i Goran Knez, Brocardove figure trokuta.

b) Fizika

Iz fizike imamo također brojne priloge: Dragutin Mayer, Atomski akceleratori; Vladimir Glumac, Pedeset godina motorne avijacije; Mladen Paić, Atomska energija i njene primjene; Alfred Kurelec, Što je masa, Nikola Tesla (povodom stogodišnjice rođenja), Iz fizike i tehnike velikih akceleracija; Zlatko Janković, Nuklearna reakcija; Božena Volarić, Kako nastaju električni naboji u grmljavinskom oblaku; Dragutin Skoko, Mohorovičićev diskontinuitet (Istraživanje unutrašnjosti Zemlje seizmičkim metodama); Ivo Šlaus, Nuklearne sile; Branko Mokrić, Stogodišnjica rada Geofizičkog zavoda u Zagrebu; Dragutin Miler, Laseri; Tomo Bosanac, Ciklotron u Institutu "Ruđer Bošković"; Branko Eman, O elementarnim česticama; Rudolf Krsnik, Kristalizacija; Ivan Supek, Nils Bohr – osnivač atomske mehanike; Vladimir Paar, Osnove teorije relativnosti; Gaja Alaga, Princip neodređenosti u kvantnoj fizici; Nikola Cindro, Zakoni očuvanja u fizici; Ksenofont Ilakovac, Nuklearna fizika u Institutu "Ruđer Bošković"; Gordana Zovko, O elementarnim česticama, unitarnim simetrijama i kvarkovima; Petar Colić, Planckov zakon zračenja, Granice prirodnih zakona; Žarko Dadić, Grisogonova teorija plime i oseke; Slaven Barišić, Supravodljivost; Marijan Husak, Laser – novo sredstvo nauke i tehnike; Maja Pecarić, Nikola Tesla i njegovi rotacioni strojevi; Vladimir Knapp, O dugoročnom razvoju izvora energije; Petar Kulišić, O solarnoj energiji; Vesna Gotovac, Neke optičke metode detekcije zračnog zagađenja; Vesna Švarcer, Fizika i medicina; Lidija Colombo, Priroda svjetlosti (od antike do našeg doba); Nikola Cindro, Fizika naših dana; Janko Herak, Pogled fizičara u svijet živog; Petar Colić, Vojskovođa u fizikalnom laboratoriju; Vesna Gotovac, Sunčeva i Mjesečeva energija iz mora i oceana; Branislav Čabrić, Monokristali; Ivica Picek, Struktura vakuuma i problem kozmološke konstante; Mladen Martinis, Postanak svemira; Igor Kudrnovsky, "Centrifugalna sila" – iluzija ili stvarnost?; Ana Smontara, Fulereni; Milan Guberović, Rad plina pri sudarima molekula s površinom klipa; Mladen Martinis, Einstein je imao pravo;

Katarina Uzelac, Fraktali u prirodi, kritične pojave i samoorganizirana kritična stanja; Davor Kirin, Koliki je najveći tlak?; Eduard Tutiš, Organski zasloni; Branimir Lukić, Eksperimenti s optičkom pincetom; Branko Hanžek, Pobornici i protivnici Einsteinove teorije relativnosti; Dragutin Skoko, Mohorovičićev diskontinuitet; Hrvoje Buljan, Valovi samotnjaci; Antonio Šiber, Fizika (i ponešto matematike, kemije i biologije); Marko Grba, Dualizam u fizici; Zvonko Benčić, Pragmatični postupak rješavanja zadataka iz fizike; Milivoj Uroić, Uvod u Monte Carlo metodu, Kosi hitac i Keplerovi zakoni; Senka Đurić, Otkriven Higgsov bozon?; Čedo Branković, Klima i klimatske promjene; Aleksandra Milošević, Regulacija tjelesne topline i prvi zakon termodinamike; Ivo Batistić, Topološka stanja i topološki prijelazi; Petar Žugec, Trajanje dana.

c) Informatika

Neki prilozi iz informatike: Juraj Božičević, Što je kibernetika?, Elektronska računala (analogna), Elektronska računala (digitalna); Veljko Zgaga, Način rada suvremenog računala; Bogdan Zelenko, O digitalnim računalima; Leo Randić, Džepno računalo; Emil Coffou, Čovjek i kompjutor u znanosti; Srećko Polić, Programiranje elektroničkih računala, Reprezentacija i struktura podataka, Softversko inženjerstvo; Branko Souček, Naš prijatelj − kompjutor; Igor Urbiha, Izračunavanje faktorijela za velike brojeve; Goranka Nogo, Učimo matematiku s programom "Mathematica"; Mirko Varga, Razvoj računala i evolucija mikroprocesora; Zlatko Drmač, Numerička matematika i računala; Ante Ćustić, Ponešto o sortiranju; Adrian Satja Kurdija, Kad programi zaigraju; Ivo Ivanišević i Goranka Nogo, Rješavanje problema 2-particije multiskupa.

d) Iz moje radionice i laboratorija

Pečat apstraktnosti ne može se potpuno ukloniti iz matematike, ali fizika mora zato biti prožeta konkretnošću. Učenici se trebaju upoznati s fizičkim pojavama i zakonima s pomoću eksperimenata. Zato je pokus temelj na kojem se sve ostalo gradi. Tomu list posvećuje posebnu pažnju u rubrici Iz moje radionice i laboratorija. Tu se donose upute i opisi kako pripremiti aparate i provoditi jednostavne pokuse koji su pristupačni učenicima, a koje mogu i sami pripremiti i izvoditi. Posebno su bili vrijedni prilozi srednjoškolskih profesora fizike, ali i samih učenika na državnim smotrama: Gustav Šindler s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; Elza Vernić, nastavnica u srednjoj školi i viši predavač na Fizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu; Branka Mikuličić s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; Mileva Varičak iz Zagreba; Rudolf Krsnik s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; August Fitze iz srednje škole u Varaždinu; Branko

Bek iz srednje škole u Rijeci; Marijan Husak, profesor na Gimnaziji u Varaždinu; Planinka Pećina, stručni suradnik na Zavodu za eksperimentalnu fiziku Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; Stjepan Anđić iz srednje škole u Valpovu; Jakov Labor iz Gimnazije *Antuna Vrančića* u Šibeniku; Ivan Voras, profesor na Prirodoslovno-matematičkoj gimnaziji *Matija Mesić* u Slavonskom Brodu; Lovro Gašparac, kao učenik I. gimnazije u Zagrebu; Igor Kudrnovsky, kao student fizike na Fizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu; Matko Konjuh i Srđan Svilokos, kao učenici Opće gimnazije u Dubrovniku; Budimir Kliček i Igor Balažinec, kao učenici Elektrostrojarske škole u Varaždinu; Ana Smontara s Instituta za fiziku u Zagrebu; Aleksa Pavlešin s Instituta *Ruđer Bošković* u Zagrebu; Dubravka Cavaliere, profesorica fizike na Gimnaziji u Dubrovniku; Berti Erjavec s Instituta za fiziku u Zagrebu; Ivica Aviani s Instituta za fiziku u Zagrebu; Tine Golež, profesor u Biskupijskoj klasičnoj gimnaziji u Ljubljani; Tomislav Mađarić, profesor iz Rijeke; Tonči Andreis, profesor u Srednjoj školi Vela Luka na Korčuli; Antun Rubčić s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; Vladis Vujnović s Instituta za fiziku u Zagrebu; Hrvoje Mesić s Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu; Davor Katunarić, Gimnazija *Frane Petrića* u Zadru.

e) Astronomija i astrofizika

Često su bili zastupljeni članci iz astronomije i astrofizike: Slavko Požgaj, Zagonetke o Sunčevoj zagonetki; Ivo Penzar, Što se događa sa Sunčevom radijacijom u našoj atmosferi; Davorin Bazjanac, Raketa u službi nauke, Prvi ljudi na Mjesecu; Vladis Vujnović, Kako se određuje broj atoma raznih elemenata u svemiru, Koliki je tlak u centru Mjeseca?, Kako brzo nastaju zvijezde?; Branko Đurić, Izračunavanje starosti Sunca; Miroslav Furić, Kolaps zvijezda i nastanak supernovih; Krešimir Pavlovski, Rocherova granica; Dragan Roša, Do kuda se pruža vidljivi horizont?; Roman Brajša, Sunčev dinamo i diferencijalna rotacija Sunca; Željko Andreić, Sjaj višestrukih zvijezda; Slaven Garaj, Meteorski potok perzeida – kako promatrati meteore; Silvija Gradečak, Leonidi 1998.; Marijan Husak, Bila je pomrčina Sunca; Matko Milin, Mars u opoziciji; Marina Skender, Sunčevi bljeskovi; Dario Hrupec, Gama-astronomija – posljednji elektromagnetski prozor u svemir; Dijana Dominis Prester, Otkriće planeta sličnog Zemlji pomoću metode gravitacijske leće; Ettore Tamajo, Dvojne zvijezde kao izvori znanja; Dejan Vinković, Planetarne kolijevke; Roko Pešić, Toplinska smrt svemira; Nils Paar, Nuklearni procesi u evoluciji supernove; Krešimir Kumerički, Najnovija mjerenja kozmičkog pozadinskog zračenja; Mile Karlica, Neutronske zvijezde – pogled u kozmičku kovačnicu; Zvonimir Drvar, Proljetno opažanje Merkura 2016. – od elongacije do tranzita.

Do 1991. godine objavljivani su prilozi iz nacrtne geometrije. List je donosio zadatke s kvalifikacijskih ispita na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu i Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.

4. O rubrikama

a) *Biografije znanstvenika*

Povodom raznih obljetnica pojavljivale su se biografije poznatih znanstvenika iz bliže i daljnje prošlosti. Evo barem nekih od njih: Žarko Dadić, Marin Getaldić (povodom 400 godina rođenja), Isaac Newton (u povodu 250. godišnjice smrti); Franjo Hrabak, Tales iz Mileta; Leo Randić, Nikola Kopernik (1473. – 1543.); Stjepan Škreblin, Život i rad Karla Friedricha Gaussa (1777. – 1855.), Život i rad Leonharda Eulera (1707. – 1783.); Branimir Marković, Ruđer Bošković (1711. – 1787.), Prof. dr. Dušan Pejnović (1868. – 1943.); Ivan Supek, Marko Antonije de Dominis; Đuro Kurepa, Stogodišnjica rođenja Vladimira Varićaka (1865. – 1942.); Ivan Vidav, Profesor dr. Josip Plemelj; Dragan Trifunović, Mihailo N. Petrović – Alas; Gustav Šindler, Arhimed; Danilo Blanuša, Albert Einstein (povodom 100 godina rođenja).

Od 2000. godine na zadnjoj strani omota u svakom broju imamo kratak prilog o nekom poznatom matematičaru ili fizičaru.

b) *Zanimljivosti*

Rubrika *Zanimljivosti* donosi različite informacije iz matematike i fizike, a svojim su se prilozima javljali i učenici. Tu su informacije o natjecanjima iz matematike i fizike, i domaćim i međunarodnim (općinska, županijska i državna, Međunarodne matematičke olimpijade, Međunarodne fizičke olimpijade, Mediteranska matematička natjecanja, Srednjoeuropska matematička olimpijada, Klokan bez granica, Međunarodna prirodoslovna olimpijada mladih), prikazi ljetnih škola. Bilo je vijesti iz rada matematičkih i fizičkih kružoka, prikazivale su se nove knjige matematičkog i fizičkog sadržaja koje su učenicima zanimljive. Objavljivali su se i zadatci s prijamnih ispita na raznim fakultetima. S vremena na vrijeme pojavio bi se i neki kraći članak: Novica Anđić, Neke transcendentne jednadžbe i nejednadžbe; Vesna Špac, Nikola Tesla – svjetlo našeg doba; Darko Žubrinić, Dopisivanje Ruđera Boškovića i Leonharda Eulera; Branimir Dakić, Viètove formule i trokut; Dalibor Šimunić, Neki pojmovi u rješavanju standardnih zadataka iz fizike; Nada Klepac, "Igra" s pravilnim sedmerokutom; Alija Muminagić, Još jedan način konstrukcije korijena kvadratne jednadžbe; Mladen Halapa, O srednjoj brzini; Željko Hanjš, Kvadrat s vrhovima na dvije koncentrične kružnice, Primjena kineskog abaka; Vesna Skočir, Logaritamska križaljka; Vinko Bajrović, Kružnica i njezino središte; Mea Bombardelli i Miroslav Jurišić, Algoritam za djeljivost brojeva.

c) *Zadatci i rješenja*

Učenicima je posebno važna rubrika *Zadatci i rješenja*. To je središnje mjesto, jer ono treba učenike zainteresirati za samostalno rješavanje zadataka. U svakom broju objavljuje se po 14 zadataka iz matematike i sedam iz fizike, a svojedobno, prije 1991. godine, i zadatci za ekonomske škole. Kako ne postoji odgovarajući časopis za osnovne škole, imamo i rubriku za zadatke, njih četiri u svakom broju, od 1991. godine, iz fizike za osnovne škole, a povremeno i neki odgovarajući članak. Učenici rješavaju zadatke i šalju rješenja u uredništvo MFL-a. Dostigla rješenja pregledavaju se i među njima se bira najljepše, najpotpunije i najoriginalnije, koje se objavljuje u jednom od sljedećih brojeva. To je posebno korisno za učenike jer oni time usvajaju matematički jezik i uče se pravilnom matematičkom izražavanju. Zadnjih desetak godina vrlo malo učenika šalje rješenja. Prije toga se dvadesetak do četrdesetak učenika na kraju svake školske godine nagrađivalo proporcionalno broju poslanih rješenja. Učenici Kristijan Kilassa Kvaternik (od 2008. do 2011.) i Zlatko Petolas (od 2014. do 2017.) poslali su rješenja gotovo svih zadataka iz matematike iako na državnim natjecanjima nikad nisu postigli neki visoki rezultat. Prvi rješavatelji, s početka pedesetih godina dvadesetog stoljeća, sad su već odavno u mirovini, ali neki su još uvijek aktivni: Ibrahim Aganović s Matematičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu, rodom iz Banja Luke; Vladimir Bestvina iz Osijeka; Ivan Lončar s Fakulteta organizacije i informatike u Varaždinu; Luka Krnić s Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, rodom iz Šibenika; Zijad Haznadar s Fakulteta elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, rodom iz Banja Luke; Dimitrije Ugrin-Šparac s FER-a u Zagrebu, rodom iz Beograda; Vladimir Ćepulić s FER-a u Zagrebu; Nikola Sarapa s Matematičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu, rodom iz Novog Sada.

Povremeno smo dobivali i članke od učenika koji su usvojili strogi pravilni matematički jezik. Spomenimo barem neke od njih: Andrej Dujella (učenik iz Zadra 1980. – 1984. i poslije student i profesor na Matematičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu, a sada je redoviti član HAZU-a), Neka zanimljiva svojstva trokuta, Suma četiri kvadrata, Neke kubne diofantske jednadžbe, Teorem "o četiri kvadrata"; Anamarija Dubravčić (iz Zagreba, studentica matematike 1. god. 1991.), Krug života i smrti – Josephusov teorem; Ivica Smolić (4. r. Gimnazije Antuna Vrančića, Šibenik, 1998.), Problem igle i broj π, Komutativne potencije; Tonči Kokan (3. r. III. gimnazije, Split, 1999.), U kojem se smjeru okreću kotači; Marko Grba (student Kemijskog odsjeka PMF-a u Zagrebu, 2000.), Jedan trigonometrijski dokaz Heronove formule, Trigonometrijski dokaz Stewartovog teorema, Trigonometrijski dokaz jedne jednakosti u trokutu; Roko Uglešić (3. r. XV. gimnazije u Zagrebu, 2003.), Rješavanje algebarskih jednadžbi trećeg i četvrtog stupnja; Kristijan Kilassa Kvaternik (student matematike,

Matematički odsjek PMF-a u Zagrebu, 2014.), O udaljenosti karakterističnih točaka trokuta; Martina Primožić, Andrea Miletić, Martina Radić, Ela Vuković (učenice 1. r. X. gimnazije *Ivan Supek* u Zagrebu, 2015.), Proučavanje zlatnog reza na primjeru leptira Monarha.

d) *Zabavna matematika*

Od školske godine 1991./1992. do 2009./2010. profesor Zdravko Kurnik vodio je rubriku *Zabavna matematika*, a od 1991./1992. do 2003./2004. Vladimir Hanjš, šahist i šahovski sudac iz Varaždina, vodio je rubriku *Šahovski kutak*, koje su bile posebno interesantne. Bilo je nekoliko priloga o kartaškoj igri bridžu i o igri go. Već dulje vrijeme redovito imamo priloge o danas vrlo popularnoj igri sudoku.

e) *Iz svijeta znanosti*

U rubrici *Iz svijeta znanosti* objavljuju se povremeno znanstvena dostignuća iz fizike. Također su se pratile dodjele Nobelove nagrade za fiziku, kao i dodjele Fieldsove medalje, koje se dodjeljuju na međunarodnim matematičkim kongresima od 1936. godine. Ta se nagrada dodjeljuje samo onima koji imaju osobita znanstvena dostignuća, a 1. siječnja u godini kad se dodjeljuje, kandidat ne smije biti stariji od 40 godina. Od 2003. godine dodjeljuje se Abelova nagrada za matematiku, koja je ekvivalent Nobelove nagrade, ali koja se ne dodjeljuje za matematiku. U svakom godištu otad u MFL-u imamo prilog o dobitniku te nagrade za tekuću godinu. O samoj nagradi i o dobitniku prve, za 2003. godinu, francuskom matematičaru Jean-Pierreu Serreu, te mnogima poslije, pisao je Darko Veljan s Matematičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu.

f) *Intervjui*

Početkom 2009. godine počeli smo objavljivati intervjue s poznatim domaćim matematičarima, fizičarima i astronomima. Prvi je onaj američkog matematičara Jamesa E. Keeslinga s našim poznatim matematičarom Sibom Mardešićem. Uz domaće, nastojali smo najčešće da budu oni koji imaju hrvatsko podrijetlo.

5. Ostali sadržaji

List je pratio Ljetnu školu mladih matematičara, koja se održavala redovito od 1972. godine, a za njezino pokretanje i početno organiziranje bio je zaslužan Luka Krnić, profesor s Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. U početku je to bila savezna Ljetna škola u Esperantskom kampu u Primoštenu s tridesetak polaznika, a broj učenika iz pojedinih republika bio je približno proporcionalan broju stanovnika u svakoj od njih. Poslije je broj učenika iz drugih republika padao jer su pojedine od njih osnivale svoje ljetne škole. Naša se održavala do 2004. godine.

Poslije su osnovane dvije nove ljetne škole: Ljetni kamp mladih matematičara (održava se od 2010. godine u organizaciji udruge Mladi nadareni matematičari *Marin Getaldić* u nekom od jadranskih gradova, a 2017. godine sudjelovalo je 99 učenika osnovnih i srednjih škola) i Ljetna škola Pete (koja se održava u V. gimnaziji u Zagrebu od 2011.). Godine 1984. pokrenuta je Ljetna škola mladih fizičara za učenike osnovnih i srednjih škola, koja se otad neprekidno održava.

Učenicima je zanimljiv *Nagradni natječaj*, u kojem se zadaje neki zadatak i najviše deset rješavatelja dobiva za nagradu neku stručnu knjigu iz matematike ili fizike.

6. Naklada

Pedesetih i šezdesetih godina prošlog stoljeća nije kod nas bilo drugih časopisa za matematiku i fiziku, tako da je školske godine 1966./1967. bilo rekordnih oko 70 000 pretplatnika. Poslije je taj broj padao, a osnivali su se i drugi odgovarajući časopisi. Zadnjih godina ima sve manje pretplatnika. Jedan od razloga je u tome što ima sve više drugih časopisa. U početku je MFL bio jedini takav časopis, a i nastavnici su upoznavali učenike s njim. Bio je i velik broj povjerenika u mnogim školama, a njihovim odlaskom u mirovinu novi se nisu uključivali i učenici nisu imali priliku upoznati se s časopisom. Već dugi niz godina Uredništvo MFL-a svake godine nagrađuje stotinjak učenika koji su osvojili nagrade i pohvale na državnim natjecanjima iz matematike i fizike pretplatom na MFL tijekom iduće školske godine. Ukupan broj stranica u prvih 67 godina bio je preko 16 000. U početku je svaki broj imao, u pravilu, po 48 stranica, a već duže vrijeme ima ih 72.

Izdano je i sedam Izvanrednih brojeva, u kojima je napravljen izbor zadataka s rješenjima iz matematike i fizike, među kojima i *Trojezični rječnik matematičkih naziva (termina) na hrvatskom, engleskom i njemačkom jeziku*, koji je priredio, tad već u mirovini, profesor Milan Krajnović.

Od početka školske godine 1999./2000. list nosi naziv *Matematičko-fizički list za učenike i nastavnike.*

7. Urednici i članovi Uredništva

Na samom početku izlaženja glavni urednik bio je docent Milenko Sevdić iz Zagreba, a tehnički urednik Stjepan Škreblin, profesor Više pedagoške škole u Zagrebu. Članovi Uređivačkog odbora bili su: Franc Ahlin, profesor Više pedagoške škole u Ljubljani; Ivan Bandić, profesor Više pedagoške škole u Beogradu; Franjo Hrabak, direktor I. ekonomske škole u Zagrebu; Petar Jovanović, profesor Više pedagoške škole u Cetinju; Marko Lazić, direktor Gimnazije u Mostaru; Tome Nikolovski, profesor iz Skopja; Gustav Šindler, profesor iz Zagreba. Od 1952. glavni urednik MFL-a bio je Alfred Kurelec.

Godine 1957. glavni urednici postali su Branimir Marković, docent PMF-a u Zagrebu, i Stjepan Škreblin. Novi članovi Uredništva tad su postali Milan Krajnović i Elza Vernić, profesori u Zagrebu. Vladimir Volenec s PMF-a u Zagrebu najdugovječniji je član Uredništva, neprekidno od 1968. godine. Godine 1969. u Uredništvo je ušla Lidija Colombo s Instituta *Ruđer Bošković*. Godine 1970. član Uredništva postao je Živko Madevski s Prirodno-matematičkog fakulteta u Skopju. Početkom školske godine 1971./1972. Vladimir Mićić, s Građevinskog fakulteta u Beogradu, ušao je u Uredništvo. Školske godine 1973./ 1974. član Uredništva bio je Vladimir Devidé s Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Lidija Colombo postala je 1974. urednica za fiziku. Član Uredništva postao je Petar Colić s Instituta *Ruđer Bošković* u Zagrebu i zahvaljujući njemu MFL je uspio prevladati tešku financijsku situaciju. Kako je profesor Stjepan Škreblin već bio u poodmakloj životnoj dobi, Milan Krajnović je 1979. godine, uz dužnost tehničkog urednika, preuzimao i ulogu glavnog i odgovornog urednika. Novi članovi Uredništva postali su Maja Alagić iz Sarajeva, Elena Rubeska iz Skopja, Divko Ćirić iz Novog Sada, Zdravko Kurnik i Branka Mikuličić iz Zagreba i Rudolf Moge iz Maribora. Ana Zidić od 1978. vodi poslove tajnice MFL-a. Tijekom trideset godina savjesno je vodila podatke o pretplatnicima.

Milan Krajnović postao je 1982. glavni i odgovorni urednik, uz Lidiju Colombo, koja je i dalje bila urednica za fiziku. Ostali članovi Uredništva bili su: Goran Baranović, Luka Krnić, Zdravko Kurnik, Branka Mikuličić, Vladimir Volenec i Vladis Vujnović, svi iz Zagreba. Uz Uredništvo imamo i Izdavački savjet. Ana Smontara s Instituta za fiziku postala je 1986. član Uredništva. Branko Eman, zadužen za fiziku za osnovne škole, i Željko Hanjš postali su 1990. novi članovi Uredništva. Željko Hanjš s Matematičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu preuzeo je 1991. dužnost glavnog i odgovornog urednika MFL-a. Te

smo godine počeli elektronsku obradu materijala za MFL. Sredinom 1995. Planinka Pećina postala je član Uredništva. Ana Smontara je 1997. preuzela mjesto urednice za fiziku. Godine 1998. Saša Singer postao je član Uredništva, posebno za *Informatiku*. Jasna Bagić i Erna Šuštar također su tad ušle u Uredništvo. Godine 2000. Krešimir Pavlovski i Ante Bilušić postali su članovi Uredništva, a iduće godine i Ana Sušac. Akademik Vladimir Paar, Matko Milin i Boško Šego postali su članovi Uredništva 2003. godine. Početkom 2006. Maja Planinić ušla je u Uredništvo. Krajem 2006. Igor Gašparić, Dubravka Salopek Weber i Mladen Vuković postali su članovi Uredništva. Početkom 2008. Matko Milin postao je urednik za fiziku, a Sandra Požar preuzela je dužnost tajnice MFL-a. Sredinom 2008. Igor Gašparić postao je član Uredništva, a to je krajem te godine postao i Mirko Polonijo. Početkom 2009. Milivoj Uroić postao je član Uredništva, a sredinom te godine preuzeo je dužnost urednika za fiziku. Sredinom 2010. Berti Erjavec postao je član Uredništva. Sredinom 2012. Dijana Ilišević i Petar Popčević postali su članovi Uredništva.

Od 1991. godine *Matematičko-fizički list* izdaju Hrvatsko matematičko društvo i Hrvatsko fizikalno društvo.

Od 1992. izlazi časopis *Matka*, namijenjen učenicima osnovnih škola, koji je prošle školske godine obilježio 25 godina neprekidnog izlaženja. Tek je 1970. u tadašnjem Sovjetskom Savezu pokrenut časopis *Kvant* za matematiku i fiziku za učenike osnovnih i srednjih škola. Godine 1991. pokrenut je međunarodni srednjoškolski časopis *Mathematics and Informatics Quarterly* koji trenutačno izlazi u Singapuru, ali u Uredništvu su članovi iz raznih zemalja. Matematičari iz Hrvatske (Vladimir Volenec, Zvonko Čerin, Željko Hanjš) imaju nekoliko članaka u tom časopisu. Glavni urednik je Willie Yong iz Singapura. Najstariji poznati srednjoškolski časopis za matematiku i fiziku je KöMaL, koji izlazi u Mađarskoj od 1894. godine.

Sadržaj zadnjih 26 godišta i još neke podatke o Matematičko-fizičkom listu može se pogledati na adresi:

web.math.pmf-unizg.hr/mfl
ili
matematičko-fizički list

Dodatak: Životopisi glavnih urednika

Kod svakog časopisa vrlo je važna uloga urednika. Moraju prikupljati materijale, pregledavati ih i, u suradnji s ostalim članovima Uredništva, odlučiti koji će ići u sljedeći broj. Za kvalitetu časopisa vrlo je važna priprema, koja se s velikom preciznošću zadnjih oko 25 godina obavlja u tvrtki Element. Prije toga priprema se obavljala u Grafičkom zavodu Hrvatske. Navest ćemo sve dosadašnje glavne urednike.

Milenko Sevdić (1904. – 1978.)

Jedan od osnivača MFL-a i njegov prvi urednik bio je profesor Milenko Sevdić. Rođen je u Sremskim Karlovcima. Gimnaziju je završio u Vinkovcima, diplomirao matematiku 1929. na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Zatim je radio kao profesor Gimnazije u Bihaću. Već tad je surađivao u raznim časopisima. Publicirao je nekoliko knjižica iz povijesti matematike. Ratno zarobljeništvo na pune je četiri godine prekinulo njegov rad. Odmah nakon oslobođenja, punim elanom, svojim znanstvenim, pedagoškim i društvenim radom uključuje se u nastavni rad. Radio je kao profesor u Petoj i Partizanskoj gimnaziji u Zagrebu, a zatim na Višoj pedagoškoj školi u Zagrebu. Zadnjih je godina bio docent, pa profesor na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje je godinu dana bio i dekan. Bolest ga je (1961.) prerano udaljila iz aktivne službe, gdje je mnogobrojnim učenicima i studentima ostao u sjećanju kao izniman metodičar koji je osvajao pažnju zanimljivim i pristupačnim stilom. Uz znanstveni i nastavnički rad valja istaknuti niz njegovih udžbenika i priručnika (Školski leksikon) za škole raznih stupnjeva, recenzije, školske inspekcije, referate i predavanja na matematičkim kongresima i seminarima. Bio je izvanredan popularizator matematike. Spomenimo knjigu *Matematičar na izletu* i prijevod Pereljmanove *Zanimljive matematike*, te posebno, vrlo uspjelu *Matematičku čitanku* koja je 1947. izišla u njegovoj redakciji. Napisao je četrdesetak stručno-pedagoških članaka u raznim časopisima. U ovom listu naći ćemo niz njegovih lijepih priloga (članci iz aritmetike i algebre, o Simpsonovoj formuli, o Didoninu problemu, o šatorima i matematici). Umro je u Zagrebu, a za života je nesebično pomagao i zračio optimizmom u svakoj svojoj radnoj sredini.

Alfred Kurelec (1907. – 1970.)

Profesor Alfred Kurelec rođen je u Petrinji. Maturirao je u Karlovcu 1925. godine. Fiziku je diplomirao 1930. na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Službovao je u Slavonskom Brodu, Ogulinu, Karlovcu i na Višoj pedagoškoj školi u Zagrebu. Četiri područja djelovanja ostavljaju trajan trag u sjećanju na humanu i kulturnu osobu profesora Kurelca.

Dvadesetogodišnja nastavnička djelatnost na Višoj pedagoškoj školi, trajni rad u Republičkoj komisiji tadašnjeg Društva matematičara i fizičara Hrvatske za nastavne planove i programe iz fizike za osnovne škole, rad u paralelnoj komisiji za nastavu fizike u srednjim školama i, konačno, pet godina djelatnosti urednika MFL-a, od 1952. do 1957. Njegove rasprave o znanstvenoj ostavštini N. Tesle, A. Einsteina, M. Plancka i razmatranja o biti pojma mase, mogućnostima i posljedicama velikih ubrzanja, potvrđuju snagu intelektualnog poniranja čovjeka koji teži dokučiti bit nekih pojmova. Rad *Pokusi iz elementarne mehanike* zapažen je 1959. godine. U njemu nijedna riječ nije napisana, a da nije prethodno temeljito eksperimentalno provjerena. Preciznost i upornost odraz su njegove neiscrpne volje i intelekta. Priručnik za doškolovanje nastavnika, nastao u vrijeme kad je nedostajalo stručnih nastavnika fizike u osnovnim školama, bio je poluga pokretanja i intenziviranja nastave fizike u nas. *Fizika za prvi razred gimnazija* – Kurelčeva mehanika – daljnji je trajni doprinos nastavi fizike. Uspješno učenje fundamentalne fizikalne znanosti i blagotvoran transfer njezina znanja pridonosi lakšem prilagođavanju učenika potrebama raznovrsne prakse koju traži društvo u razvoju. Umro je u Zagrebu, ostavljajući svoj životni opus u dimenzijama koje prelaze okvire radnih mjesta na kojima je radio. Njegovo djelo ponire u temelje prosvjete i kulture generacija koje su se njim koristile.

Branimir Marković (1917. – 1973.)

Branimir Marković rođen je u Ravnoj Gori (Gorski kotar), gdje mu je otac bio učitelj. Godine 1957. postao je urednik za fiziku MFL-a. Tu je dužnost obavljao znalački, savjesno i požrtvovno. Po dolasku u Uredništvo počeo je reorganizaciju lista u svrhu poboljšanja. Postavio si je zadatak da za svaki broj priskrbi i priredi po dva članka, ponajčešće iz područja moderne fizike; zatim da unaprijedi rubriku *Iz moje radionice i laboratorija*, u kojoj su bile vrijedne upute za priređivanje i izvođenje raznih jednostavnih pokusa iz fizike u srednjoj školi. Osim toga, njegovom su brigom u rubrici *Zanimljivosti i razno* izlazili kraći prilozi koji su se odnosili na aktualne teme iz raznih fizikalnih područja. Tu je često davao i svoje doprinose. Posebno se brinuo da list bude podjednako zanimljiv i za mlade matematičare i za mlade fizičare. U prikupljanju materijala iz fizike odlučujuću je ulogu odigrao upravo on sam. Poznavao je mnoge fizičare iz Hrvatske, pa i šire, i održavao veze s njima. Kao profesor na PMF-u u Zagrebu, zatim na Visokoj industrijsko-pedagoškoj školi u Rijeci i redoviti predavač na seminarima za nastavnike fizike koji su se održavali u Crikvenici, upoznavao je mnoge fizičare. Njegova komunikativnost, otvorenost i širina duha omogućili su da se ta poznanstva lako uspostavljaju i dugo čuvaju. Osim toga, kao aktivni istraživač pratio je razvoj moderne fizike i u svijetu i u zemlji.

Tako je uvijek mogao osigurati kvalitetne doprinose listu o svim aktualnim problemima u fizici. Iznad svega treba naglasiti koliko je volio ovaj list i s koliko je ljubavi radio za njega. Njegov je rad u Uredništvu održavao vjeru u korist i važnost našeg lista i ljubavi prema pedagoškom djelovanju. Bio je jedan od najboljih predavača fizike kod nas, a odgoj mladih naraštaja postavljao je kao prvenstveni zadatak sebi i čitavom društvu. Volio je studente, svoje suradnike, ali najviše svoje mlade čitatelje. Njegovo ukupno područje aktivnosti bilo je veliko: uz dužnosti u našem listu spremao je i držao predavanja na fakultetu. U Institutu *Ruđer Bošković* vodio je grupu istraživača na području atomskih i molekularnih znanosti. Inicirao je istraživanja na području lasera i 1964. izradio sa suradnicima prvi laser kod nas. Za taj rad dobio je 1966. Republičku nagradu *Nikola Tesla*. Osim toga, bio je posebno aktivan u organizaciji nastave. Bio je aktivan član Pedagoškog savjeta Hrvatske, surađivao sa Savjetom za stručno obrazovanje i nizom drugih ustanova. Uz sve navedeno, pisao je i udžbenike. U nizu knjiga koje je napisao osobito je bio zapažen udžbenik iz optike koji se godinama upotrebljavao u srednjim školama. Napustio nas je sedamnaest godina nakon što je njegovo ime bilo otisnuto na prvoj stranici našeg lista.

Stjepan Škreblin (1888. – 1982.)

Rođen je 1888. u Pregradi (Hrvatsko zagorje). U Zagrebu je završio gimnaziju te 1913. diplomirao matematiku i fiziku. Već četiri godine poslije, kao mladi profesor se na Konferenciji za reformu matematičke nastave zalagao za postupno pisanje izvornih školskih udžbenika. Od 1925. do 1967. objavljeno je više od 150 izdanja njegovih srednjoškolskih udžbenika i priručnika. Njegov *Infinitezimalni račun* bio je svojevrstan pionirski pothvat u nas. Glavnim odlikama njegovih udžbenika smatraju se: funkcijsko prožimanje građe, grafičko predočivanje, tijesno povezivanje pojedinih teorema i svestrano postupno-metodičko tretiranje zadataka, što je sve širilo matematičke spoznaje učenika i produbljivalo njihovu matematičku pismenost. Uz pisanje udžbenika objavljuje i niz članaka, prikaza i zadataka u raznim časopisima. Nakon diplomiranja radio je kao sveučilišni asistent. Njegov nastavnički rad počinje 1913., kao namjesni učitelj u Prvoj klasičnoj gimnaziji u Zagrebu. Od 1919. do 1945. radi u gimnazijama, a i na Visokoj pedagoškoj školi u Zagrebu. Od 1945. do 1948. direktor je gimnazije, a od 1948. do 1950. profesor na VII. ženskoj gimnaziji u Zagrebu. Do odlaska u mirovinu 1956. bio je profesor Više pedagoške škole. No, mirovina za njega nije bilo mirovanje. Od pokretanja MFL-a 1950. do 1956. njegov je tehnički urednik, a zatim, gotovo do kraja života, glavni i odgovorni urednik. Njegovo ime ušlo je već 1925. u knjigu *Znameniti i zaslužni Hrvati*. Godine 1969. dodijeljena mu je Nagrada *Ivan Filipović*, kao "(…) istaknutom profesoru srednjih i viših škola koji aktivno djeluje više od pola stoljeća kao nastavnik matematike, pisac udžbenika i urednik Matematičko-fizičkog lista za učenike srednjih škola, čime je zacrtao neizbrisiv trag metodici nastave matematike srednjih škola u nas". Godine 1971. dodijeljena mu je Nagrada *Davorin Trstenjak* za životno djelo. Ni u devedesetim godinama života devedeset pet stuba do uredničke sobe nije mu bilo zapreka.

Kad bi se brojni učenici *sjatili* oko njega na početku školskog sata kako bi zavirili u razrednu knjigu, on je uz osmijeh u šali govorio: "Nemojte me opsjedati, niti sam tvrđava niti ljepotica." A ipak, u nekom smislu, bio je i ostao upravo to: i tvrđava i ljepotica. Tvrđava istine u kojoj je svaki njegov đak u teškom trenutku krize našao siguran zaklon pred sumnjom i iskušenjem. I ljepotica, čija je ljepota u tome da drugima otvara oči da bi vidjeli sve ono što je zaista lijepo: i ljepotu nekog matematičkog izvoda, i ljepotu riječi, djela i misli.

Milan Krajnović (1918. – 2002.)

Rođen je u Miholjačkim Martincima (Slavonija). Osnovnu školu polazio je u Varaždinu, gdje ga je sjajna učiteljica Lucija Persoli naučila osnovne računske operacije. Gimnaziju je završio u Bjelovaru. Matematiku je studirao na Filozofskom fakultetu od 1936. do 1940. u Zagrebu. Na trećoj godini s ponosom se prihvatio demonstrature, a prof. dr. Vladimir Varićak mu se ispričavao što zbog financijskih okolnosti nije za to bila moguća novčana naknada. Na početku Drugog svjetskog rata radio je kao gimnazijski profesor u Rumi. Od 1946. do 1952. bio je profesor na Gimnaziji u Sisku, a zatim direktor Sedmogodišnje škole. Godine 1952. premješten je u Zagreb na IX. gimnaziju (vježbaonica za studente). Tu je radio pet godina i 1957. dobio je mjesto na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu gdje je prošao sve faze − od asistenta do višeg predavača. Godine 1988. umirovljen je s 47 godina, tri mjeseca i 21 dan aktivne službe, bez ijednog dana bolovanja.

Za MFL je počeo raditi 1957., a poslije je kao glavni urednik djelovao do 1991. Otad je gotovo do kraja života i dalje često dolazio u Uredništvo te savjetima pomagao u daljnjem izlaženju i oblikovanju lista. Ujedno je radio kao "glavni revizor", obavljao završnu korekturu pred odlazak u tiskaru i često puta znao je reći da je "lovac na pogreške". Uza sve obveze napisao je tri srednjoškolska udžbenika, knjige *Gdje je pogreška?* i *Grafovi funkcija*, te preveo knjigu Georgea Pólye *Kako riješiti matematički zadatak*. Pred kraj života izdao je *Trojezični rječnik matematičkih naziva (termina) na hrvatskom, engleskom i njemačkom jeziku*, koji je pripremao tridesetak godina. Od pedesetak članaka i člančića u MFL-u najznačajniji je onaj o (polu)logaritamskoj mreži. Priredio je također tri matematička nastavna filma. I dandanas, učenici srednjih škola raduju se što imaju svoj časopis za matematiku i fiziku.

Profesor Krajnović često se sjećao lijepih događaja. Znao je prepričavati jedan od njih: "Jedan učenik i njegov kolega iz varaždinske gimnazije željeli su ići na natjecanje iz matematike, ali tada ono nije bilo organizirano u njihovoj općini. Obratili su se uredništvu MFL-a s molbom da im se omogući izravno sudjelovanje na republičkom natjecanju, budući da su rješavali zadatke u MFL-u. Upoznata je republička komisija s njihovom molbom i ona je odlučila da se udovolji njihovoj želji. Od 1976. se u Varaždinu redovito održavaju općinska natjecanja iz matematike za srednje škole."

Lidija Colombo (1922. – 2015.)

Lidija Colombo bila je svjetski priznata stručnjakinja u molekulskoj spektroskopiji, osnivačica Laboratorija za molekulsku fiziku na Institutu *Ruđer Bošković* i velik popularizator znanosti. Rođena je u Siveriću kraj Drniša. Studij matematike i eksperimentalne fizike završila je 1950. na PMF-u u Zagrebu. Doktorsku disertaciju *Analiza vibracionih spektara monokristala antracena i paratoliudina* obranila je 1961. na Sveučilištu u Zagrebu. Tijekom studija bila je laborant na Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu, a nakon diplome zapošljava se kao asistent. Počinje suradnju s fizičarima na Institutu *Ruđer Bošković*, gdje se 1955. zapošljava i ostaje sve do umirovljenja 1992. Boravila je na nizu renomiranih znanstvenih institucija u Francuskoj, Njemačkoj, SAD-u i drugim zemljama. Najviše vremena provela je u Parizu na Sveučilištu Sorbonne, surađujući s prof. J. P. Mathieuom na Ramanovoj spektroskopiji molekulskih kristala. Za razvoj znanstvene suradnje s Francuskom, 1983. joj je dodijeljen *Chevalier dans l'Ordre des Palmes Academiques.*

Glavni dio njezina znanstvenog opusa vezan je uz molekulsku spektroskopiju, prije svega infracrvenu i Ramanovu spektroskopiju. U potonjoj se metodi monokromatski snop svjetlosti (nekad su to bile živine lampe, a danas laseri) raspršuje na uzorku (plinovitom, tekućem i krutom). Ramanovi spektri baza su za prikupljanje informacija o silama među atomima i molekulama, kao i o njihovim gibanjima. Lidija Colombo bila je članica tima koji je na Institutu *Ruđer Bošković* početkom šezdesetih godina konstruirao prvi laser u Hrvatskoj. Za to joj je dostignuće, zajedno s B. Markovićem, A. Peršinom i Z. Pavlovićem, 1966. dodijeljena Nagrada *Nikola Tesla*. Godine 1970. pokrenula je Laboratorij za molekulsku fiziku na Institutu *Ruđer Bošković*, u okviru kojeg za rad na toj tematici odgaja nekoliko naraštaja znanstvenika (K. Furić, D. Kirin, V. Volovšek, G. Baranović,…). Bila je članica Uredništva renomiranog međunarodnog časopisa *Journal of Raman Spectroscopy* te članica Hrvatskog kemijskog društva i tajnica Spektroskopske sekcije od 1961. do 1963., te članica Komisije za terminologiju u spektroskopiji pri Uniji kemijskih društava tadašnje Jugoslavije. Za razvoj molekulske spektroskopije 1979. je dobila i Nagradu *Ruđer Bošković*.

Autorica je i koautorica četrdesetak znanstvenih radova (uključujući revijalne), objavljenih u svjetski priznatim časopisima. Koautorica je, s D. Winterhalter i K. Kranjc, popularnog priručnika *Vježbe iz fizike za studente medicinskog, veterinarskog i farmaceutskog fakulteta*, te nekoliko stručnih radova objavljenih u časopisu *Elektrotehnika* (Dobivanje i obrada velikih monokristala, 1965.) i *Matematičko-fizičkom listu* (Raman efekt, 1958., Avogadro, 1976./1977.). Sudjelovala je i održala niz predavanja (posebno je bilo zapaženo plenarno predavanje na Šestoj Međunarodnoj konferenciji o Ramanovoj spektroskopiji (Sixth International Conference on Raman Spectroscopy) održanoj u Indiji) te na međunarodnim konferencijama u zemlji i inozemstvu. Dala je izniman doprinos i visokoškolskom obrazovanju. Na poslijediplomskom studiju fizike, odnosno kemije, bila je nositeljica kolegija Atomska i molekularna fizika (poslijediplomski studij fizike), Vibracioni spektri (poslijediplomski studij Makromolekularne znanosti) i Analitička kemija

(poslijediplomski studij Analitičke kemije). Vodila je desetak diplomskih, magistarskih i jedan doktorski rad.

Važan dio njezine aktivnosti vezan je i za popularizaciju znanosti. Bila je potpredsjednica Društva matematičara i fizičara Hrvatske i predsjednica Sekcije za fiziku te od 1973. do 1998. i urednica za fiziku MFL-a. Kao urednica posebno se skrbila o uključivanju mladih suradnika u rad lista. Nepokolebljivom upornošću i zaraznim entuzijazmom djelovala je poticajno i uspijevala ih, gotovo uvijek, uvjeriti da mu posvete dio svojeg vremena. Otvorena za nove ideje i spremna pomoći u svakoj prilici, pružala je poticaj i ohrabrenje svojim suradnicima nalazeći nove inspiracije za rad i u najtežim situacijama, u vremenima koja nisu uvijek bila naklonjena znanosti i znanstvenicima.

Željko Hanjš

Rođen je 1958. u Varaždinu, gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Studirao je matematiku na PMF-u Sveučilišta u Zagrebu i diplomirao na smjeru inženjer matematike. Obranio je magistarski rad 1985. i doktorsku disertaciju 2006. Radio je kao asistent do 1991., otkad je stručni suradnik, a od 2011. znanstveni suradnik. Tijekom osnovne i srednje škole sudjelovao je na natjecanjima iz matematike i fizike. Godine 1977. bio je član jugoslavenske ekipe na Međunarodnoj matematičkoj olimpijadi (MMO). Kao srednjoškolac redovito je rješavao zadatke iz matematike i fizike iz MFL-a. Od 1982. član je Republičkog povjerenstva za matematička natjecanja. Od 1982. do 1985. i od 1989. do 1991. bio je član Savezne komisije za matematička natjecanja. Od 1993. do 1999., od 2002. do 2004. te 2007. i 2008. jedan je od voditelja hrvatske olimpijske ekipe na MMO-o. Godine 1983. predavao je u Ljetnoj školi mladih matematičara, a iduće godine bio je i njezin voditelj. Od 1991. glavni je i odgovorni urednik MFL-a. Od 1998. do 2009. organizirao je Mediteransko matematičko natjecanje – memorijal Petera O'Hallorana, za Hrvatsku. Uz znanstvene radove, objavio je i veći broj stručnih radova u časopisima (*Matematika*, *Matematičko-fizički list*, *Matka*, *Mathematics and Informatics Quarterly*, *Mathematical Communications*, *Mathematical Competitions*), knjigu *Međunarodne matematičke olimpijade* i, u koautorstvu, oko dvadeset pet knjižica *Matematička natjecanja* u biblioteci Elementarna matematika. Član je Hrvatskog matematičkog društva.

Ana Smontara

Rođena je u Koprivnici, gdje je završila osnovnu školu i gimnaziju. Studirala je fiziku na PMF-u Sveučilišta u Zagrebu i diplomirala na smjeru inženjer fizike. Završila je poslijediplomski studij u Zagrebu, na kojem je obranila magistarski rad i doktorsku disertaciju. Radila je na Institutu za fiziku u Zagrebu kao voditeljica Laboratorija za fiziku transportnih svojstava. Njezina su znanstvena istraživanja eksperimentalnog karaktera i pokrivaju razne probleme fizike kondenzirane materije vezano uz transport naboja i

topline u sustavima reducirane dimenzije, kvazikristalima, kompleksnim metalnim sistemima s gigantskim jediničnim ćelijama te slojevitim materijalima koji se, među ostalim, ističu supravodljivošću na naročito visokim temperaturama, visokim termoelektričnim učinkom, te prilagodljivošću kemijske i prostorne strukture kroz interkalaciju atoma i molekula u prostor između slojeva, što ih čini i tehnološki iznimno zanimljivim i obećavajućim u područjima skladištenja, konverzije ili transporta energije.

Aktivna je u popularizaciji znanosti od studentskih dana kao: tajnica Odbora za natjecanja iz fizike u osnovnim i srednjim školama od 1981. do 1988., inicijatorica i jedan od pokretača Ljetne škole mladih fizičara, koja se redovito održava tijekom ljeta od 1984., jedan od pokretača E-škole fizika 1996., jedan od organizatora Međunarodne olimpijade iz fizike u Portorožu 1985., članica Međunarodne komisije Međunarodne olimpijade iz fizike i voditeljica nacionalne ekipe od 1988. do 1996., urednica za fiziku časopisa MFL od 1998. do 2008.

Objavila je više od sto izvornih znanstvenih radova i poglavlja u knjigama i bila hrvatski koordinator nekoliko bilateralnih projekata i europskih mreža suradnji. Bila je pozvani predavač na desetak međunarodnih konferencija, radionica i škola te je sudjelovala na tridesetak međunarodnih skupova. Bila je gostujuća znanstvenica (mjesec dana do šest mjeseci) na sveučilištima u Francuskoj, SAD-u, Japanu, Njemačkoj, Švicarskoj i Mađarskoj. Bila je mentorica za izradu četiri doktorske disertacije, dva magistarska i desetak diplomskih radova. Recenzentica je za više vodećih časopisa u području fizike. Članica je Hrvatskog fizikalnog društva i Europskog fizikalnog društva, a od 2009. članica je Znanstvenog i Upravnog odbora European C-MAC-a (The European Integrated Center for the Development of New Metallic Alloys and Compounds).

Matko Milin

Rođen je u Zagrebu, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je fiziku na PMF-u Sveučilišta u Zagrebu, na kojem je obranio magistarski rad i doktorsku disertaciju. Radio je na Institutu za fiziku te na Institutu *Ruđer Bošković* u Zagrebu. Godinu dana proveo je na specijalizaciji na Institutu "Hahn-Meitner" u Berlinu, a u više navrata kraće je gostovao na raznim institutima i sveučilištima u Njemačkoj, Italiji, Francuskoj i Belgiji. Radio je na Institutu *Ruđer Bošković*, a sad je na Fizičkom odsjeku PMF-a Sveučilišta u Zagrebu. Glavno područje njegova znanstvenog rada je eksperimentalno proučavanje strukture i reakcija lakih atomskih jezgara, s naglaskom na procese bitne za astrofiziku. U okviru svojeg znanstvenog rada dosad je sudjelovao u više desetaka eksperimenata u Zagrebu, Cataniji, Berlinu, Ženevi, Münchenu, Padovi, Strasbourgu i Louvain-la-Neuveu. Rezultate svojih

istraživanja objavio je u više od 30 znanstvenih radova. U popularizaciji fizike aktivan je od studentskih dana, sudjelujući u pripremi učenika za natjecanja u znanju fizike. Sudjelovao je u više znanstveno-popularizacijskih projekata te recenzirao nekoliko knjiga i udžbenika. Od početka 2008. do sredine 2009. urednik je za fiziku MFL-a. Član je Hrvatskog fizikalnog društva.

Milivoj Uroić

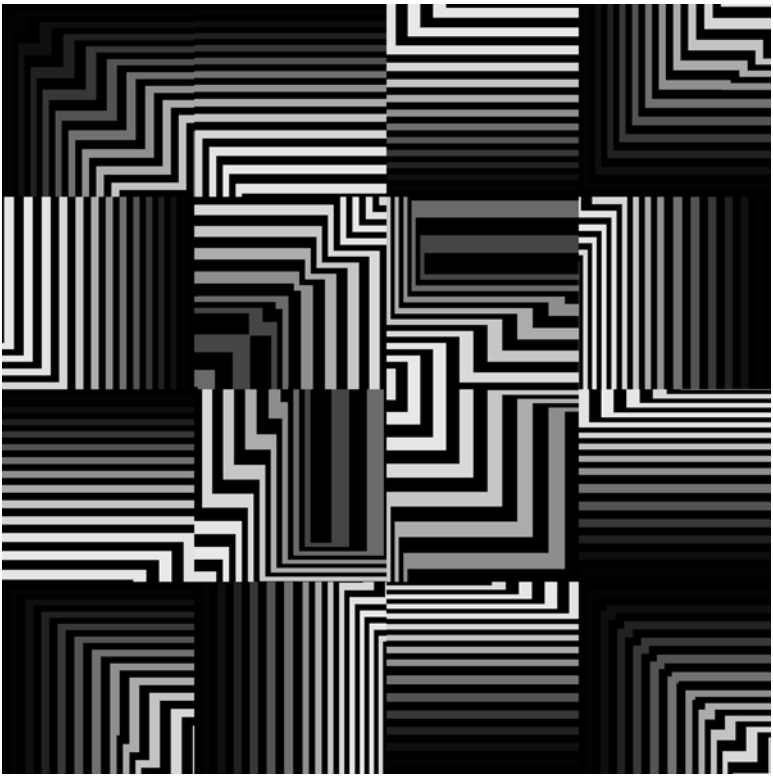
Rođen je 1969. u Zagrebu. Matematičko-informatičku srednju školu završio je 1988. godine. Studirao je fiziku na PMF-u Sveučilišta u Zagrebu. Diplomski rad pod naslovom *Comptonovo raspršenje na atomima germanija* obranio je 1995. Od 1996. do 2007. radi na Fizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu kao znanstveni novak. Završio je poslijediplomski studij fizike, smjer atomske i molekularne fizike. Magistarski rad *Dvofotonski raspad K-šupljine u atomima žive* obranio je 2000. Doktorsku disertaciju *Dvofotonski raspad K-šupljine atoma hafnija u području rezonancija* obranio je 2004. U nastavi na Fizičkom odsjeku PMF-a u Zagrebu držao je vježbe iz kolegija Osnove fizike 1-4 za pet smjerova (fizika, matematika i fizika, fizika i kemija, fizika i informatika, fizika i tehnika), Odabrana poglavlja opće fizike (treća godina smjera profesor fizike) i Praktikum iz atomske fizike (četvrta godina istraživačkog smjera). Od sredine 2007. zaposlen je na Institutu *Ruđer Bošković* u zvanju višeg asistenta. Radi na projektu Eksperimentalno istraživanje atomske jezgre: struktura i reakcije. Sudjelovao je na nekoliko mjerenja nuklearnih reakcija na tom Institutu i u inozemstvu. Trenutačno u nastavi Fizičkog odsjeka PMF-a u Zagrebu drži vježbe iz kolegija Fizika 1 i 2 za profesore biologije i kemije. Od sredine 2009. urednik je za fiziku MFL-a. Član je Hrvatskog fizikalnog društva.

Matematičko-fizički list for secondary School Students and Teachers from 1950 to 2017

Željko Hanjš

Abstract: The First Congres of Mathematicians and Physicits in ex-Yugoslavia has been organized in 1949 in the town of Bled. On this occasion, it was decided to start a new journal for the secondary school students, called *Matematičko-fizički list for secondary school students*. Now, Croatian Mathematical Society and Croatian Physical Society are publishers of the journal. The main purpose is to stimulate interest for learning mathematics, physics and related sciences, and to give them a professional orientation towards the corresponding studies. In each issue there are contributions from mathematics, physics, informatics and astronomy. Also, mathematics and physics problems are provided, the solutions of which are to be sent to the Editorial Board. Among additional interesting informations, reports from mathematics and physics competitions, both domestic and international, as well as reviews of new books, are provided.

Keywords: *Matematičko-fizički list* (journal for mathematics and physics), mathematics, physics, informatics, astronomy, competitions



Vlatko Čerić: *Labyrinth-21*

Josip Moser

Šezdeset pet godina rada Elektrotehničkog društva Zagreb – EDZ

Sažetak: Povodom 65. obljetnice Elektrotehničkog društva Zagreb prikazano je njegovo djelovanje od osnutka 1953. do 2018. godine.

Ključne riječi: Elektrotehničko društvo Zagreb, osnutak, razvoj djelovanja, dužnosti

Uvod

Ove 2018. godine navršava se šezdeset pet godina postojanja i neprekidnog djelovanja Elektrotehničkog društva Zagreb te tim povodom u ovom predavanju dajem kratko podsjećanje na njegov osnutak i rad.

Kroz njegovo djelovanje prošao je niz inženjera i tehničara elektrotehničke struke, ali i stručnjaka drugih struka, iz Hrvatske, Zagreba, iz čitave bivše Jugoslavije i inozemstva.

EDZ okuplja osobe profesionalno aktivne na području elektrotehnike: elektroinženjere, tehničare i studente. EDZ je prema svojem Statutu organiziran u skladu sa Zakonom o udrugama Republike Hrvatske, a temeljna mu je briga stalno stručno usavršavanje svojih članova i ostalih zainteresiranih osoba u našoj zemlji. EDZ pomaže razmjenu stručnih informacija i znanja s područja elektrotehnike i organizira društveni život svojih članova.

EDZ ima ustaljene oblike aktivnosti kao što su: seminari, savjetovanja, stručna predavanja, stručne radionice, okrugli stolovi, stručne manifestacije u zemlji i inozemstvu, posjeti pojedinim poduzećima i sajmovima, prikazivanje filmova, izdavanje stručne literature, organiziranje izložbi, društvenih izleta i

prigodnih večeri. EDZ svoje djelovanje, a posebno stručna savjetovanja, organizira u suradnji s nizom udruga u koje je učlanjen, kao i s nizom ministarstava Republike Hrvatske te s fakultetima i visokim učilištima.

Djelovanje EDZ-a regulirano je Statutom. Najviše je tijelo Skupština EDZ-a, koja čini zbor svih članova društva, a redovite skupštine održavaju se u pravilu jednom godišnje. Tijekom godine aktivnosti EDZ-a koordinira i organizira Upravni odbor, a nadzire Nadzorni odbor. Oni se sastaju od šest do deset puta godišnje, dok svakodnevni rad vodi Predsjedništvo EDZ-a (koje čine predsjednik, dopredsjednik i tajnik društva).

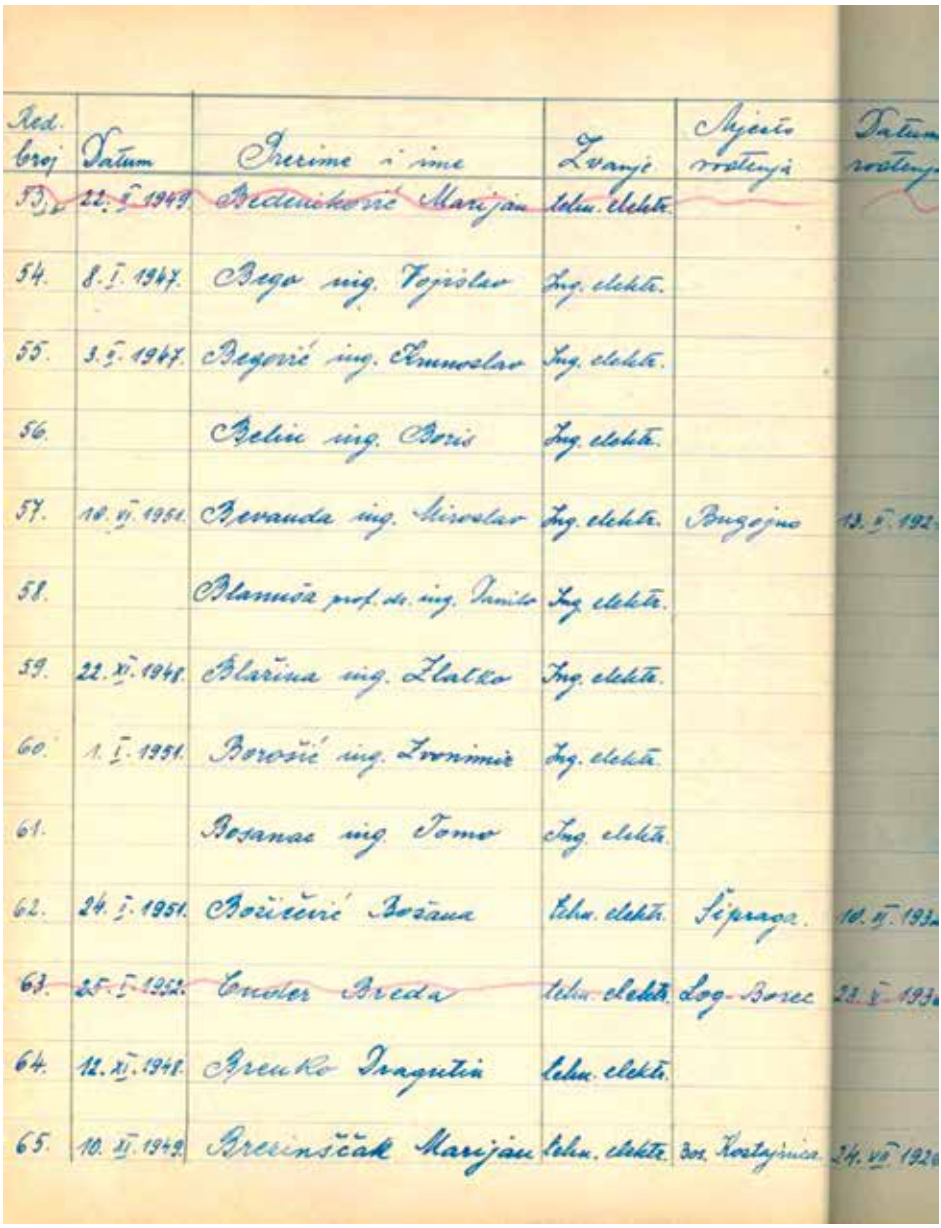
Do Domovinskog rata djelovanje EDZ-a bilo je aktivno na čitavom području bivše SFRJ, što se vidi po broju članova, individualnih i kolektivnih. Nakon 1990. djelovanje je uglavnom na čitavom području Republike Hrvatske, premda je broj članova društva takav da su sudionici, osim iz Hrvatske, i iz Slovenije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Srbije i Makedonije, a na našim savjetovanjima i seminarima kao gosti sudjelovali su i brojni stručnjaci iz Austrije, Njemačke, Mađarske, Italije i Francuske.

EDZ je punopravni član Hrvatskog inženjerskog Saveza – HIS-a, i nastavlja tradiciju inženjerskog rada u Hrvatskoj koja traje već 140 godina, od 1878. godine.

1. Osnutak EDZ-a

Godina 1953. vrlo je značajna za organizaciju društvenog rada u tadašnjoj državi. Temeljem Zakona o radničkom samoupravljanju donesena je odluka da se u okviru tadašnjeg Društva inženjera i tehničara Hrvatske – DITH osnuje deset područnih društava elektroinženjera i tehničara u Hrvatskoj. Cilj je bio okupiti osobe koje se profesionalno bave aktivnostima na području elektrotehnike pa su tako osnovani:

– Elektrotehničko društvo Zagreb
– Društvo strojarskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Rijeka
– Elektrotehničko društvo Slavonski Brod
– Društvo elektroinženjera i tehničara Međimurja Čakovec
– Elektrotehničko društvo Slavonska Požega
– Elektrotehničko društvo Dubrovnik
– Elektrotehničko društvo *Josip Lončar* Zadar
– Elektrotehničko društvo Dalmacije Split
– Elektrotehničko društvo Istre Pula i
– DIT Sisak – sekcija elektrotehničara Sisak.



Red. broj	Datum	Prezime i ime	Zvanje	Mjesto rođenja	Datum rođenja
53.	22. V. 1949.	Bedeniković Marijan	tehn. elektr.		
54.	8. I. 1947.	Bego ing. Vojislav	Ing. elektr.		
55.	3. V. 1947.	Begović ing. Krunoslav	Ing. elektr.		
56.		Belić ing. Boris	Ing. elektr.		
57.	10. VI. 1951.	Bevanda ing. Miroslav	Ing. elektr.	Buggino	13. V. 192
58.		Blamuša prof. dr. ing. Danilo	Ing. elektr.		
59.	22. XI. 1948.	Blašina ing. Zlatko	Ing. elektr.		
60.	1. I. 1951.	Borošić ing. Zvonimir	Ing. elektr.		
61.		Bosanac ing. Tomo	Ing. elektr.		
62.	24. V. 1951.	Božičević Božana	tehn. elektr.	Šipanje	10. VI. 193
63.	25. V. 1952.	Broder Breda	tehn. elektr.	Log-Borec	23. X. 193
64.	12. XI. 1948.	Brenko Dragutin	tehn. elektr.		
65.	10. XI. 1949.	Brezinščak Marijan	tehn. elektr.	Sv. Kostajnica	24. VII. 192

Slika 1.: Stranica matične knjige Društva inženjera i tehničara Hrvatske (DITH)

Očito je da se s velikim entuzijazmom provela ta organizacija jer je potreba za razmjenom stručnih informacija i znanja s područja elektrotehnike bila vrlo velika, gotovo jednaka kao što je i danas. Međutim, od 1953. područna društva koja su bila ujedinjena u SEITH (Savez elektrotehničkih inženjera i

tehničara Hrvatske) postupno su se gasila te se s vremenom ugasio i sam Savez. Održalo se jedino Elektrotehničko društvo Zagreb – EDZ koje nastoji obavljati funkciju koju ima od osnutka do danas, uz sve promjene nastale u proteklih 65 godina postojanja i djelovanja.

Elektrotehničko društvo Zagreb osnovano je 12. ožujka 1953. godine. Osnovan je Inicijativni odbor, čiji se članovi smatraju osnivačima EDZ-a. To su (po redoslijedu upisa u zapisnik s Osnivačke skupštine):

Herman Mattes, dipl. ing.
Ivo Glavočić, dipl. ing.
Vladimir Žepić, dipl. ing.
Čedomil Koludrović, dipl. ing.
Branko Hrženjak, dipl. ing.
Ivan Štritof, dipl. ing.
Boris Markovčić, dipl. ing.
Egon Najman, dipl. ing.
Tihomil Jelaković, dipl. ing.
Eduard Kirschner, dipl. ing.
Ivo Šoštarić, el. teh.
Anto Gobinić, el. teh.
Vojno Kundić, dipl. ing.

IVAN ŠTRITOF, rođen je 1924. godine u Zagrebu, gdje je završio gimnaziju i Tehnički fakultet. Počeo je raditi u Gradskoj sekciji Zagreb 1952. godine, na poslovima u VF centrali. Nakon četiri godine prelazi u Odjel za investicije, gdje radi do 6. svibnja 1961. Tada je, za vrijeme trajanja natječaja za izbor glavnog direktora, obavljao funkciju glavnog direktora, a od 1. rujna 1961. godine radi na poslovima pomoćnika glavnog direktora. U lipnju 1971. postaje zamjenik glavnog direktora Radne PTT organizacije Zagreb i na tim poslovima radi do preuzimanja dužnosti glavnog direktora naše radne organizacije.

Slika 2.: Inženjer Ivan Štritof, jedan od osnivača Elektrotehničkog društva Zagreb

Tijekom 65 godina rada izmjenilo se 17 Upravnih odbora, a na njihovu čelu izmijenilo se 19 predsjednika EDZ-a. To su bili:

1953./1954. Herman Mattes, dipl. ing.
1954./1955. Aleksandar Mičić, dipl. ing.
1955./1956. Marijan Leskovar, dipl. ing.
1956./1958. Vjekoslav Širok, dipl. ing.
1958./1959. Ladislav Padjen, dipl. ing.
1959./1960. akademik Vladimir Matković
1960./1961. Boris Markovčić, dipl. ing.
1961./1962. Josip Purec, dipl. ing.
1962./1963. Voja Pavić, dipl. ing.
1963./1964. Drago Mijić, dipl. ing.
1964./1965. Ivan Plečko, dipl. ing.
1965./1968. dr. sc. Zvonimir Radić
1968./1970. Miroslav Mikula, dipl. ing.
1970./1972. Ladislav Padjen, dipl. ing.
1972./1974. Velimir Major, dipl. ing.
1974./1976. Ivo Opitz, dipl. ing.
1976./1978. mr. sc. Boris Kette
1978./1980. dr. sc. Miroslav Mikula
1980./1987. dr. sc. Neven Srb
1987./1995. Mirko Majić, dipl. ing.
1996./2009. Josip Moser, dipl. ing.
2010./2017. dr. sc. Neven Srb
2017./ Josip Moser, dipl. ing.

Sukladno zakonskim propisima i izmjenama i dopunama Statuta društva, mandat Upravnog odbora i predsjednika društva trajao je u početku dvije godine, poslije četiri, a nakon 1990. i više od jednog mandata.

2. Organizacija i djelatnost EDZ-a

EDZ je organiziran sukladno Zakonu o udrugama (Narodne novine, br. 74/14 i 70/17) i upisan u Registar udruga. Surađuje s Ministarstvom znanosti i obrazovanja, Ministarstvom graditeljstva i prostornog uređenja, Ministarstvom gospodarstva, Ministarstvom zaštite okoliša i energetike te drugim javnopravnim tijelima Republike Hrvatske.

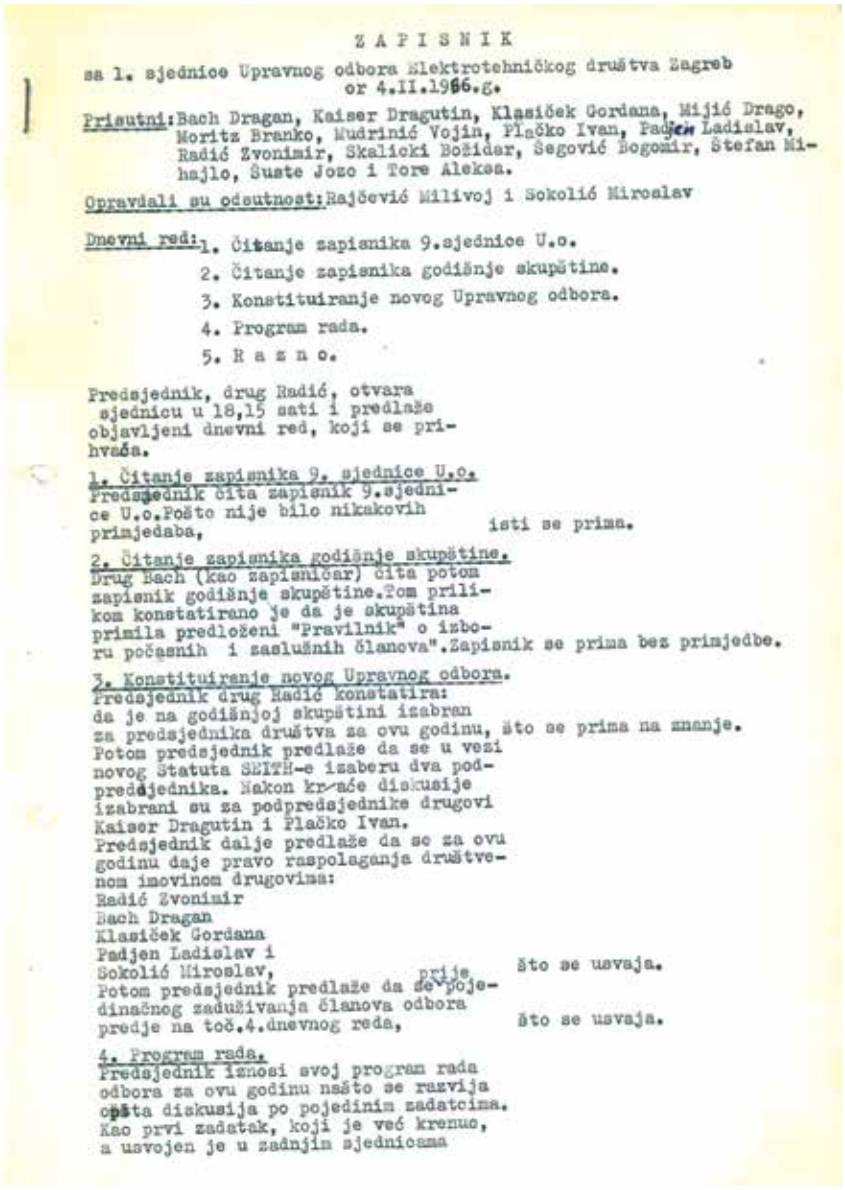
Prema Statutu našeg društva djelatnosti su sljedeće:

– stručno uzdizanje i informiranje o suvremenim tehničkim i znanstvenim dostignućima na polju elektrotehnike, putem glasila EDZ-a, skripata, priručnika, zbornika, knjiga, znanstvenih i stručnih radova, tehničkih propisa, studija, idejnih i osnovnih rješenja i drugih edicija

- stvaranje društvene klime i jačanje uloge struke prilikom prihvata novih tehničkih rješenja uz najviše moguće motiviranje i sudjelovanje domaćih stvaralačkih potencijala
- praćenje razvoja tehnike i tehnologije
- skrb o ekologiji i zaštiti okoliša, posebno uz pitanja vezana za elektrotehničku struku
- skrb o obrazovanju i usavršavanju utemeljeno na napretku znanosti i tehnologije
- suradnja s privrednim, znanstveno-prosvjetnim i drugim udruženjima i organizacijama u svrhu rješavanja gospodarskih, stručno-tehničkih i obrazovnih problema
- organizacija stručnih predavanja, javnih rasprava, seminara, savjetovanja, simpozija, kongresa, izložbi, stručnih posjeta u zemlji i svijetu, prikazivanja filmova i drugih usavršavanja
- poticanje i izdavanje ili suizdavanje znanstvenih i stručnih publikacija, kao što su knjige, časopisi, društveni glasnici, zbornici radova, programi za savjetovanja i seminare i slično
- vođenje elektronske biblioteke stručnih članaka, radova i publikacija
- vođenje elektronske razmjene informacija putem *web*-stranica
- suradnja s odgovarajućim ministarstvima i državnim zavodima čija problematika je vezana uz elektrotehniku
- suradnja s ovlaštenim inženjerskim djelatnostima i inženjerskim komorama
- suradnja i učlanjivanje društva u srodna društva, organizacije, saveze u zemlji i svijetu
- briga o kvaliteti i osuvremenjivanju propisa u području tehničkog zakonodavstva
- briga o kvalitetnom stručnom nazivlju u području elektrotehnike na hrvatskom jeziku
- podrška formiranju znanstvenog i stručnog mišljenja o svim bitnim inženjerskim pitanjima
- podrška znanstveno-istraživačkoj djelatnosti putem suradnje sa znanstveno-istraživačkim institucijama i djelatnicima
- podrška obrazovanju i usavršavanju utemeljeno na napretku znanosti i tehnologije, a na bazi cjeloživotnog obrazovanja
- učinkovito upravljanje materijalnom i nematerijalnom imovinom EDZ-a i
- skrb o članovima društva, njihovom društvenom životu i zbližavanju.

3. Razvoj i djelovanje EDZ-a od 1953. do 1989. godine

Razvoj i djelovanje EDZ-a moguće je podijeliti u dva razdoblja. Prvo je od osnutka 1953. do osamostaljenja Republike Hrvatske i u njemu je



Z A P I S N I K

sa 1. sjednice Upravnog odbora Elektrotehničkog društva Zagreb
od 4.II.1953.g.

Prisutni: Bach Dragan, Kaiser Dragutin, Klasiček Gordana, Mijić Drago, Moritz Branko, Mudrinić Vojin, Plačko Ivan, Padjen Ladislav, Radić Zvonimir, Skalicki Božidar, Šegović Bogomir, Štefan Mihajlo, Šuste Jozo i Tore Aleksa.

Opravdali su odsutnost: Rajčević Milivoj i Sokolić Miroslav

Dnevni red:
1. Čitanje zapisnika 9.sjednice U.o.
2. Čitanje zapisnika godišnje skupštine.
3. Konstituiranje novog Upravnog odbora.
4. Program rada.
5. R a z n o.

Predsjednik, drug Radić, otvara sjednicu u 18,15 sati i predlaže objavljeni dnevni red, koji se prihvaća.

1. Čitanje zapisnika 9. sjednice U.o.
Predsjednik čita zapisnik 9.sjednice U.o.Pošto nije bilo nikakovih primjedaba, isti se prima.

2. Čitanje zapisnika godišnje skupštine.
Drug Bach (kao zapisničar) čita potom zapisnik godišnje skupštine.Pom prilikom konstatirano je da je skupština primila predloženi "Pravilnik" o izboru počasnih i zaslužnih članova".Zapisnik se prima bez primjedbe.

3. Konstituiranje novog Upravnog odbora.
Predsjednik drug Radić konstatira:
da je na godišnjoj skupštini izabran za predsjednika društva za ovu godinu, što se prima na znanje.
Potom predsjednik predlaže da se u vezi novog Statuta SRITH-e izaberu dva podpredsjednika. Nakon kraće diskusije izabrani su za podpredsjednike drugovi Kaiser Dragutin i Plačko Ivan.
Predsjednik dalje predlaže da se za ovu godinu daje pravo raspolaganja društvenom imovinom drugovima:
Radić Zvonimir
Bach Dragan
Klasiček Gordana
Padjen Ladislav i
Sokolić Miroslav, što se usvaja.
Potom predsjednik predlaže da se pojedinačnog zaduživanja članova odbora predje na toč.4.dnevnog reda, što se usvaja.

4. Program rada.
Predsjednik iznosi svoj program rada odbora za ovu godinu nešto se razvija opšta diskusija po pojedinim zadatcima.
Kao prvi zadatak, koji je već krenuo, a usvojen je u zadnjim sjednicama

Slika 3.: Prva stranica zapisnika 1. sjednice Upravnog odbora Elektrotehničkog društva Zagreb održane 4. veljače 1953. godine

Slika 4.: Potvrda o plaćenoj članarini za 1975./1976. godinu (iz arhive mr. sc. Želimira Volfa)

djelovalo na čitavom teritoriju tadašnje države. Drugo razdoblje traje od 1990. do danas.

Podjela se može posebno pratiti kroz rast broja individualnih i kolektivnih članova EDZ-a. Tako je društvo 1989. godine imalo 1505 individualnih članova

Slika 5.: Izlet članova Elektrotehničkog društva Zagreb u Smiljan; u zadnjem redu prvi slijeva je dr. sc. Miroslav Mikula, a drugi inženjer Mile Nikšić, u prvom redu treća slijeva je gospođa Matilda (iz arhive mr. sc. Želimira Volfa)

iz cijele zemlje, od kojih je oko 500 bilo iz Hrvatske. Procjena je da se od 1980. do 1989. broj individualnih članova društva povećavao za oko 8 % godišnje. Tomu su pogodovale i posebne povlastice koje su individualni članovi dobivali za razne aktivnosti društva. Na primjer, 25 % popusta na kotizacije za seminare i savjetovanja, 30 % na sve tiskane materijale društva, popusti na prijevoz kod ekskurzija i slično.

Slične popuste imali su i imaju i danas kolektivni (danas ih zovemo pravim imenom: podupirući) članovi društva. Uz jednake popuste kao kod individualnih, postoje i posebni popusti za besplatno korištenje oglašavanja svojih proizvoda u publikacijama EDZ-a, oglašavanje svojih akcija putem EDZ-ova adresara i besplatno prikazivanje svojih proizvoda na manifestacijama EDZ-a (savjetovanja, seminari, izložbe, predavanja i dr.). Broj kolektivnih članova u promatranom je razdoblju stoga stalno rastao, a to je dokaz da je suradnja s gospodarstvom sve uspješnija. Kretanje broja kolektivnih članova EDZ-a u razdoblju od 1953. do 1989. pokazuje Tablica 1.

Tablica 1.: Broj kolektivnih članova EDZ-a u razdoblju od 1953. do 1989.

God.	Član.	God.	Član.	God.	Član.
1953.	8	1967.	27	1981.	13
1954.	8	1968.	27	1982.	29
1955.	8	1969.	28	1983.	33
1956.	8	1970.	26	1984.	67
1957.	15	1971.	25	1985.	99
1958.	21	1972.	29	1986.	170
1959.	21	1973.	12	1987.	212
1960.	27	1974.	5	1988.	233
1961.	27	1975.	15	1989.	324
1962.	27	1976.	19		
1963.	28	1977.	20		
1964.	28	1978.	10		
1965.	28	1979.	13		
1966.	27	1980.	17		

Elektrotehničko društvo Zagreb posvetilo je posebno veliku pažnju stručnom obrazovanju elektroinženjera i tehničara. Od 1981. do 1987. održana su 62 stručna predavanja, 81 seminar, tri okrugla stola i četiri savjetovanja na kojima je bilo ukupno 4806 polaznika. Promatraju li se samo seminari, tad je polaznika bilo 3875. Interesantan je pregled koliko je polaznika seminara u tom razdoblju bilo iz pojedinih republika i autonomnih pokrajina, tablica 2. Toj tablici gotovo da nije potreban komentar, brojevi govore. Premda je 50 % polaznika bilo iz Hrvatske, vidimo da je po petnaestak posto bilo iz Srbije i BiH i oko 12 % iz Slovenije. Bolji dokaz značaja EDZ-a o radu nije nam potreban.

Tablica 2.: Broj polaznika seminara EDZ-a u razdoblju od 1981. do 1987. po republikama tadašnje SFRJ

Republika ili autonomna pokrajina	Broj polaznika
Hrvatska	1895
Srbija	520
Bosna i Hercegovina	503
Slovenija	463
Vojvodina	270
Makedonija	93
Crna Gora	81
Kosovo	50
Ukupno:	**3875**

Ipak, smatram da je dobro spomenuti koji su bili naslovi tih seminara i savjetovanja:

- Suvremeni elektromotorni pogoni
- Protueksplozijska zaštita
- Daljinski nadzor i upravljanje u složenim energetskim i komunalnim sistemima
- Tehnika izmjere i obračuna elektromontažnih radova investicijskih objekata
- Procesni informacijski sustavi
- Mikroprocesna računala
- Dizala i pomične stepenice
- Posluživanje suvremenih dizala – liftova

- Električne instalacije u podnim i zidnim kanalima, kabelska i rasvjetna tehnika
- Suvremeni sistemi telekomunikacija
- Suvremeni trendovi razvoja tehnike i tehnologije telekomunikacija
- Suvremeni pristup procesu projektiranja uzemljivača i sustava uzemljenja
- Eksploatacija telegrafsko-telefonske mreže
- Dinamičko planiranje i praćenje razvoja pomoću kompjutora
- Planiranje, koncepcija i izgradnja tipskih TS 110/x u elektroenergetskom sistemu
- Transformatori s niskim gubicima
- Relejna zaštita u elektroenergetskom sistemu A. Distributivne mreže
- Relejna zaštita u elektroenergetskom sistemu B. Prenosne mreže
- Pravilnik pri korištenju električne energije o zaštiti od udara električne struje
- Tokovi suvremene elektronike u biomedicini
- Tipizacija dalekovoda 110 kV
- Kompjutersko planiranje, projektiranje i konstruiranje
- Medicinska elektronika
- Upravljanje sistemom telekomunikacija
- Nova tehnička regulativa iz područja električnih instalacija u zgradama
- Zaštita pri korištenju električne energije
- Nove usluge i tehnologije u informacijskoj mreži i upravljanje u telekomunikacijama
- Kompenzacija jalove energije i viših harmonika u elektroenergetskim postrojenjima i sistemima.

Uz spomenute seminare redovito su organizirana i savjetovanja:

- Elektromotorni pogoni (razvoj i proizvodnja komponente, planiranje i projektiranje, održavanje i modernizacija elektromotornih pogona)
- Nove tehnologije (novi materijali, nuklearna energija, robotika i fleksibilni proizvodni sistemi, informatika i telekomunikacije).

4. Razvoj i djelovanje EDZ-a od 1990. do 2018.

S osamostaljenjem Republike Hrvatske došlo je do bitnih promjena i u djelovanju EDZ-a. Prostor djelovanja smanjen je s 20 milijuna na četiri milijuna stanovnika. Broj individualnih i podupirućih članova smanjio se, a njihovo kretanje do danas prikazano je u tablici 3.

Tablica 3.: Broj individualnih i podupirućih članova EDZ-a od 1990. do 2018.

God.	Članova, individualnih	Članova, podupirućih	God.	Članova, individualnih	Članova, podupirućih	God.	Članova, individualnih	Članova, podupirućih
1990.	450	320	2000.	455	88	2010.	524	159
1991.	–	156	2001.	414	119	2011.	496	165
1992.	591	104	2002.	392	85	2012.	554	152
1993.	334	109	2003.	348	115	2013.	560	159
1994.	339	134	2004.	405	114	2014.	–	–
1995.	644	153	2005.	352	119	2015.	473	129
1996.	277	130	2006.	338	100	2016.	464	138
1997.	267	136	2007.	520	129	2017.	–	–
1998.*	296	121	2008.	515	149	2018.	371	115
1999.	419	112	2009.	544	186			

* Na dan 12. travnja 2018.

Slika 6.: Pripremni seminar za polaganje stručnog ispita iz elektrotehničke struke (iz arhive mr. sc. Želimira Volfa)

Slika 7.: Predstavljanje knjiga biblioteke Elektrotehničkog društva Zagreb: *Ispitivanje i prematanje elektromotora* i *Magnetski monitoring električnih rotacijskih strojeva* autora Nevena Srba (iz arhive mr. sc. Želimira Volfa)

Slika 8.: Na predstavljanju knjiga obično je mali koncertni uvod. Petra Kušan (desno) diplomirala je 2008. violončelo na Muzičkoj akademiji u Zagrebu (iz arhive mr. sc. Želimira Volfa)

Slika 9.: Sudionici Godišnje skupštine Elektrotehničkog društva Zagreb; 1. tajnica Biserka Kosorčić, 2. inženjer Aleksa Tore, 3. tajnica Nada Menzildžić, 4. inženjer Rudi Radionov, 5. inženjer Mirko Hlupić, 6. inženjer Stjepan Pavliša (iz arhive mr. sc. Želimira Volfa)

Društvo svake godine objavljuje plan stručnog usavršavanja. Tako su 2017. godine bile prijavljene 84 aktivnosti (seminari, stručne radionice i slično), a održane su 53. Velik broj nije održan jer se nije prijavio niti jedan slušač ili svega jedan ili dva. Naime, otkad je Ministarstvo graditeljstva ukinulo obvezu određenog petogodišnjeg prikupljanja bodova za cjeloživotno stručno usavršavanje, prestao je interes za praćenje aktivnosti EDZ-a. To nije dobro ni za struku ni za društvo.

EDZ svake godine četiri do pet puta priprema i održava Pripremni seminar za polaganje stručnog ispita iz elektrotehničke struke. Godišnje ga prati oko 120 slušača, koji nakon toga u Ministarstvu graditeljstva i prostornog uređenja pristupaju polaganju.

Na kraju pregleda istaknimo da su i dalje podupirući i individualni članovi EDZ-a rasuti po čitavoj Hrvatskoj. Od 115 podupirućih članova, na području Zagreba djeluje ih 60, u drugim gradovima i županijama 53, a imamo i po člana u Sloveniji i BiH. Od individualnih članova dva su iz BiH, a ostali iz Hrvatske. Raspored članova EDZ-a po županijama dan je u tablici 4., koja zorno pokazuje da je EDZ nadomjestio djelatnost SEITH-a.

Tablica 4.: Članstvo EDZ-a po županijama (stanje 1. lipnja 2018.)

1.	Bjelovarsko-bilogorska	12
2.	Brodsko-posavska	10
3.	Dubrovačko-neretvanska	7
4.	Grad Zagreb	146
5.	Istarska	29
6.	Karlovačka	5
7.	Koprivničko-križevačka	2
8.	Krapinsko-zagorska	7
9.	Ličko-senjska	2
10.	Međimurska	7
11.	Osječko-baranjska	13

12.	Požeško-slavonska	11
13.	Primorsko-goranska	22
14.	Sisačko-moslavačka	8
15.	Splitsko-dalmatinska	25
16.	Šibensko-kninska	4
17.	Varaždinska	11
18.	Virovitičko-podravska	3
19.	Vukovarsko-srijemska	14
20.	Zadarska	8
21.	Zagrebačka županija	44
	Ukupno:	390

Zaključak

Na kraju ovog pregleda, u kojem nismo spominjali ni organizacijske ni financijske teškoće, ostaje nam samo poželjeti da Elektrotehničko društvo Zagreb slaveći svojih 65 godina doživi još puno puta toliko i da se razvija na korist svima, posebno hrvatskoj elektrotehničkoj struci i stručnjacima.

Literatura

[1] EDZ – *Priručnik*, 1987.

[2] EDZ – *Priručnik* 1988.

[3] EDZ – *Šezdeset godina Elektrotehničkog društva Zagreb – individualni članovi, podupirući članovi* – autori Biserka Kosorčić i Nada Menzildžić, Zagreb, 2014.

[4] EDZ – *Kalendar* 2016. i 2017.

Sixty-five years of the Electro-technical Society, Zagreb, EDZ

Josip Moser

Abstract: To mark the 65th anniversary of the Electro-technical Society Zagreb, its work is presented from its foundation in 1953 up to 2018.

Keywords: Electro-technical Society Zagreb, foundation, development, duties

Zvonko Benčić

Savjetovanja i konferencije o energetskoj/učinskoj elektronici[1] 1973. – 2017.

Sažetak: Dan je zbirni tablični pregled svih 19 skupova na temu učinske elektronike i njezinih primjena, od prvog skupa 1973. do zadnjeg 2017. godine. Ovisno o društveno-političkim prilikama skupovi su se održavali pod različitim atributima: jugoslavenski, hrvatski i hrvatsko-slovački, odnosno pod različitim imenima: savjetovanje, simpozij ili konferencija. Glavni organizatori bili su redom: republičke akademije znanosti i umjetnosti u bivšoj Jugoslaviji, Elektrotehničko društvo Zagreb (EDZ), Hrvatsko društvo za komunikacije, računarstvo, elektroniku, mjerenja i automatiku (KoREMA) i Slovačko elektrotehničko društvo (SES). Ukupno je održano 1560 referata iz 47 zemalja sa svih kontinenata, osim iz Južne Amerike, od toga 26 % iz Hrvatske.

Ključne riječi: energetska elektronika, učinska elektronika, savjetovanje o energetskoj elektronici, konferencija EDPE

Uvod

Pišući ove retke ponosan sam što se skupovi (savjetovanja, simpoziji, konferencije) o učinskoj elektronici, začeti 1973. godine, održavaju neprekidno do danas. Prve generacije koja ih je začela više nema, druga generacija je duboko u mirovini, a na trećoj je generaciji da stvori svoje nasljednike.

[1] Naziv 'učinska elektronika' uveden je u hrvatsko nazivlje oko 1995. godine.

Zamisao savjetovanja jasno je formulirana tijekom 3. jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici:

> "(…) Na savjetovanju susrest će se stručni i znanstveni radnici koji se bave energetskom elektronikom: od tehničara i inženjera koji se u svojoj praksi bave održavanjem i projektiranjem pa sve do inženjera koji razvijaju nove uređaje i postrojenja. (…) Cilj savjetovanja je, u prvom redu, međusobno informiranje i razmjena iskustava stečenih na razvoju, projektiranju, proizvodnji i korištenju komponenata, sklopova, sklopova, uređaja i postrojenja energetske elektronike. Nadalje, cilj savjetovanja je upoznavanje šire znanstvene i stručne javnosti s dostignućima koja su na tom području postignuta u nas i u svijetu."

Treba primijetiti da je od trenutka kad je engleski postao jedini službeni jezik konferencije broj slušatelja pao i da su se konferencije pretvorile u međufakultetske skupove. Zato sam mišljenja da uz engleski, kao službene jezike treba uvesti hrvatski i slovački. Mora se razvijati nazivlje na materinskom jeziku, jer kad nestane jezik, nestat će i nacije.

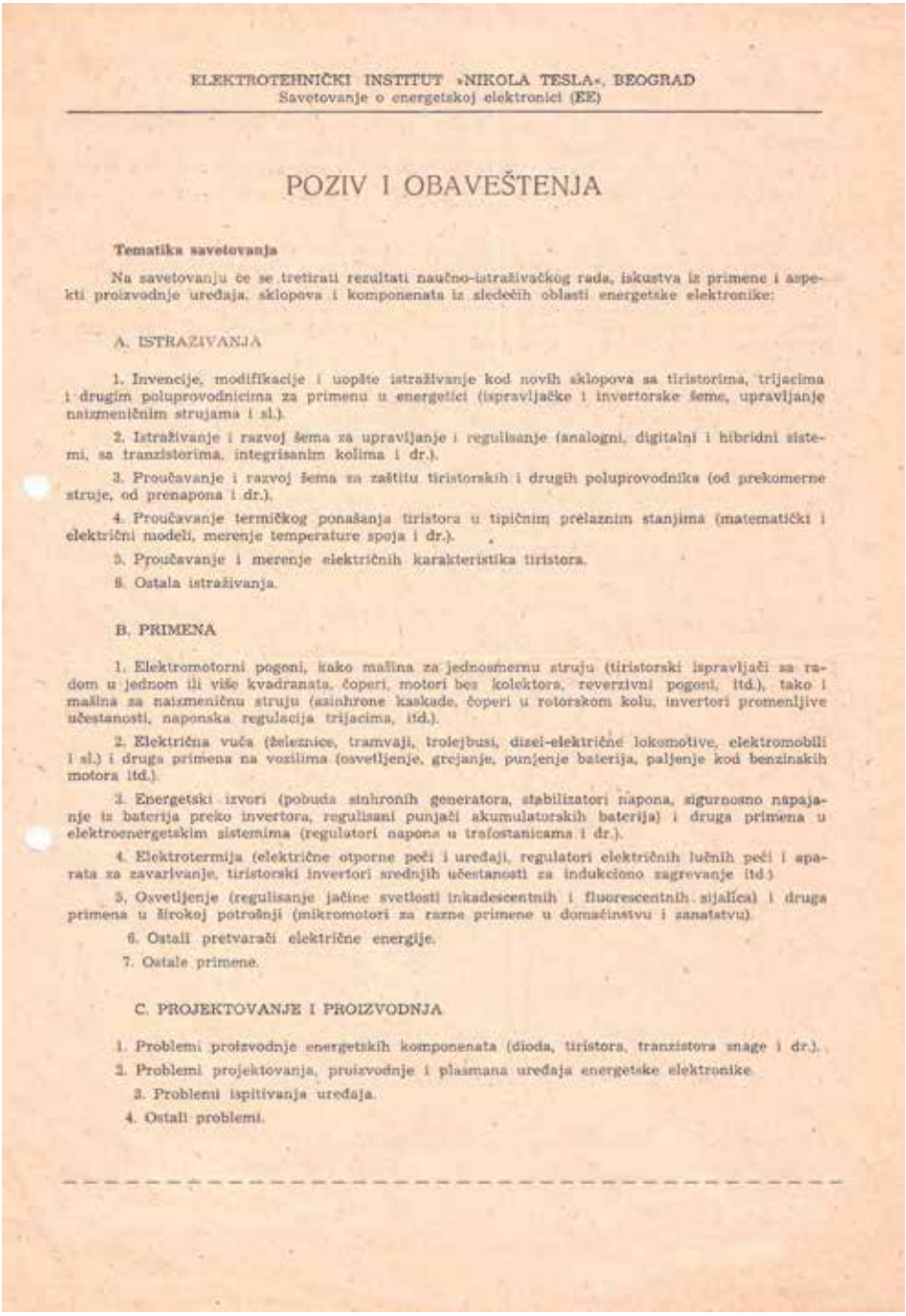
1. Sedam jugoslavenskih savetovanja / savjetovanja / posvetovanja o energetskoj elektronici

U razdoblju 1973. – 1988. održano je sedam skupova: Beograd (1973.), Beograd (1975.), Zagreb (1978.), Sarajevo (1981.), Ljubljana (1984.), Subotica (1986.) i Beograd (1988.).

1.1. Poziv Elektrotehničkog instituta *Nikola Tesla* – Beograd na 1. savetovanje o energetskoj elektronici

Oko Nove godine 1973. Elektrotehnički institut *Rade Končar* – Zagreb dobio je poziv od Elektrotehničkog instituta *Nikola Tesla* – Beograd da sudjeluje na Savetovanju o energetskoj elektronici, koje će se održati u Beogradu od 20. do 22. lipnja 1973. godine. Rok za slanje naslova i imena autora bio je kratak, 20. veljače 1973. *Končar* se nije javio u roku, iako je odlučio sudjelovati s referatima.

Tad je akademik Petar Miljanić, suradnik Instituta *Nikola Tesla*, telefonom nazvao profesora Zlatka Plenkovića, direktora Instituta *Rade Končar*, i pitao zašto se *Končar* ne javlja. Na tom prvom savjetovanju *Končar* je sudjelovao s osam referata (redom kako je navedeno u Zborniku radova:



ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT »NIKOLA TESLA«, BEOGRAD
Savetovanje o energetskoj elektronici (EE)

POZIV I OBAVEŠTENJA

Tematika savetovanja

Na savetovanju će se tretirati rezultati naučno-istraživačkog rada, iskustva iz primene i aspekti proizvodnje uređaja, sklopova i komponenata iz sledećih oblasti energetske elektronike:

A. ISTRAŽIVANJA

1. Invencije, modifikacije i uopšte istraživanje kod novih sklopova sa tiristorima, trijacima i drugim poluprovodnicima za primenu u energetici (ispravljačke i invertorske šeme, upravljanje naizmeničnim strujama i sl.).

2. Istraživanje i razvoj šema za upravljanje i regulisanje (analogni, digitalni i hibridni sistemi, sa tranzistorima, integrisanim kolima i dr.).

3. Proučavanje i razvoj šema za zaštitu tiristorskih i drugih poluprovodnika (od prekomerne struje, od prenapona i dr.).

4. Proučavanje termičkog ponašanja tiristora u tipičnim prelaznim stanjima (matematički i električni modeli, merenje temperature spoja i dr.).

5. Proučavanje i merenje električnih karakteristika tiristora.

6. Ostala istraživanja.

B. PRIMENA

1. Elektromotorni pogoni, kako mašina za jednosmernu struju (tiristorski ispravljači sa radom u jednom ili više kvadranata, čoperi, motori bez kolektora, reverzivni pogoni, itd.), tako i mašina za naizmeničnu struju (asinhrone kaskade, čoperi u rotorskom kolu, invertori promenljive učestanosti, naponska regulacija trijacima, itd.).

2. Električna vuča (železnice, tramvaji, trolejbusi, dizel-električne lokomotive, elektromobili i sl.) i druga primena na vozilima (osvetljenje, grejanje, punjenje baterija, paljenje kod benzinskih motora itd.).

3. Energetski izvori (pobuda sinhronih generatora, stabilizatori napona, sigurnosno napajanje iz baterija preko invertora, regulisani punjači akumulatorskih baterija) i druga primena u elektroenergetskim sistemima (regulatori napona u trafostanicama i dr.).

4. Elektrotermija (električne otporne peći i uređaji, regulatori električnih lučnih peći i aparata za zavarivanje, tiristorski invertori srednjih učestanosti za indukciono zagrevanje itd.).

5. Osvetljenje (regulisanje jačine svetlosti inkadescentnih i fluorescentnih sijalica) i druga primena u širokoj potrošnji (mikromotori za razne primene u domaćinstvu i zanatstvu).

6. Ostali pretvarači električne energije.

7. Ostale primene.

C. PROJEKTOVANJE I PROIZVODNJA

1. Problemi proizvodnje energetskih komponenata (dioda, tiristora, tranzistora snage i dr.).

2. Problemi projektovanja, proizvodnje i plasmana uređaja energetske elektronike.

3. Problemi ispitivanja uređaja.

4. Ostali problemi.

Slika 1.: Poziv Elektrotehničkog instituta *Nikola Tesla* – Beograd na 1. jugoslavensko savetovanje o energetskoj elektronici

- Z. Benčić, Z. Bobetić, A. Lisac: Statički izmjenjivači u postrojenjima za besprekidno napajanje
- S. Prpić, Ž. Bobinac: Suvremeni elektromotorni pogoni istosmjernih strojeva
- A. Magzan: Modernizacija postrojenja pruge "Blooming"
- V. Fresl: Suvremeni uzbudni sistemi velikih sinhronih generatora
- I. Flegar, R. Plačković, V. Plečko, N. Banković: Sistemi za besprekidno napajanje TT uređaja
- K. Cerovac: Tiristorski punjači za punjenje startnih i stacionarnih akumulatorskih baterija
- B. Premer, F. Srabotnak: Automatsko sekvencijalno upravljanje proizvodnim grupama hidroelektrana
- Z. Plenković: Zadaci i perspektive energetske elektronike

Danas, kad prizivam prošlost, nije mi jasno kako smo mogli "zaboraviti" prvi tiristorski sustav uzbude za HE Đerdap i trofazni stabilizator napona i frekvencije za napajanje računskih centara, oba u cijelosti razvijena vlastitim snagama.

Treba spomenuti da su bila i tri referata iz inozemstva. Autori su bili diplomirani inženjer P. Keller (Brown Boveri & Cie., Švicarska), prof. dr. I. Rácz (Tehničko sveučilište u Budimpešti, Mađarska) i Dr. Ing. Hans Peter Hempel (Semikron GmbH, Nürnberg, BRD). Svi su referati bili prevedeni s njemačkog na srpski jezik.

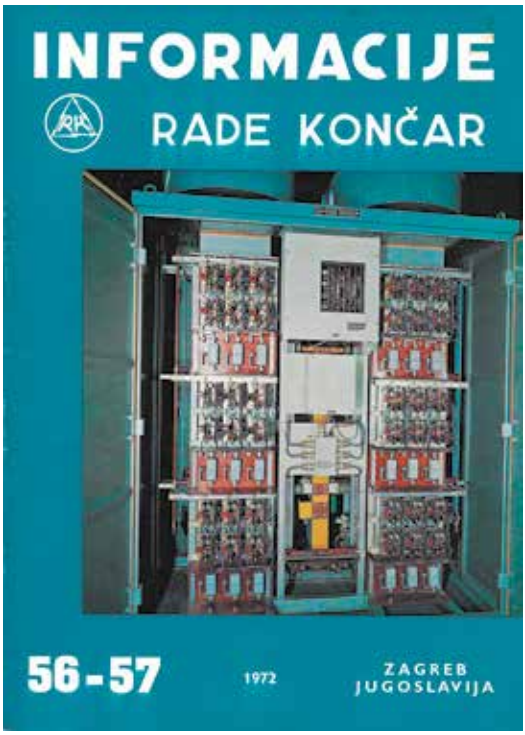
U članku Biti koristan – moto suradnika Instituta *Nikola Tesla*, akademik Miljanić je napisao:

> "(…) S kolegama iz Zagreba održano je u svečanoj sali SAN (Srpska akademija nauka, op. Z. B.) prvo Savetovanje o energetskoj elektronici, a tradicija savetovanja se i danas održava."

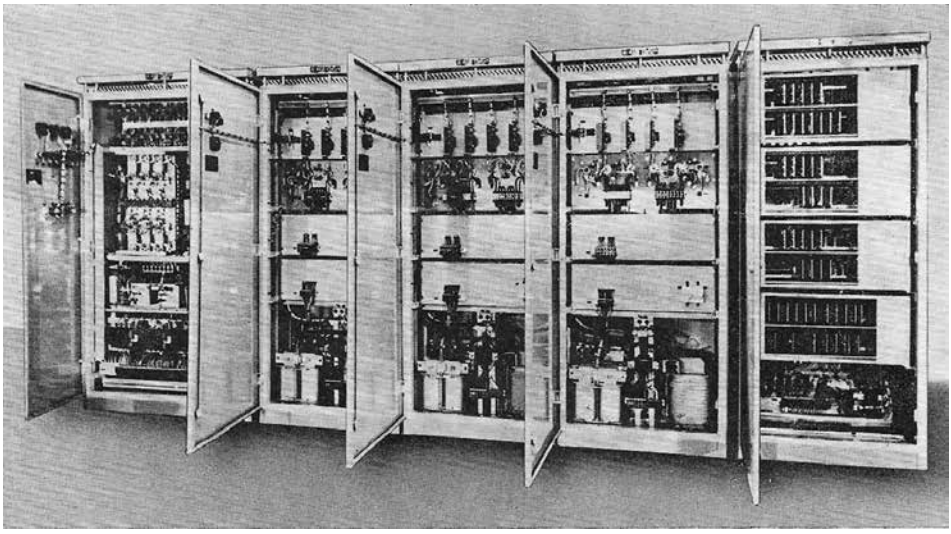
Tijekom Savjetovanja primio je predstavnike *Tesle* i *Končara* (prof. Plenkovića i prof. Benčića) predsjednik SANU (Srpske akademije nauke i umetnosti) akademik Pavle Savić (10. siječnja 1909. – 30. svibnja 1994.). Pavle Savić bio je predsjednik SANU u razdoblju 1971. − 1981.

1.2. Dostignuća Poduzeća *Rade Končar* na području učinske elektronike u trenutku 1. savetovanja o energetskoj elektronici

Razdoblje 1972./1973. bilo je prijelomno za učinsku elektroniku u *Končaru*: 1972. godine sklopljen je dugoročni ugovor o licencnoj i kooperacijskoj suradnji na području industrijske elektronike sa švedskom tvrtkom ASEA, a 1973. je osnovan u okviru Instituta *Končar* − Inženjering za projektiranje i proizvodnju sustava industrijske elektronike i mjerne tehnike (INEM).

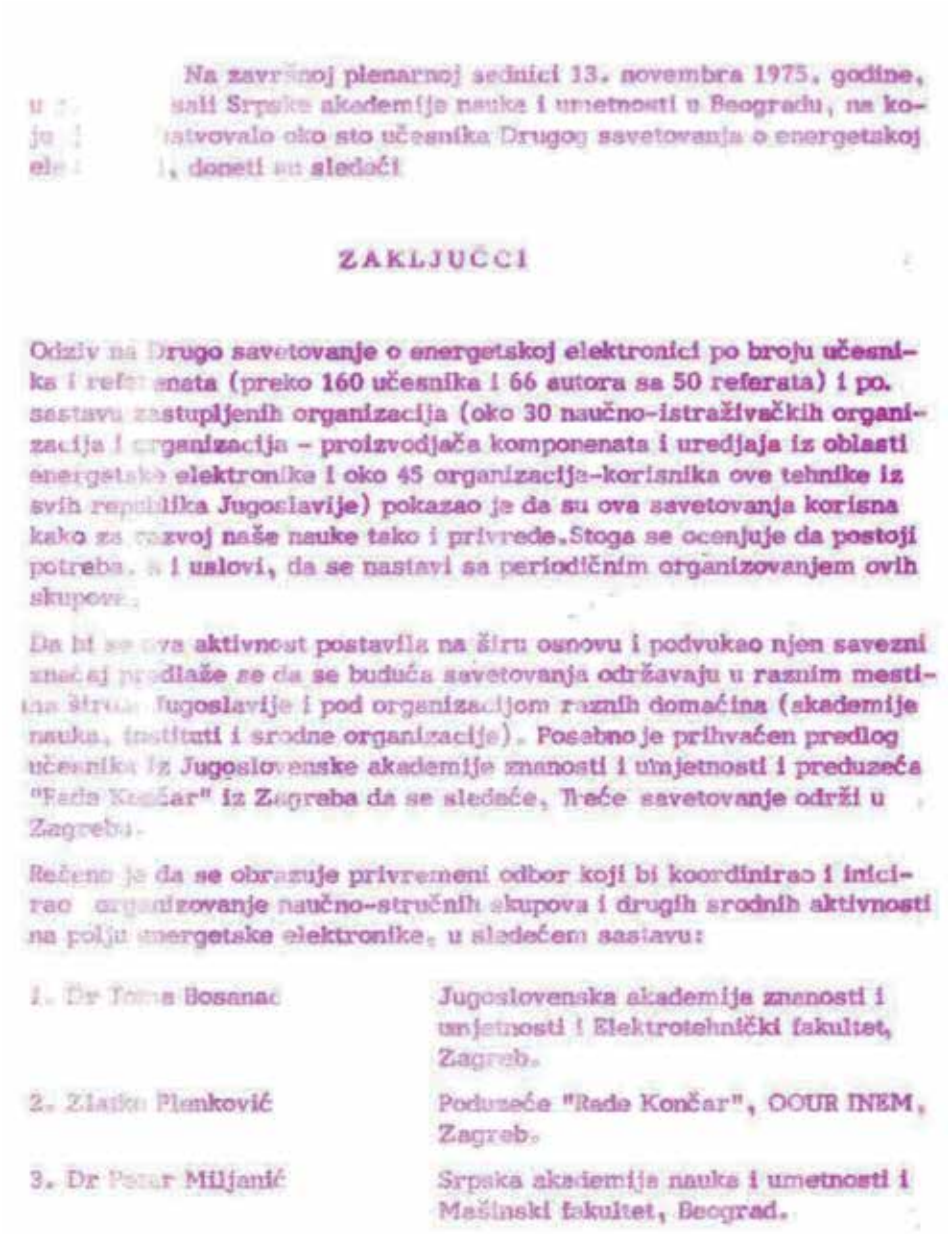


Slika 2.: Usmjerivačka jedinica za napajanje uzbude generatora 190 000 kVA u HE Đerdap, instalirana snaga usmjerivača 2 × 2400 kW (1971.). Poslije je upotrijebljena za regulaciju brzine vrtnje istosmjernih motora u valjaonicama



Slika 3.: Trofazni stabilizator napona i frekvencije snage 36 kVA (1972.)

1.3. Formiranje Jugoslavenskog međuakademijskog odbora savjetovanja o učinskoj elektronici



Na završnoj plenarnoj sednici 13. novembra 1975. godine, u [illegible] sali Srpske akademije nauka i umetnosti u Beogradu, na ko-je [illegible] ustvovalo oko sto učesnika Drugog savetovanja o energetskoj ele[illegible], doneti su sledeći

ZAKLJUČCI

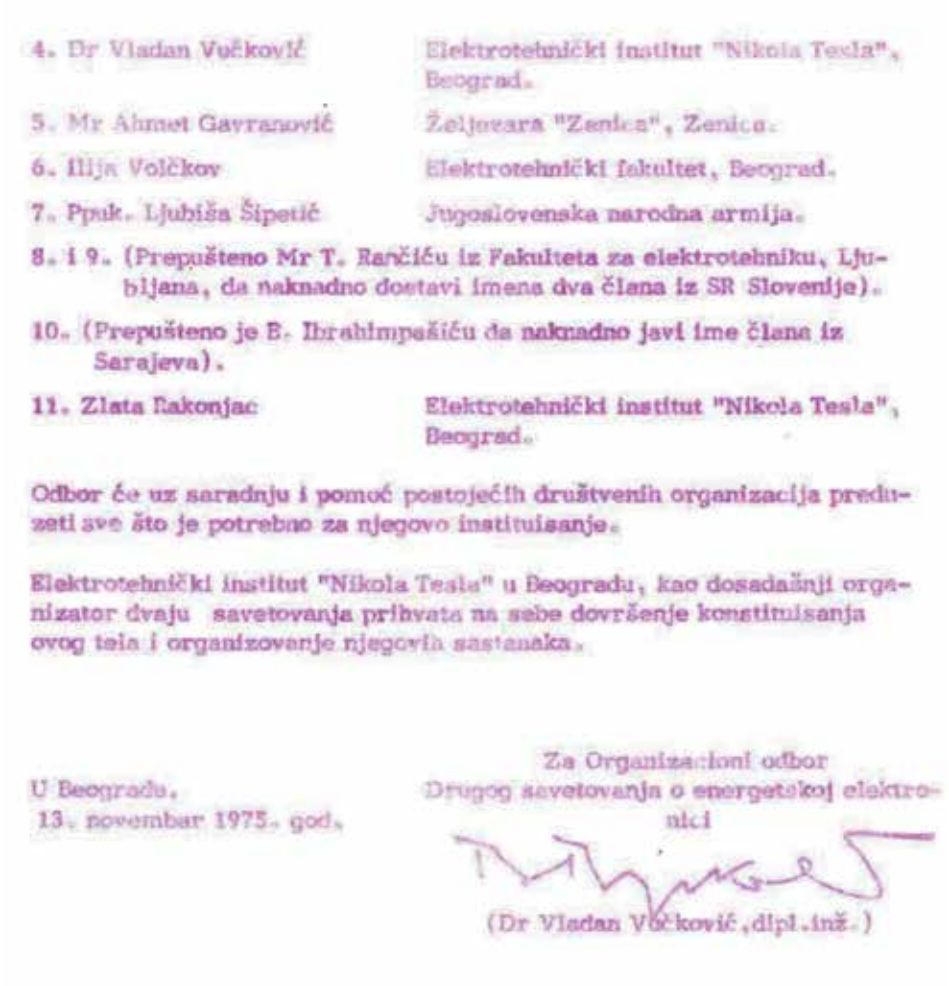
Odziv na Drugo savetovanje o energetskoj elektronici po broju učesnika i referenata (preko 160 učesnika i 66 autora sa 50 referata) i po sastavu zastupljenih organizacija (oko 30 naučno-istraživačkih organizacija i organizacija - proizvodjača komponenata i uredjaja iz oblasti energetske elektronike i oko 45 organizacija-korisnika ove tehnike iz svih republika Jugoslavije) pokazao je da su ova savetovanja korisna kako za razvoj naše nauke tako i privrede. Stoga se ocenjuje da postoji potreba, a i uslovi, da se nastavi sa periodičnim organizovanjem ovih skupova.

Da bi se ova aktivnost postavila na širu osnovu i podvukao njen savezni značaj predlaže se da se buduća savetovanja održavaju u raznim mestima širom Jugoslavije i pod organizacijom raznih domaćina (akademije nauka, instituti i srodne organizacije). Posebno je prihvaćen predlog učesnika iz Jugoslovenske akademije znanosti i umjetnosti i preduzeća "Rade Končar" iz Zagreba da se sledeće, Treće savetovanje održi u Zagrebu.

Rečeno je da se obrazuje privremeni odbor koji bi koordinirao i inicirao organizovanje naučno-stručnih skupova i drugih srodnih aktivnosti na polju energetske elektronike, u sledećem sastavu:

1. Dr Tomo Bosanac	Jugoslovenska akademija znanosti i umjetnosti i Elektrotehnički fakultet, Zagreb.
2. Zlatko Plenković	Poduzeće "Rade Končar", OOUR INEM, Zagreb.
3. Dr Petar Miljanić	Srpska akademija nauka i umetnosti i Mašinski fakultet, Beograd.

Slika 4.: Zaključci plenarne sjednice nakon 2. savetovanja o energetskoj elektronici



4. Dr Vladan Vučković — Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd.

5. Mr Ahmet Gavranović — Željezara "Zenica", Zenica.

6. Ilija Volčkov — Elektrotehnički fakultet, Beograd.

7. Ppuk. Ljubiša Šipetić — Jugoslovenska narodna armija.

8. i 9. (Prepušteno Mr T. Rančiću iz Fakulteta za elektrotehniku, Ljubljana, da naknadno dostavi imena dva člana iz SR Slovenije).

10. (Prepušteno je B. Ibrahimpašiću da naknadno javi ime člana iz Sarajeva).

11. Zlata Rakonjac — Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd.

Odbor će uz saradnju i pomoć postojećih društvenih organizacija preduzeti sve što je potrebno za njegovo instituisanje.

Elektrotehnički institut "Nikola Tesla" u Beogradu, kao dosadašnji organizator dvaju savetovanja prihvata na sebe dovršenje konstituisanja ovog tela i organizovanje njegovih sastanaka.

U Beogradu,
13. novembar 1975. god.

Za Organizacioni odbor
Drugog savetovanja o energetskoj elektronici

(Dr Vladan Vučković, dipl.inž.)

Slika 4.: Zaključci plenarne sjednice nakon 2. savetovanja o energetskoj elektronici (nastavak)

Nakon 2. savetovanja o energetskoj elektronici, 13. studenog 1975. zapisnički je zaključeno da se formira privremeni odbor za koordiniranje i organiziranje znanstveno-stručnih skupova na području učinske elektronike. Zapisnik je potpisao Miljanićev školski kolega i budući suradnik u Institutu *Nikola Tesla* prof. dr. sc. Vladan Vučković. Iz zaključka se vidi širokogrudnost i dalekovidnost akademika Petra Miljanića. Savjetovanja o učinskoj elektronici i dalje žive, i to neovisno u Hrvatskoj i Srbiji (Vojvodina). U Srbiji je u listopadu 2017. održano XIX. savetovanje *Energetska elektronika*. Zgodno je primijetiti da je u Hrvatskoj, također u listopadu 2017. godine, održana 19. međunarodna konferencija o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici.

Slika 5.: Prof. dr. sc. Vladan Vučković (Kragujevac, 1928. – Beograd, 2006.)

1.4. Članovi Jugoslavenskog međuakademijskog odbora savjetovanja o učinskoj elektronici kroz savjetovanja

1. savj.	odbor nije formiran	
2. savj.	odbor nije formiran	
3. savj.	Izet Benca	IRCA, Energoinvest, Sarajevo
	Zvonko Benčić	Elektrotehnički institut *Rade Končar*, Zagreb
	Tomo Bosanac	JAZU, Elektrotehnički fakultet, Zagreb
	Rafael Cajhen	Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
	Ahmet Gavranović	Željezara *Zenica*, Zenica
	Mesud Ibrahimpašić	Elektrotehnički fakultet, Sarajevo
	Petar Miljanić	SANU, Mašinski fakultet, Beograd
	Zlatko Plenković	Poduzeće *Rade Končar*, OOUR INEM, Zagreb
	Jože Pukl	Iskra, Avtomatika, Razvojni inštitut, Ljubljana
	Ljubiša Šipetić	Jugoslavenska narodna armija
	Ilija Volčkov	Elektrotehnički fakultet, Beograd
	Vladan Vučković	Elektrotehnički institut *Nikola Tesla*, Beograd
4. savj.	odbor u jednakom sastavu kao na 3. savjetovanju	
5. savj.	Svetozar Zimonjić, Asif Šabanović	ANU BiH
	Tomo Bosanac, Zvonko Benčić	JAZU
	G. Demirovski	MANU
	Petar Miljanić, Vladan Vučković	SANU
	L. Gyergyek, Karel Jezernik	SAZU
6: savj.	odbor u sastavu kao na 5. savjetovanju, samo su pridodani:	
	R. Tomović, Radiša Jevremović	VANU
7. savj.	odbor kao za 5. savjetovanje	

prof. Zlatko Plenković (Podgora, 28. srpnja 1917. – Zagreb, 25. ožujka 2003.)

akad. Tomo Bosanac (Bjelovar, 15. svibnja 1918. – Zagreb, 12. kolovoza 2003.), JAZU

akad. Petar Miljanić (Beograd, 1927. – Beograd, 16. veljače 2015.)

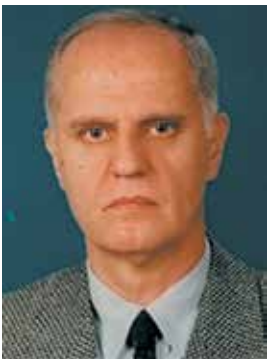
akad. Svetozar Zimonjić (1928. – 1999.)

prof. Mesud Ibrahimpašić

prof. dr. sc. Rafael Cajhen (Ljubljana, 1933.)

prof. dr. sc. Zvonko Benčić (Senj, 23. travnja 1940.)

prof. dr. sc. Karel Jezernik (1942.)



prof. emeritus Asif Šabanović (1946.)

Slika 6.: Neki članovi Jugoslavenskog međuakademijskog odbora savjetovanja o učinskoj elektronici

Slika 7.: Potpisi nekih inozemnih sudionika 3. savjetovanja o energetskoj elektronici (nema potpisa sudionika iz socijalističkih zemalja jer su u njihovo ime dopise potpisivali šefovi)

1.5. Treće jugoslavensko savjetovanje o energetskoj elektronici u Zagrebu

Savjetovanje je bilo međunarodno. Od 95 referata, 17 je bilo izvan Jugoslavije (Austrija − 1, Kanada − 1, Čehoslovačka − 4, Njemačka (BRD) − 2, Njemačka (DDR) − 1, Danska − 1, Francuska − 1, Italija − 1, Poljska − 2, Švedska − 1, Velika Britanija − 1 i SAD − 1). Svi referati prevođeni su simultano na engleski i hrvatski jezik.

Koncepcija Savjetovanja bila je sljedeća: predsjednik sekcije daje riječ izvjestitelju sekcije, autorima referata i vodi raspravu. Izvjestitelji prikazuju i komentiraju referate te postavljaju pitanja autorima. Zatim autori odgovaraju na pitanja izvjestitelja i dopunjuju izvjestitelja u prikazu referata. Na taj način vremena izlaganja referata su skraćena, a rasprave usmjerene na glavne teme.

Na početku Savjetovanja Zagrebački solisti održali su prigodni koncert, a navečer je bilo Svečano primanje u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti (predsjednik JAZU: Jakov Sirotković, 1978. − 1991.). Na kraju Savjetovanja bila je diskusija u obliku okruglog stola pod predsjedanjem Petra Miljanića. Teme su bile: Što je energetska elektronika (Ee) (Miljanić, Bosanac); Dosadašnji razvoj, sadašnje stanje i perspektive Ee (Plenković, Benčić); Komponente – poluvodički ventili i ostale komponente (Flegar, Benčić); Metode proračuna i analize u Ee (Vučković, Flegar); Ee u sklopu industrijske elektronike (Bobinac, Vučković); Problemi školovanja – od radnika do postdiplomanata (Cajhen, Ibrahimpašić). Na Savjetovanju je sudjelovalo oko 400 stručnjaka i znanstvenika.

Nakon 3. savjetovanja organiziran je posjet HE *Varaždin* i razgledavanje dvorca Trakošćan.

Slika 8.: Primjer bedža 3. savjetovanja o energetskoj elektronici

Slika 9.: Stjepan Mikac, dipl. ing., član Organizacijskog odbora 3. savjetovanja o energetskoj elektronici, uz Zvonka Benčića tehnički voditelj savjetovanja

Slika 10.: Mira-Klementina Luetić rođ. Janković, pravnica, tajnica 3. savjetovanja o energetskoj elektronici, JAZU; administrativno i financijski vodila te osigurala legalnost Savjetovanja

Predsjednik

JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI

moli Vas da izvolite prisustvovati

SVEČANOM PRIMANJU

u povodu održavanja

III. SAVJETOVANJA »ENERGETSKA ELEKTRONIKA«

Primanje će se održati 23. svibnja 1978. g.

u 20.30 sati u palači Jugoslavenske akademije na Zrinskom trgu 11

Slika 11.: Pozivnica na Svečano primanje u JAZU

Slika 12.: Dvorac Trakošćan, Hrvatsko zagorje

Konferenz über Leistungselektronik in Kroatien

Von HANS BERTELE ÖVE, Wien

In der Zeit vom 23. Mai bis 26. Mai 1978 fand, veranstaltet von der kroatischen Akademie der Wissenschaften und Künste, der Fakultät für Elektrotechnik der Universität von Agram und dem elektronischen Unternehmen Rade Koncâr, eine Konferenz über Leistungselektronik statt. Insgesamt lagen 94 Berichte vor, die auf drei Hauptgruppen aufgeteilt waren. Die erste umfaßte leistungselektronische Bauelemente, Theorie der diesbezüglichen Kreise und netzgeführte Umrichter; die zweite Gruppe war den Gleich- und Wechselstromrichterantrieben sowie den untersynchronen Umrichterkaskaden und den Generatorerregungssystemen gewidmet. Schließlich waren besondere neue Anwendungen der Leistungselektronik und diesbezügliche Einrichtungen Gegenstand der dritten Gruppe.

Mit wenigen Ausnahmen wurden fast alle der 94 eingereichten Arbeiten am Beginn jeder Sektionssitzung von einem Berichterstatter überblicksmäßig beschrieben. Um den Kern jedes einzelnen Berichtes möglichst klar hervorzuheben, wurden für jeden Bericht ein- oder auch mehrere mehrfarbig gezeichnete Prinzipbilder verwendet. Die Konferenzsprache war weitgehend kroatisch; eine englische Simultanübersetzung erlaubte aber, den der Landessprache Unkundigen in gutem Zusammenhang mit den Darbietungen zu bleiben.

Die vorgelegten 94 Berichte lagen zu Beginn der Konferenz in drei gedruckten Bänden mit insgesamt 1 095 Seiten vor. Die Titel der einzelnen Berichte lassen den weiten Anwendungsbereich erkennen, den die Leistungselektronik heute in der Elektrotechnik einnimmt: Steuer- und Regelantriebe jeder Größe für die Industrie, für Hüttenwerke und für die Traktion, Stromrichter für die Leistungsfaktorkontrolle in Netzen, Großstromrichter für Elektrolysen, dazu die in den letzten Jahren durch ihre große Wirtschaftlichkeit immer weitere Anwendung findenden Mittelfrequenzumrichter mit in weiten Grenzen wählbaren, mittelhohen Arbeitsfrequenzen für Schmelzöfen und induktive Erhitzung, Sonder-Regelstromrichter für Leuchtstofflampen und den Korrosionsschutz bei Pipelines, bis zu den Spezialsystemen für die neuerdings stark in den Vordergrund tretende Hochenergie-Elektronenstrahl-Technologie.

Eine wichtige Ergänzung zu den anwendungsorientierten Berichten sind die der Leistungselektronik eigenen Zusatzprobleme: Die RC-Dämpfungskreise, die eigens für die Leistungselektronik neuerdings entwickelten Hochgeschwindigkeits-Sicherungen, die richtige Berücksichtigung von unter Umständen besonders kurzen Freiwerdezeiten von Dioden und Thyristoren, wie sie vor Stromrichtersysteme mit hohen Arbeitsfrequenzen über 50 Hz unerläßlich sind, die besondere Ausbildung der Steuerkreise usw. Ein anderes noch in Entwicklung befindliches Problem ist die direkte (on-line-)Leistungsfaktormessung bei Stromrichtersystemen mit hohem Oberwellengehalt, wo vollständig andere Voraussetzungen als bei den üblichen Wechselstromverbrauchern vorliegen. Ein von P. MILJANIC (Michael Pupin Institut, Belgrad) vorgetragenes, neues Annäherungsmeßverfahren wird möglicherweise dazu geeignet sein, eine hier noch bestehende Lücke für den praktischen Einsatz grundsätzlich zu schließen.

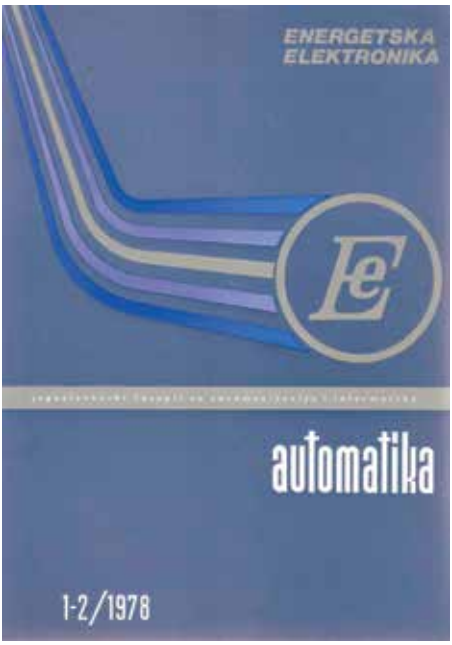
Der Vorsitzende, Prof. ZLADKO PLENKOVIČ von der Universität Agram, drückte in seiner Einleitungsrede den Wunsch aus, daß die Konferenz möglichst vielen Studenten und jungen Ingenieuren die Bedeutung der Leistungselektronik für die Praxis erkennen lassen und sie auf die Notwendigkeit hinführe, sich mit derselben gründlich auseinanderzusetzen.

75 der vorgelegten Arbeiten stammten von jugoslawischen Autoren, sieben kamen aus dem Ostblock, zwölf aus dem Westen, 40 davon sind Hochschulberichte, 54 sind aus der Industrie.

Ob ihres gesunden Ingenieurgeistes sind besonders die Berichte von Rade Koncâr aufgefallen, einem Industrieunternehmen, das in der ganzen Breite der modernen Leistungselektronik aktiv ist.

Auf der Rückfahrt von Varazdin nach Zagreb wurde das mittelalterliche Bergschloß Trakostian über seinem See besucht und schließlich auch noch das gigantische Bronzedenkmal in Velike Stubice für den 1573 blutig niedergeschlagenen Bauernaufstand mit dem nahe dabei gelegenen, als Erinnerungsstelle eingerichteten gleichnamigen Orsič-Palast besichtigt.

Slika 13.: Osvrt prof. Hansa Bertelea na 3. jugoslavensko savjetovanje o energetskoj elektronici (Elektrotechnik und Maschinenbau, 96. Jahrgang, Heft 3, März 1979., s. 121−122)



Slika 14.: Korice časopisa *Automatika* u kojem je objavljeno 14 radova jugoslavenskih autora s 3. savjetovanja o energetskoj elektronici u Zagrebu. Tim se željelo istaknuti značenje Savjetovanja za razvoj energetske elektronike u Jugoslaviji. Ostali kvalitetni radovi jugoslavenskih i drugih autora objavljeni su u idućim brojevima *Automatike*.

1.6. Zaključci 3. jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici

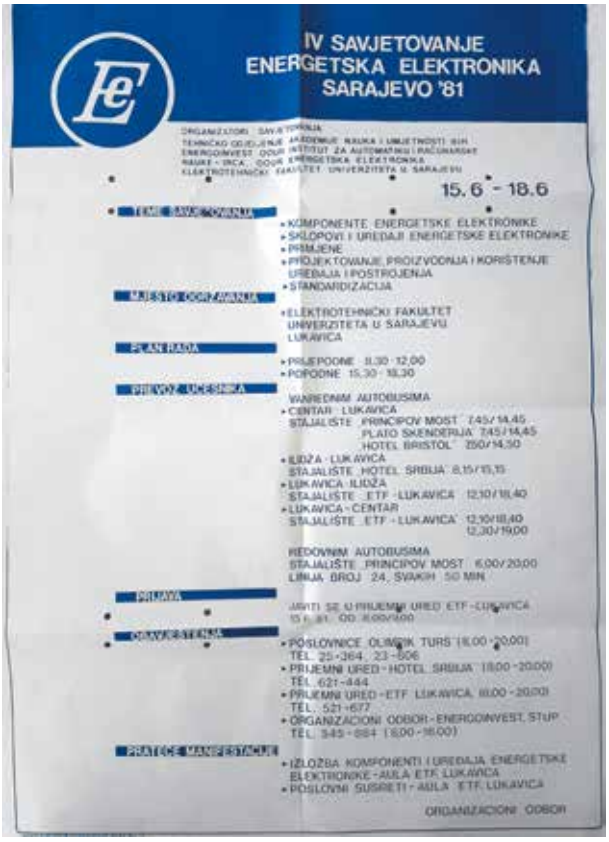
Na plenarnoj sjednici zaključeno je sljedeće:

- Sudionici 3. savjetovanja o energetskoj elektronici konstatiraju da su takova savjetovanja korisna, pa čak i važna, te da se sa savjetovanjima treba nastaviti u budućnosti u vremenskim razmacima od 2 do 3 godine.
- Treba uložiti daljnje napore za međunarodnu afirmaciju savjetovanja. Predlaže se da se stupi u kontakt s Mađarskom akademijom u cilju koordinacije rada mađarskog i našeg savjetovanja o energetskoj elektronici.
- Stručnjaci iz energetske elektronike trebali bi se uključiti u rad TO 22 (Energetska elektronika) i TO 47 (Poluvodičke komponente) u vezi jugoslavenskih standarda iz poluvodičkih pretvarača i poluvodičkih energetskih ventila.
- Za organizaciju Četvrtog savjetovanja o energetskoj elektronici zadužuje se Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Četvrto savjetovanje treba održati u proljeće 1981. godine (održano je u lipnju 1981.).

Jedino nije ostvaren drugi zaključak.

3. savjetovanje o energetskoj elektronici potvrdilo je područje energetske elektronike u stručnom, znanstvenom, nastavnom, proizvodnom i političkom pogledu u Hrvatskoj. Godine 1972. osnovana je proizvodnja industrijske elektronike u *Končaru* (INEM). U tvornicama RIZ i *Nikola Tesla* proizvode se sustavi za istosmjerno napajanje telekomunikacijskih uređaja. Godine 1974. uveo sam predmet Energetska elektronika na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje (FESB) u Splitu. Dvije godine poslije počeo sam predavati taj predmet na Elektrotehničkom fakultetu (ETF) u Zagrebu. Tjedan dana prije početka Savjetovanja zajedno s prof. Plenkovićem objavio sam sveučilišni udžbenik *Energetska elektronika I.* Savjetovanje je poduljim govorom otvorio generalni direktor *Končara* inženjer Ante Marković. Prilikom posjeta *Končaru* (INEM i Institut) Amerikanci su rekli da tako opremljeni razvojni laboratorij oni nemaju (oko 800 m^2).

1.7. Ostala (4. − 7.) jugoslavenska savjetovanja o energetskoj elektronici (Sarajevo, Ljubljana, Subotica, Beograd)



Slika 15.: Plakat 4. jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici u Sarajevu

VOJVOĐANSKA AKADEMIJA NAUKA I UMETNOSTI

SEVER — Subotica

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA — NOVI SAD

VI JUGOSLOVENSKO SAVETOVANJE „ENERGETSKA ELEKTRONIKA" — Ee '86.
SUBOTICA 17—19. 06. 1986. GOD.

POZIV

Pozivamo Vas da se pridružite svečanom otvaranju VI jugoslovenskog savetovanja „ENERGETSKA ELEKTRONIKA" — Ee '86. koje je zakazano za 17. juni 1986. god. u zgradi SO Subotica — sala 1 sa početkom u 9.00 sati.

Slika 16.: Pozivnica na svečano otvaranje 6. jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici u Subotici

Slika 17.: Primjeri znački jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici

Slika 18.: Primjeri bedževa jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici

Na svečanom otvaranju 5. jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici u Ljubljani, u uvodnom je referatu prof. Rafael Cajhen istaknuo da je jedan od zadataka tih savjetovanja sljedeći:

> "Omogućiti uslove za veći protok informacija unutar države i izvan nje, jer razvoj sopstvene pameti ne znači ograditi se u svom dvorištu od rezultata i saznanja drugih. Žalosna je činjenica da je današnji protok informacija slabiji nego što je ikada bio u zadnjih petnaestak godina: zbog poznatih ograničenja oko nabave stručne literature, drastično ograničenih mogućnosti učešća na međunarodnim kongresima, izmene kadrova, poseta tuđih institucija i konferencija a točka na i je bila uvođenje depozita. U takvim uslovima je iluzorno animirati mladog stručnjaka za naučni rad i omogućiti mu uvid u svetska rešenja kao i trajni kontakt s najnovijim tehničkim dostignućima."

Nakon 7. jugoslavenskog savjetovanja o energetskoj elektronici (listopad, 1988.), dogovoreno je da se 8. održi u Zagrebu. No, u ljeto 1990. postalo je jasno da će doći do raskida državnopravnih sveza Hrvatske s ostalim republikama i pokrajinama SFRJ. Zanimljivo je primijetiti da je na 7. savjetovanju Institut *Nikola Tesla* (Beograd) sudjelovao sa svega tri referata.

2. Hrvatske konferencije o elektromotornim pogonima i energetskoj / učinskoj elektronici − EDPE

U proljeće 1992. godine održan je u organizaciji KoREMA-e u Zagrebu, u okviru 37. međunarodnog godišnjeg skupa KoREMA, Hrvatski simpozij o elektromotornim pogonima i energetskoj elektronici (*Croatian Symposium on Electrical Drives and Power Electronics*). Simpozij je održan niti šest mjeseci nakon pada Vukovara. Bio je to čin prkosa. U tim ratnim danima autori iz Hrvatske uspjeli su napisati 27 članaka (tri su članka bila iz Slovenije). Ja sam u to vrijeme svaku treću noć dežurao u tunelu ispod Griča u Zagrebu. Taj simpozij nije numeriran, iako po sadržaju potpuno odgovara budućim EDPE konferencijama.

Godine 1994., u organizaciji KoREMA-e i EDZ-a (Elektrotehničko društvo Zagreb), održana je u Puli prva hrvatska EDPE konferencija. Iako je to bila prva EDPE konferencija, nazvana je The 8th International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (EDPE '94.). Dakle, 8. međunarodna EDPE konferencija, iz razloga što se željelo nastaviti tradiciju održavanja vrlo uspješnih jugoslavenskih savjetovanja o energetskoj elektronici. Do imena konferencije došlo se dogovorom prof. Zvonka Benčića i prof. Nedjeljka Perića, tadašnjeg predsjednika KoREMA-e.

Na konferenciji EDPE ‘94 u Puli uvodno predavanje održao je svjetski poznati profesor Werner Leohard (Technical University Braunschweig) na poziv prof. Perića. Konferencija je bila uspješna, ali upitne održivosti. Prof. Leonhard je prof. Periću sugerirao da razmotri mogućnost zajedničkog održavanja konferencije EDPE sa Slovacima (Technical University Košice) koji su dotad organizirali više konferencija također pod nazivom EDPE.

Ipak, nakon 1994. održane su još tri hrvatske EDPE konferencije u Dubrovniku: EDPE 1996 i EDPE 1998 u organizaciji EDZ-a i KoREMA-e, te EDPE 2000 u organizaciji KoREMA-e. Šteta što su prekinute organizacijske veze s Hrvatskom akademijom znanosti i umjetnosti (HAZU).

Nedjeljko Perić,
NN EDPE 1992.

Neven Srb,
8. EDPE 1994.

Zvonko Benčić,
9. EDPE 1996.

Zdenko Kovačić,
10. EDPE 1998.,
11. EDPE 2000.

Slika 19.: Predsjednici hrvatskih konferencija o elektromotornim pogonima i energetskoj / učinskoj elektronici − EDPE

Slika 20.: Sudionici 9. International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (1996.) na izletu na Lopudu

3. Hrvatsko-slovačke međunarodne konferencije o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici – EDPE

Vrijeme je prolazilo, a zatim je, kad je došla na red konferencija EDPE 2002 u Dubrovniku, predsjedništvo KoREMA-e odlučilo da se ona ne održi. Te je godine u Cavtatu organizirana konferencija EPE PEMC.

Tijekom 10th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE PEMC), održane od 9. do 11. rujna 2002. u Cavtatu, Hrvatska, inicirani su razgovori glede objedinjavanja hrvatskih i slovačkih EDPE konferencija. Dogovoreno je da se te konferencije i dalje bijenalno održavaju, ali naizmjenično u Hrvatskoj i Slovačkoj. Tu je inicijativu svesrdno podržao prof. István Nagy (Mađarska, tadašnji predsjednik EPE PEMC savjeta).

Viliam Fedák,
(12. – 19.) EDPE
(2003., 2005., 2007.,
2011., 2013., 2015.,
2017.)

Drago Ban,
12. EDPE 2003.

Zvonko Benčić,
13. EDPE 2005.

Željko Jakopović,
(14. – 16., 18.) EDPE
(2007., 2009., 2011.,
2015.)

Fetah Kolonić,
17. EDPE 2013.

Jadranko Matuško,
19. EDPE 2017.

Slika 21.: Predsjednici hrvatsko-slovačkih konferencija o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici – EDPE

Prof. Viliam Fedák (Slovačka, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Technical University of Košice) i predsjednik KoREMA-e prof. Nedjeljko Perić (Hrvatska, Faculty of Electrical Engineering and Computing, University of Zagreb) obavili su nakon konferencije u Cavtatu konačne dogovore oko ujedinjenja EDPE konferencija. Prva zajednička EDPE konferencija (dvanaesta po redu) održana je u Visokim Tatrama u Slovačkoj 2003. godine. Sljedeća zajednička EDPE konferencija održana je 2005. u Dubrovniku.

Dostignuća Poduzeća *Rade Končar* i Fakulteta elektrotehnike i računarstva na području učinske elektronike u trenutku 19. međunarodne konferencije o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici − EDPE

Slika 22.: Punionica za električne bicikle razvijena u sklopu projekta između Sveučilišta u Zagrebu, Fakulteta elektrotehnike i računarstva i Zagrebačkog elektrotehničkog poduzeća (ZEP). Voditelji projekta prof. dr. sc. Željko Ban i prof. dr. sc. Viktor Šunde.

Slika 23.: Glavni pretvarač višedijelnog električnog vlaka

Slika 24.: Glavi i pomoćni pretvarač višedijelnog dizel-električnog vlaka

4. Jezik savjetovanja o učinskoj / energetskoj elektronici i konferencija o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici

Jugoslavenska savjetovanja o energetskoj elektronici (od 1. do 7.) održavala su se u načelu na jezicima republika. Bolje reći, autori su pisali na jeziku kojim su govorili u svojoj sredini. U napomeni na početku svakog od sedam zbornika piše:

> "Da bi se sačuvala aktualnost, organizatori su se odlučili na kratke rokove i brzu tehniku. Zbog toga su referati umnoženi snimanjem originala dobivenih od autora, a zatim su sakupljeni u ovaj zbornik."

Uslijedio je nenumerirani skup Symposium on Electrical Drives and Power Electronics. Od 30 radova, pet je bilo na engleskom jeziku.

Nakon utemeljenja hrvatske države 1991. godine, 1994. je spojeno Savjetovanje o učinskoj elektronici sa Simpozijem o elektromotornim pogonima. Tako je nastala International Conference on Electrical Drives and Power Electronics – EDPE (od 8. do 11. konferencije). Na 8. konferenciji, od 79 referata bio je 21 na hrvatskom jeziku, dva na slovenskom, a ostali na engleskom, a već od 9. konferencije engleski je postao isključivi i jedini jezik EDPE konferencija. Tako je hrvatski jezik istjeran iz EDPE konferencija.

Iduće hrvatsko-slovačke EDPE konferencije (od 12. do 19.), održane su na engleskom jeziku.

5. Pregled savjetovanja o energetskoj elektronici i konferencija EDPE

Na svih 19 savjetovanja / simpozija / konferencija ukupno je objavljeno 1560 radova, od toga 404 ili 25,9 % iz Hrvatske.

U Zborniku sažetaka konferencije EDPE 2017, u tablicama, u stupcu naslovljenom Predsjednik (NOC), naveden je predsjednik konferencije, a u slučaju da nije bio imenovan, predsjednik Nacionalnog organizacijskog odbora (NOC). Kako je na zadnjoj konferenciji EDPE 2017 bilo prigovora da u stupcu Predsjednik (NOC) nisu navedeni "pravi" ljudi, dajem preglednu tablicu predsjedničkih zaduženja.

Slika 25.: Prof. dr. sc. L. Martinez-Salamero, generalni predsjednik EDPE 2000

Slika 26.: Prof. Ing. Jaroslav Dudrik, CSc., predsjednik Programskog odbora EDPE 2003., 2007., 2009., 2011., 2013. i 2015.

Konferencija	**Generalni predsjednici**	**Predsjednici konferencije**	**Predsjednici NOC-a**	**Predsjednik ISC-a**	**Predsjednici programa**
(NN) EDPE 1992	–	–	Perić	–	–
8. EDPE 1994	–	Srb	Srb	Srb	–
9. EDPE 1996	–	Benčić	Ban	–	
10. EDPE 1998**	–	–	Kovačić	Ban	–
11. EDPE 2000	Ban, Salamero	–	Kovačić*, Kolonić	–	Jakopović, Milanovič
12. EDPE 2003	Fedák, Ban	Fedák, Ban	–	–	Dudrik
13. EDPE 2005	Benčić, Fedák	Benčić, Fedák	–	–	Jakopović, Kolonić
14. EDPE 2007	–	Fedák, Jakopović	–	–	Dudrik, Kolonić
15. EDPE 2009	Jakopović, Fedák	Jakopović, Fedák	–	–	Kolonić, Matuško, Dudrik
16. EDPE 2011	–	Fedák, Jakopović	–	–	Dudrik, Kolonić
17. EDPE 2013	Kolonić	Kolonić, Fedák	–	–	Dudrik, Matuško
18. EDPE 2015	–	Fedák, Kolonić	–	–	Dudrik, Jakopović, Matuško
19. EDPE 2017	Matuško, Fedák, Kyslan, Pastor	Matuško, Fedák	–	–	Jakopović, Kolonić,

* napisao predgovor zbornika
** zbornik nema predgovor
NOC, Nacionalni organizacijski odbor
ISC, Međunarodni programski odbor

YUGOSLAV POWER ELECTRONICS CONFERENCES / JUGOSLAVENSKA SAVJETOVANJA O UČINSKOJ ELEKTRONICI																																				
.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
No. HR	No. SK	AT	AU	BA	BG	CA	CH	CZ	DE	DK	DZ	EE	EG	ES	FI	FR	HR	HU	IL	IN	IR	IT	JP	KR	KV	KW	KZ	LV	ME	MK	MT	MV	NL	PL	PT
1	–	–	–	1	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	8	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	1	–	–	1	–	3	–	–	–	–	–	–	–	14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
3	–	1	–	7	–	1	–	4	6	1	–	–	–	–	–	1	37	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–
4	–	–	–	23	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	30	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–
5	–	–	–	16	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	32	1	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	2	4	–	–	–	–	–
7	–	–	8	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	1	–	–	–	–	–

YUGOSLAV POWER ELECTRONICS CONFERENCES / JUGOSLAVENSKA SAVJETOVANJA O UČINSKOJ ELEKTRONICI																					
.		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
No. HR	No. SK	RO	RU	SE	SI	SK	RS	TR	UA	UK	US	VN	ZA	NN	COM	Σ	Chairman (NOC)	Place and Date	Organizer	Co-organizer	Note
1	–	–	–	–	6	–	26	–	–	–	–	–	–	3	0	47	Petar Miljanić	Belgrade, 20.–22. 6. **1973.**	SANU	Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade	–
2	–	–	–	–	6	–	23	–	–	–	–	–	–	–	1	50	Petar Miljanić	Belgrade, Novem-ber **1975.**	SANU	Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade	–
3	–	–	–	1	11	1	18	–	–	1	1	–	–	–	1	95	Zlatko Plenković, Zvonko Benčić	Zagreb, 23.–26. 5. **1978.**	JAZU	Electrotechnical Institute Rade Končar, Zagreb; Electrotechnical Faculty, Zagreb	Including papers from DDR and FRD
4	–	–	–	–	17	–	22	–	–	–	–	–	–	–	–	95	Asif Šabanović	Sarajevo, 15.–18. 6. **1981.**	ANU BH	Energoinvest; Faculty of Electrical Engineering, Sarajevo	From Vojvodina one paper (of 22)
5	–	–	–	–	26	–	39	–	–	–	–	–	–	–	–	103	Jože Gregorčič	Ljubljana, 18.–20. 6. **1984.**	SAZU	–	From Vojvodina 20 papers (of 39)
6	–	–	–	–	21	–	51	–	–	–	1	–	–	–	4	127	Savo Mitrović	Subotica, 17.–19. 6. **1986.**	VANU	SEVER, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad	From Vojvodina 21 papers (of 51)
7	–	–	–	–	16	–	43	–	–	–	3	–	–	–	3	109	Vladan Vučković	Belgrade, 24.–26. 10. **1988.**	SANU	Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade	From Vojvodina 22 papers (of 43); from N. Tesla Institute only 3 papers.

CROATIAN SYMPOSIUM ON ELECTRICAL DRIVES AND POWER ELECTRONICS																																		
.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
No. HR	No. SK	AT	AU	BA	BG	CA	CH	CZ	DE	DK	DZ	EE	EG	ES	FI	FR	HR	HU	IL	IN	IR	IT	JP	KR	KV	KW	KZ	LV	ME	MK	MT	MV	NL	PL	PT
NN	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	27	–	–	–	–	–	–	_	–	–	_	–	–	–	–	–	–	–	–
CROATIAN INTERNATIONAL CONFERENCES ON ELECTRICAL DRIVES AND POWER ELECTRONICS																																		
8	–	–	3	7	–	1	–	–	7	–	–	–	–	–	–	–	37	–	–	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	2	–
9	–	2	1	1	–	–	2	1	10	–	–	–	–	–	–	2	29	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	4	–	–	–	–	–
10	–	–	1	1	–	–	–	–	3	–	–	–	–	2	–	–	25	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
11	–	–	–	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	5	1	–	14	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	2	–

CROATIAN SYMPOSIUM ON ELECTRICAL DRIVES AND POWER ELECTRONICS																					
.		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
No. HR	No. SK	RO	RU	SE	SI	SK	RS	TR	UA	UK	US	VN	ZA	NN	COM	Σ	Chairman (NOC)	Place and Date	Organizer	Co-organizer	Note:
NN	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	30	Nedjeljko Perić	Zagreb, 26.–29. 4. **1992.**	KoREMA	Faculties of Electrical Engineering in Zagreb, Osijek, Rijeka and Maribor; Končar, Pliva etc.	This Conference was not included in the EDPE
CROATIAN INTERNATIONAL CONFERENCES ON ELECTRICAL DRIVES AND POWER ELECTRONICS																					
8	–	–	–	–	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	80	Neven Srb	Pula, 12.–14. 9. **1994.**	EDZ & KoREMA	–	The Conference became international
9	–	–	–	1	5	4	–	1	–	–	1	–	–	–	3	69	Zvonko Benčić	Dubrovnik, 9.–11. 10. **1996.**	EDZ & KoREMA	EPE Association, IEEE Croatian Section	Croatian was abandoned as the official language
10	–	–	2	1	7	1	–	–	1	–	–	–	–	–	4	51	Zdenko Kovačić	Dubrovnik, 14.–16. 10. **1998.**	EDZ & KoREMA	EPE Association, IEEE Croatian Section	–
11	–	1	1	–	8	1	–	1	–	–	–	–	–	–	2	45	Zdenko Kovačić	Dubrovnik, 9.–11. 10. **2000.**	KoREMA	EPE Association, IEEE Croatian Section	EDZ was no longer the organizer

CROATIA – SLOVAKIA JOINT INTERNATIONAL CONFERENCES ON ELECTRICAL DRIVES AND POWER ELECTRONICS																																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
No. HR	No. SK	AT	AU	BA	BG	CA	CH	CZ	DE	DK	DZ	EE	EG	ES	FI	FR	HR	HU	IL	IN	IR	IT	JP	KR	KV	KW	KZ	LV	ME	MK	MT	MV	NL	PL	PT
12	15	7	–	–	–	–	–	32	1	–	–	–	–	–	–	–	3	9	–	–	–	–	2	–	–	–	–	1	1	–	2	1	–	25	1
13	–	10	–	2	1	–	–	3	5	–	–	–	2	1	–	–	29	5	–	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8	–
14	16	5	–	–	1	–	–	24	1	–	–	1	–	–	–	–	6	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	1	12	–
15	–	4	–	–	1	–	–	6	1	–	1	–	–	–	–	1	20	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–	4	–
16	17	3	–	–	–	–	–	17	–	–	–	–	–	–	–	–	3	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	8	–
17	–	12	–	–	–	–	–	7	–	–	–	–	–	1	–	–	18	2	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	4	–
18	18	–	2	–	–	–	1	16	3	–	–	–	–	–	–	–	8	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–
19	–	2	–	–	–	–	–	4	2	–	–	–	–	–	–	–	11	–	–	–	–	–	4	1	–	–	1	1	–	–	3	–	–	1	–
Σ		46	15	74	3	2	4	118	47	1	1	1	2	9	1	4	404	36	1	2	2	6	7	1	1	1	1	5	7	16	5	3	1	79	1

CROATIA – SLOVAKIA JOINT INTERNATIONAL CONFERENCES ON ELECTRICAL DRIVES AND POWER ELECTRONICS																					
		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
No. HR	No. SK	RO	RU	SE	SI	SK	RS	TR	UA	UK	US	VN	ZA	NN	COM	Σ	Chairman (NOC)	Place and date	Organizer	Co-organizer	Note
12	15	2	–	–	1	15	–	1	–	1	–	2	3	–	6	116	Viliam Fedák, Drago Ban	Stara Lesna, 24.–26. 9. **2003.**	TU Košice SES	FER KoREMA	1st Joint HR–SK Conference
13	–	7	–	1	1	6	1	1	–	–	–	–	3	–	6	96	Zvonko Benčić, Viliam Fedák	Dubrovnik, 26.–28. 9. **2005.**	KoREMA, SES	University: FER Zagreb, TU Kosice, DU Dubrovnik	2nd Joint HR–SK Conference
14	16	1	–	–	2	19	–	–	–	–	–	–	2	–	9	89	Viliam Fedák, Željko Jakopović	Podbanske, 24.–26. 9. **2007.**	TU Košice	–	3rd Joint HR–SK Conference
15	–	2	1	–	9	14	1	–	1	–	1	–	1	–	10	86	Željko Jakopović, Viliam Fedák	Dubrovnik, 12.–14. 10. **2009.**	KoREMA, SES	University: FER Zagreb, TU Kosice, DU Dubrovnik	4th Joint HR–SK Conference
16	17	–	1	–	2	18	–	–	–	–	–	–	1	–	5	63	Viliam Fedák, Željko Jakopović	Stara Lesna, 28.–30. 9. **2011.**	TU Košice, SES	FER Zagreb, KoREMA	5th Joint HR–SK Conference
17	–	–	–	–	2	11	–	2	–	–	–	–	1	–	2	64	Fetah Kolonić, Viliam Fedák	Dubrovnik, 2.–4. 10. **2013.**	KoREMA SES	University: FER Zagreb, FEI Kosice, ACROSS	6th Joint HR–SK Conference
18	18	5	1	–	2	19	1	–	3	–	–	–	–	–	15	88	Viliam Fedák, Željko Jakopović	Tatranska Lomnica 21.–23. 9. **2015.**	TU Košice, SES	FER Zagreb, KoREMA	7th Joint HR–SK Conference
19	–	2	–	–	3	14	–	–	–	–	–	–	–	–	8	57	Jadranko Matuško, Viliam Fedák	Dubrovnik, 4.–6. 10. **2017.**	KoREMA SES		8th Joint HR–SK Conference
Σ		20	6	4	161	123	225	6	5	2	7	2	11	3	80	1560					

Abecedni popis država i njihovih oznaka upotrijebljenih u tablici

Kratko ime na engleskom	Dvoslovna oznaka	Kratko ime na engleskom	Dvoslovna oznaka
Algeria	DZ	Latvia	LV
Austria	AT	Lithuania	LT
Australia	AU	Macedonia	MK (RM)
Bosnia and Herzegovina	BA	Malta	MT
Bulgaria	BU (BG)	Montenegro	ME
Canada	CA	Moldova	MD (MV)
Croatia	HR	Netherlands	NL
Czech Republic	CZ	Poland	PL
Denmark	DK	Portugal	PT
Egypt	EG	Romania	RO
Estonia	EE	Russian Federation	RU
Finland	FI	Serbia	RS
France	F	Slovakia	SK
Germany	DE	Slovenia	SI
Hungary	HU	South Africa	ZA
Italy	IT	Spain	ES
India	IN	Sweden	SE
Iran	IR	Switzerland	CH
Israel	IL	Turkey	TR
Japan	JP	Ukraine	UA
Kazahstan	KZ	United Kingdom	UK
Korea	KR	United States	US
Kosovo (nije nominirano)	KV	Viet Nam	VN
Kuwait	KW	COM (autori su iz više država)	

7. Zbornici radova savjetovanja o energetskoj elektronici te simpozija i konferencija o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici − EDPE

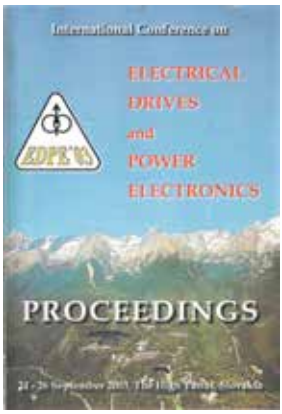
Izmjere zbornika radova:

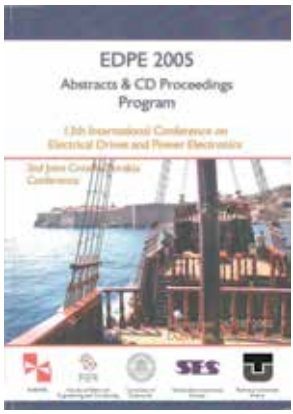
Jugoslavenska savjetovanja o energetskoj elektronici (1.−7.)	16,5 cm × 23,5 cm
Hrvatski simpozij EDPE (NN)	21,0 cm × 29,5 cm
Hrvatske međunarodne konferencije EDPE (8.−11.)	21,0 cm × 29,5 cm
Hrvatsko-slovačke međunarodne konf. EDPE (11.−19.)	
Hrvatska	15,0 cm × 20,5 cm
Slovačka	21,0 cm × 29,5 cm

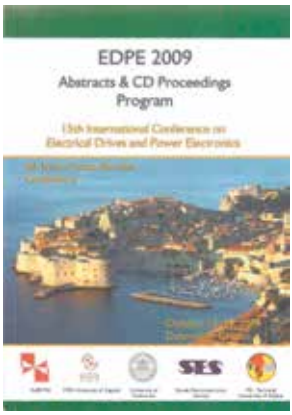
Zbornici prvih sedam konferencija tiskani su postupkom fotografiranja članaka napisanih pisaćim strojem na posebnim predlošcima iscrtanim plavim crtama koje se gube prilikom fotografiranja (do 1988.), a ostalih konferencija upotrebom računala.

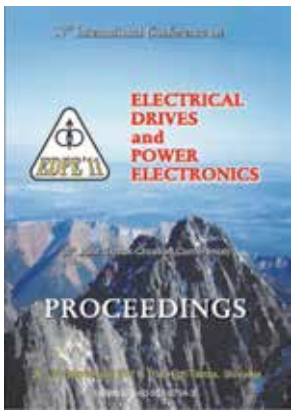
Slika 27.: Naslovne stranice zbornika radova Jugoslavenskih savjetovanja o energetskoj elektronici

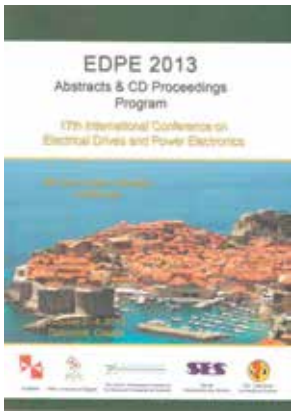
Slika 28.: Naslovne stranice zbornika radova Hrvatskih međunarodnih simpozija/konferencija o elektromotornim pogonima i učiskoj elektronici

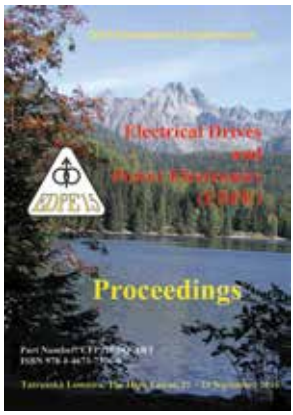












Slika 29.: Naslovne stranice zbornika radova hrvatsko-slovačkih međonarodnih konferencija o elektromotornim pogonima i učinskoj elektronici EDPE

Zaključak

Kronološki su iznesene organizacijske činjenice o savjetovanjima / simpozijima / konferencijama o energetskoj / učinskoj elektronici. Skupovi se održavaju *in continuo* svake druge ili treće godine od 1973. godine. Preostaje izrada prikaza razvoja učinske elektronike kroz referate.

Međuakademijski odbor Savjetovanja o energetskoj elektronici imao je priliku uzdignuti savjetovanja na europsku razinu. Prva europska konferencija o učinskoj elektronici i njezinim primjenama (*European Conference on Power Electronics and Applications* − EPE) održana je tek 1985. u Bruxellesu i imala je oko 650 sudionika. Na 3. savjetovanju u Zagrebu 1978. godine bilo je oko 400 sudionika. Tragično je što priliku nismo iskoristili.

Također je učinjena pogreška prilikom obnove konferencije 1994. godine u Republici Hrvatskoj jer su prekinute veze s Hrvatskom akademijom znanosti i umjetnosti.

Prikaz nije potpun jer nedostaju mnogi podaci i fotografije osoba. Molim sve one koji imaju neke ovdje neobjavljene podatke o skupovima o energetskoj / učinskoj elektronici da napišu članak za neki od idućih simpozija ili da ih pošalju na e-adresu autora. Treba pisati, da se ne zaboravi!

Conferences on Electrical Drives and Power Electronics, 1973 – 2017

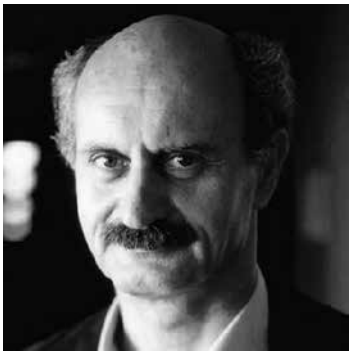
Zvonko Benčić

Abstract: A tabular overview is given of all 19 conferences on the subject of power electronics and its application, from the first conference in 1973 to the latest one in 2017. Depending on the social and political situation, the conferences were held with varying descriptions: Yugoslav, Croatian, Croatian and Slovakian, and different titles: consultation, symposium or conference. The main organizers were as follows: the Republic Academies of sciences and arts in the former Yugoslavia, the Electrotechnical Society Zagreb (EDZ), the Croatian Society for Communication, Computing, Electronics, Measurement and Control (KoREMA) and the Slovak Electrotechnical Society (SES). A total of 1560 lectures were given from 47 countries, from all continents, apart from South America, of which 26% were from Croatia.

Keywords: power electronics, conferences on power electronics, EDPE conference

Vlatko Čerić

Kratka biografija



Završio je studij fizike na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje je stekao uvid u matematičke modele koji opisuju funkcioniranje prirode te je počeo raditi na Institutu za fiziku u Zagrebu. Ranih 1970-tih s pojavom prvih računala kod nas počeo se intenzivano baviti programiranjem te se je postepeno specijalizirao za računalno modeliranje i simulaciju kompleksnih sustava i iz tog je područja obranio doktorsku disertaciju. Radio je deset godina kao istraživač u SRCE-u u Zagrebu te preko dvadeset godina kao profesor na Katedri za informatiku Ekonomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Objavio je stotinjak znanstvenih i stručnih radova te nekoliko knjiga. Godine 2013. izabran je u počasno zvanje professor emeritus Sveučilišta u Zagrebu.

Sredinom 1970-tih počeo je raditi na razvoju računalnih programa za generiranje slika u tradiciji tzv. algoritamske umjetnosti i ovdje ponovno koristi jednu vrstu modeliranja, no sada to nisu modeli stvarnog svijeta već svijeta njegove imaginacije. Pritom razvija različite pristupe kao što su računalno generirane grafike, algoritamska manipulacije piksela fotografije, programski generirane animacije kao i algoritamski bazirane skulpture. Rad je intenzivirao 2001. god. da bi 2005. god. počeo s izlaganjem svojih radova. Njegovi su radovi izlagani su na brojnim međunarodnim izložbama grafika i digitalne umjetnosti, nalaze se u nizu međunarodnih javnih kolekcija, izloženi su u sveučilišnim učionicama i laboratorijima, znanstvenim institutima, IT kompanijama, bankama i bolnicama te su uključeni u nekoliko međunarodnih umjetničkih knjiga.

Informacije o njegovom radu u području algoritamske grafike mogu se naći na web adresi www.vceric.net.

Ispravci i dopune
Zbornika PIFT 2012. – 2017.

Zbornik PIFT 2012. – 2016.

str. 48

akad. Josip Lončar nije autor članka LZ 14 iz 1928. godine

str. 49

akad. Josip Lončar nije autor članka LZ 26 iz 1939. godine i članaka LZ 27, LZ 28, LZ 29 i LZ 30 iz 1942. godine.

Autor navedenih članaka je druga osoba istog imena i prezimena.

Zbornik PIFT 2017

str. 118

nije navedeno daje članak "Oton Kučera – predsjednik Matice hrvatske i prvi promicatelj radija u Hrvatskoj" autora Zvonimira Jakobovića preuzet iz Hrvatske revije, br. 2. god. XVI/2016., str. 27–32.

str. 190; 1. red odozdo

piše: 2013. uspostava HOPS-a u čijem je...
treba: 2013. HEP – OPS promijenio pravni status (ime) u HOPS u čijem je...
objašnjenje: HEP – OPS, a time i HOPS, je osnovan 04. 04. 2004.

str. 190; 4. red odozdo

piše: **2004.09.11.**
treba: **2004.10.10.**

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 2019.