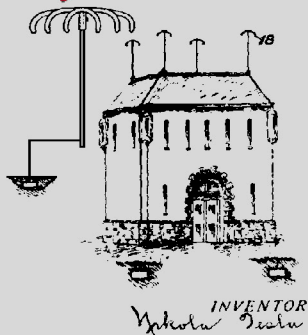




POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE

– radovi
EDZ sekcije
2017.
godine



Urednici: Zvonko Benčić • Josip Moser

KIKLOS

Biblioteka
ELEKTROTEHNIČKOG DRUŠTVA – ZAGREB
Knjiga 10.

Urednici:

prof. dr. sc. Zvonko Benčić
Josip Moser, dipl. ing.

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: 978-953-7992-06-4

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu
pod brojem 000961298.

Tisak:

Denona d.o.o., Zagreb, 2017.

Zvonko Benčić • Josip Moser
urednici

POVIJEST I FILOZOFIJA TEHNIKE

radovi EDZ sekcije
2017. godine

Zagreb, 2017.

Autori članaka:

Prof. dr. sc. Zvonko BENČIĆ
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3
10000 Zagreb, Hrvatska
zvonko.bencic@fer.hr

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

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

Akad. prof. dr. sc. Zijad HAZNADAR
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Unska 3
10000 Zagreb, Hrvatska
zijad.haznadar@fer.hr

Prof. dr. sc. Zvonimir JAKOBOVIĆ
Vugrinščak 1
10430 Samobor, Hrvatska
zvonimir.jakobovic@outlook.com

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

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

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

Dr. sc. Iva KURELAC
Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Zavod za povijesne i društvene znanosti
10000 Zagreb, Hrvatska
ikurelac@hazu.hr

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

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

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

Jadranko STILINOVIĆ, dipl. ing.
II. odvojak Ivana Mažuranića 3
10430 Samobor, Hrvatska
jadranko.stilinovic@masinoprojekt.hr

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

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

Tumač kratica u zaglavlju:

SONT
Savjetovanje o novim tehnologijama

EIS
Elektroinženjerski simpozij – Dani Josipa
Lončara

Sadržaj

Predgovor	VII
Što je povijest, a što filozofija tehnike? (<i>Branko Hanžek</i>)	1
Herman Dalmatin i njegovo shvaćanje matematike (<i>Marijana Borić</i>).....	12
Faust Vrančić i njegov historiografski rad (<i>Iva Kurelac</i>)	21
Nove spoznaje o životu i izumima Fausta Vrančića (<i>Gojko Nikolić</i>).....	38
Antun Vrančić (<i>Josip Moser</i>)	66
Marko Antun de Dominis – fizičar na pragu novovjekovlja (<i>Marijana Borić</i>)....	74
Školovanje Nikole Tesle u Hrvatskoj i njegov profesor Martin Sekulić (<i>Darko Žubrinić</i>)	81
Oton Kučera – predsjednik Matice hrvatske i prvi promicatelj radija u Hrvatskoj (<i>Zvonimir Jakobović</i>)	118
Vrijedan doprinos Otona Kučere hrvatskoj tehnici (<i>Tatjana Kren</i>)	133
Elektrotehnika: razvoj i perspektive u svijetu i Hrvatskoj (<i>Zijad Haznadar</i>).....	159
Henglov izvor svjetla, pogonske sile i udobnijeg kretanja (<i>Marijan Kalea</i>).....	167
Šezdeset godina prijenosa električne energije u Slavoniji i Baranji (<i>Marijan Kalea</i>).....	178
Moj hod s telegrafijom (<i>Želimir Volf</i>).....	192
Povijest normizacije u području planiranja sustava zaštite od munje (<i>Ernst Mihalek</i>).....	217
Stvarnost proizvodnje artefakata (<i>Franjo Jović</i>)	227
Elektroindustrija XX. stoljeća u Hrvatskoj (<i>Zvonko Benčić</i>).....	235
A zašto? (<i>Jadranko Stilinović</i>)	257

Predgovor

Ovo je šesti uzastopni skup sekcije Povijest i filozofija tehnike Elektrotehničkog društva Zagreb. Prva dva skupa održana su 2012. i 2013. tijekom Međunarodnog elektroinženjerskog simpozija – Dani Josipa Lončara (EIS), a sljedeća tri 2013., 2014. i 2015. godine tijekom Međunarodnog savjetovanja o novim tehnologijama – Dani Josipa Lončara (SONT). Šesti skup održat će se tijekom savjetovanja SONT 2017 (Šibenik, 15. – 16. svibnja 2017.).

Na skupovima sekcije Povijest i filozofija tehnike, pribrojivši i referate ovogodišnjeg skupa, održano je točno 50 referata. I prije 2012. sporadično su se javljali referati iz povijesti elektrotehnike.

Jedna je od važnih svrha Sekcije prikupljanje dokumenata i sjećanja ljudi koji su radili u području tehnike u doba intenzivnog rasta industrije u Hrvatskoj, otprilike od 1960. godine. Jasno je da će se interpretacije nekih događaja razlikovati, no one bi se razlikovale čak i onda ako bi suprotstavljeni pojedinci mogli pogledati film o minulim događajima. Na povjesničaru je da napiše povijest na temelju činjenica o kojima je većina suglasna. Dakle, povjesničar razvija model, neke činjenice odabire, neke odbacuje, a neke ne poznaje. U načelu, modeliranje u povijesti ne razlikuje se od modeliranja u tehnici. Zato postoji više modela određenih povijesnih događaja.

Idući dublje u prošlost, sjećanja nestaju, a ostaju samo dokumenti razbacani po osobnim arhivama i preostalim poduzećima (npr. PTT muzej, knjižnica u Končar – Institutu za elektrotehniku), zatim dokumenti sačuvani u različitim državnim institucijama (npr. škole, fakultetske knjižnice, muzeji, Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu), a rjeđe u državnim arhivima (npr. Arhiv grada Zagreba, Hrvatski državni arhiv). Ponekad je dobro prolistati ondašnje novine. Treba požuriti jer dokumenti nestaju.

Idući još dublje, nekoliko stoljeća u prošlost, preostaje traženje izvornih dokumenata po arhivima i knjižnicama. Za to je potrebno poznavanje živih stranih jezika te klasičnih, grčkog i latinskog. Istraživanje sekundarnih izvora (tumačenje izvornih dokumenata) može poslužiti tek kao pomoć.

Tako spoznajemo *povijest tehnike*. Povijest tehnike treba protumačiti u surječju društvenih, političkih, znanstvenih, ekonomskih, ekoloških, jezičnih i socijalnih prilika. Primjerice: “Zašto Faust Vrančić nije niti u jednom slučaju dao teorijsku osnovu svojih rješenja?” Ili: “Zašto je Tehnički fakultet u Zagrebu osnovan dvadesetak godina nakon drugih tehničkih fakulteta u Europi?”

I, na kraju, logički slijede pitanja iz *filozofije tehnike*: “Kako artefakti i tehnički zahvati u prirodi služe čovjeku?”, ili obratno: “Kako čovjek služi artefaktima i kako na čovjeka djeluju tehnički zahvati u prirodi?” Odgovori na ta pitanja jedna su od žurnih zadaća modernog neoliberalnog doba.

Zahvaljujem svim autorima što su kritički pročitali svoje radove i pripremili ih za tisak. Zahvaljujem tvornici Končar Električna vozila d. d. Zagreb koja je financijski omogućila objavljivanje knjige te poduzeću Grapa d. o. o. iz Zagreba na lekturi i pripremi za tisak.

Na Uskrs, 16. travnja 2017. godine

Zvonko Benčić

Branko Hanžek

Što je povijest, a što filozofija tehnike?

Koje je značenje povijesti tehnike,
a koje filozofije tehnike?

Sažetak: Dan je pokušaj jasnog definiranja pojmova: povijest, filozofija, tehnika, artefakt, proizvodnja, povijest i filozofija znanosti, povijest i filozofija tehnike. Razmatra se potom u čemu se sastoji važnost pisanja radova o povijesti i filozofiji tehnike. Rad završava preporukama o načinu pisanja radova o povijesti i filozofiji tehnike i o tome koje znanstvene metode pritom koristiti.

Ključne riječi: povijest, filozofija, tehnika, artefakt, proizvodnja, povijest i filozofija znanosti, povijest i filozofija tehnike

1. Odrednice

Na prvi pogled čitatelj bi mogao pomisliti da upitni naslov nije baš jasno dorečen. Mnogi bi pomislili da je to poigravanje s definicijama. Također bi se podrazumijevalo da većina ljudi zna kakvo je značenje riječi *povijest*, kakvo *filozofije*, a kakvo *tehnike*. Ali što je to *povijest tehnike*, a što *filozofija tehnike*? Krenimo od nečega što većina smatra općepoznatim.

1.1. Povijest

Definirajmo prvo povijest. Povijest se danas preko suvremenih elektronskih obavijesnih sredstava definira kao znanost koja u prostornom i vremenskom

okviru istražuje razvoj ljudskog društva i traži uzroke i zakonitosti određenog ekonomskog i društvenog poretka. Danas ta riječ označuje istodobno sam povijesni proces (razvoj ljudskog društva) i znanost koja se bavi proučavanjem tog procesa. Kritičnost je osnovni zahtjev pri utvrđivanju povijesnih činjenica.

No, da vidimo kako se povijest definirala prije više od sto godina. Veliki hrvatski povjesničar Vjekoslav Klaić (1849. – 1928.) definirao je povijest kao znanost o razvitku ljudi gledajući na njihovo djelovanje kao socijalnih bića. I to je bila definicija povijesti kao znanosti. Ta je definicija bila u skladu s onodobnim shvaćanjima kad se baš sve gledalo kroz socijalnu prizmu. Nova znanost sociologija polako je zavladavala svijetom. Klaić je također naglasio razlike između prirodoslovca i povjesničara. Prirodoslovac je (i danas također) motrio (motri) pojave u prirodi koje se zbivaju (mijenjaju i ponavljaju) u prostoru, a povjesničar pojave koje se mijenjaju, ali ne ponavljaju, nego se očituju kao neprestani napredak ili razvitak. Ukratko: povjesničar je motrio pojave u vremenu ili u povijesti.

1.2. Filozofija

Pod filozofijom se smatra sustavno proučavanje načelnih, apstraktnih i općih problema vezanih za bitak (tj. sve ono što jest), moral, um, jezik, ljudsku egzistenciju, stvarnost i vrijednosti. Filozofija je uvijek pokušaj da se kakva ideja ili objašnjenje dovede do kraja.

1.3. Tehnika

Tehnika je skup svih oruđa i znanja proizvodnje koja su se povijesno razvijala i koja čovjeku omogućuju djelovanje na prirodu. Naši suvremenici, kao vatreni pobornici interdisciplinarnosti, također su ustalili termine *hardsciences* (koji se odnosi na prirodne i tehničke znanosti, dakle i na tehniku) i *softsciences* (koji se odnosi na humanističke i društvene znanosti, dakle i na povijest).

1.4. Artefakt i proizvodnja

Uz naslov su, implicate, usko povezana i dva osnovna pojma koja zahtijevaju pokušaj eksplicitnog objašnjavanja njihova značenja. To su pojmovi: *artefakt* i *proizvodnja*.

Artefakt je naziv za predmete koje su stvorili ljudi, tj. to su umjetne tvorine kao proizvod ljudske djelatnosti (ili kraće: rukotvorine, možda još bolji izraz: umjetnine kao nešto što nije prije prirodno postojalo, nego svoju

egzistenciju duguje čovjeku). No, osim šture enciklopedijske definicije pokušajmo rasčlaniti taj složeni pojam u dva dijela: *arte* je umijeće, a *factum* je činjenica, nešto što je dano, što je tu. Golem je značaj artefakata jer čovjek cijeli svoj život vezuje za artefakt, čak u svakoj životnoj situaciji prilagođuje artefakt do krajnjih granica.

Proizvodnja je proces svjesnog organiziranog čovjekova djelovanja na proizvodne čimbenike (prirodni izvori rada, sirovine, poluproizvodi) ili predmete rada s pomoću sredstava za rad, a radi proizvodnje dobara za razmjenu na tržištu; ukupnost proizvoda i usluga ostvarenih na nekom području u određenom vremenu. Rasčlanimo to opet kao maloprije, ali uz još jedan mali dodatak. Trebamo se upitati što za nas znači proizvesti artefakt. Imamo složenicu pro-iz-voditi. Riječ voditi upućuje nas da naša akcija mora biti vođena, tj. ne smije biti slučajna. Ako razmotrimo riječ provoditi, onda nas to upućuje na posjedovanje neke ideje koja se mora prevesti u djelo i to takvo da takve novosti dotad nije bilo u prirodi. Ta ideja mora se provesti pošto-poto pa makar morali izvršiti nasilje nad prirodom. I tu je još riječ izvoditi. Da bi se nekakva ideja nametnula u obliku pitanja, morala se iznjedriti iz koncepta. Dakle, proizvodeći artefakte mi svijetu namećemo svoje ideje i prisiljavamo prirodu da daje odgovore na naša pitanja. Polako stižemo do eksperimenta jer se pitanja postavljaju preko eksperimenta, a sama strategija artefakta mora se prenositi iz generacije u generaciju.

1.5. Povijest i filozofija znanosti te povijesnost znanosti

Ove zanimljive i suvremene rasčlambe duguje hrvatskom fizičaru i povjesničaru i filozofu znanosti Srđanu Lelasu (1939. – 2003.). Lelas je dao i zorni prikaz stanja u povijesti znanosti. Istaknuo je kako vidi ulogu (značenje) *povijesti* i *filozofije znanosti*. U knjizi *Promišljanje znanosti* na str. 210. i 211., Lelas piše:

“Ukoliko je filozofija znanosti postolje, ukoliko ona mora pokušati razumjeti znanost kao duhovni fenomen različit od drugih duhovnih čovjekovih tvorbi uzimajući pri tome u obzir da se radi o prirodnom, ljudskom i društvenom duhovnom fenomenu, ukoliko stoga mora pružiti osnovu svim ostalim disciplinama znanosti o znanosti, povijest znanosti je kruna, jer mora opet sve subdiscipline obuhvatiti u jedinstvenu cjelinu, u cjelovitu sliku znanosti nekog vremena koja će integrirati sve aspekte i dimenzije znanosti. Jedino takva integralna slika može učiniti vidljivom temeljnu matricu iz koje ćemo razumjeti prošlu i sadašnju znanost.”

Trenutak je da se ukratko upoznamo i s hrvatskom povjesničarkom znanosti Jasminom Lelas (1939. – 1998.), Srđanovom suprugom. Jasmina Lelas uvela je termin *povijesnost znanosti* u hrvatsku metodologiju istraživanja povijesti znanosti (povijesnost: preduvjet i poprište cjelokupnog ljudskog djelovanja i spoznavanja). Naglašavajući ulogu povijesnosti znanosti, istaknula je da povijesnost znanosti vodi na povijesnost razumijevanja znanosti.

1.6. Znanost i tehnika

Priča o znanosti i tehnici osnivala se na pogrešnoj pretpostavci da su njihova poimanja različita, drukčija. Iako se ne mogu podvesti pod zajednički nazivnik, ima mnogo poveznica znanosti i tehnike. Tehniku na zapadu, na anglosaskom jezičnom području, mnogi poistovjećuju s riječi tehnologija. No, i ta tehnologija ima dva značenja. Prvo bi označavalo tehnologiju kao znanost o tehnici ili tehničkim procesima proizvodnje, a drugo bi opisivalo tehnologiju kao tehniku postupaka proizvodnje, djelatnost koja se služi materijalnim, ljudskim i znanstvenim sredstvima radi postizanja nekog cilja i svaka je posebna tehnologija uvijek vezana uz rezultat svojih procesa. U duhu tog drugog značenja u hrvatskom se jeziku koristi riječ *inženjerstvo*.

Jedna su od najznačajnijih poveznica znanosti i tehnike spomenuti artefakti. Budući da sve što potječe od čovjeka ima svoju povijest, tako i artefakti imaju svoju povijest. Štoviše, mi povijest predajemo u nasljeđe preko artefakata.

1.7. Filozofija tehnike

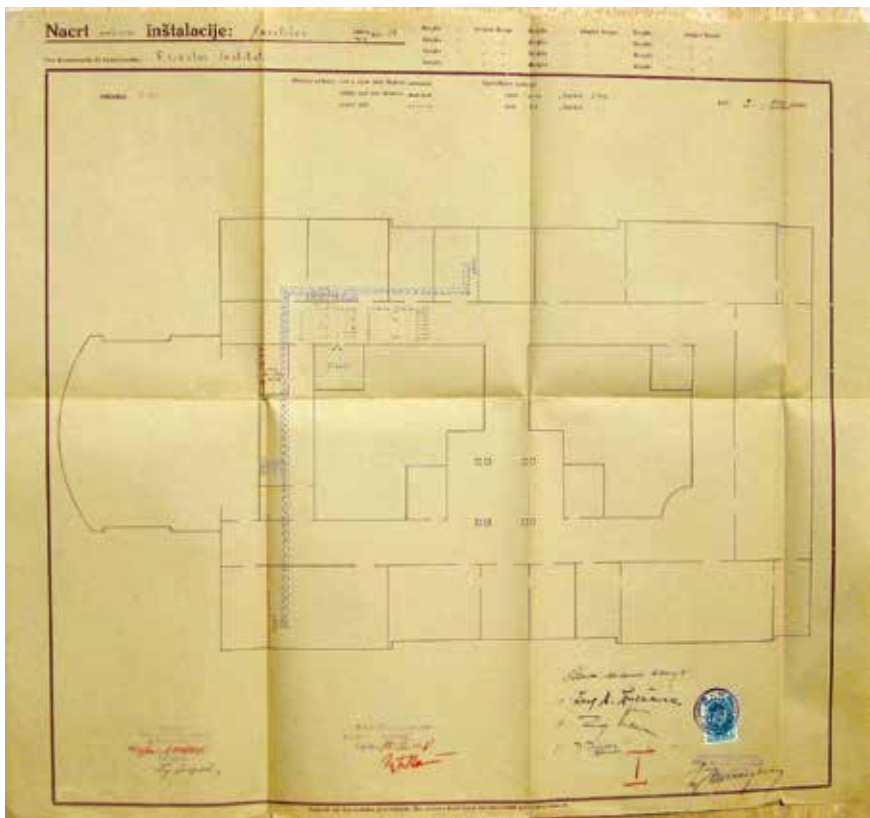
Filozofija tehnike sintagma je kojom se izražava misao o načelima, kako god ih izrazili; načela sadržavaju neku namjerno izabranu ili baštinjenu filozofiju. I eto nas opet kod proizvodnje. Svi oni koji su se barem malo bavili proizvodnjom znaju za načelo: “U što kraćem vremenu i uz što manju cijenu proizvesti proizvod zadovoljavajuće kvalitete.” Vrlo je važno u ovom povijesnom trenutku propitati ulogu tehnike.

Evo što o tome piše u mrežnom izdanju Hrvatske enciklopedije Leksikografskog zavoda *Miroslav Krleža*:

“*Filozofija tehnike* bavi se problemima tehničkog iskorištavanja i popredmećivanja svijeta u cjelini i kritički nastoji osvijetliti posljedice takva negativnog odnosa. U svojim mnogobrojnim radovima o problemu tehnike Heidegger naglašuje da njezina bit nije ništa tehničko, već ‘postav’ (*das Gestell*), tj. ona je način na koji se bivstvjuće *postavlja* kao predmet na raspolaganju čovjeku. Ako npr. biće ima svoju *prirodnu*

svrhu (rast, rađanje i davanje ploda), ono onda u tehničkom zahvatu dobiva isključivu svrhu *za čovjeka*, pri čemu je sada i sam čovjek podvrgnut toj svrsi i time također učinjen slugom tehnike, koja tako postaje samoj sebi svrha. Zato je tehnika u svojoj najdubljjoj biti *metafizička*, budući da od bića čini raspoložive predmete, a sama je metafizika u svojem praktičnom ozbiljenju *tehnika*, tj. popredmećenje je temeljni način njezina ozbiljenja. Iz toga se uviđa bitna povezanost metafizike i tehnike. Problemi znanstveno-tehničkog svijeta i mogućnost davanja odgovora na njih jedna su od najhitnijih zadaća suvremenoga doba, budući da je čovjek u svojem bezobzirnom iscrpljivanju svjetskih resursa dosegnuo onu granicu koja – s obzirom na zagađenost, ozonske rupe i dr. – prijeći potpuni uništenjem života na Zemlji.”

Današnji način života podrazumijeva svakodnevno susretanje s društvenim i tehnološkim procesima za čije razumijevanje trebamo izgraditi novo, suvremeno



Slika 1.: Fizikalni institut (Zavod), nacrt položaja instalacija. Izvor: Arhiv Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Fizički odsjek.

umijeće. Sam čovjek neće bez toga jasno vidjeti vlastitu stvarnost, a ni stvarnost vlastitih artefakata. Potrebno je, dakle, novo pretakanje tehnike u znanost. I još je jedna važna uloga tehnike u današnjem životu. Kad postane potpuna znanost tehnika će nam pomoći da se upoznajemo sa samim sobom. Na koji način? Upoznajući se s novim umijećem, tehnikom, na kojoj će počivati naš način života, stjecat ćemo samosvijest. Filozofija tehnike (u širem i suvremenom smislu) u tom samosvješćivanju, kao bitan doprinos, svakako će moći puno pomoći.

2. Zašto pisati radove o povijesti i filozofiji tehnike

2.1. Govorni prijenos povijesti

Odsječak moramo započeti tvrdnjom da su se ljudi nekad pouzdavali u svoje pamćenje puno više nego što je to opravdano. Neki to čine i danas. Sjećajući se onog što bi zapazili, ljudi bi često izvlačili zaključke o budućem. No, ipak se, iako polako, došlo do spoznaje da ta pojedinačna pamćenja ne bi smjela biti presudna o svim stvarima značajnim za cijelo društvo. Ta je situacija mogla biti još sumornija, ako u razmatranje uključimo mogućnost pogrešnog prenošenja stavova iz generacije u generaciju.

2.2. Pisani prijenos povijesti

Osim jezičnog izražavanja javili su se i prvi crteži (spiljski prizori lova). I jezik i crteži su artefakt-simboli koji se tradicijom održavaju i unapređuju, a spadaju u duhovnu sferu ljudske egzistencije. Tad još nije bilo znanosti kakvu poznajemo, ali valja istaknuti da i znanost spada u tu duhovnu sferu.

No, da bi se znanost mogla dobro razviti, moramo u obzir uzeti još jednu pretpostavku, a to je pismo. Kao što je poznato, prve znanosti koje su se razvile bile su matematika, astronomija i geometrija. Matematika je bila potrebna za vođenje evidencija i računanja, astronomija za određivanje kalendara i položaja pri putovanjima, a geometrija je bila nužna pri izradi nacrti i izgradnji naselja i piramida.

Nije trenutak da se opisuju sva znanstvena dostignuća Egipćana, Indijaca, Babilonaca, Feničana, Rimljana, jer o tome je dosta poznato. Nas zanimaju stari Grci. Grčki znanstvenici bili su elitni znanstvenici koji nisu nikad mnogo radili, a održavanje tako luksuznog načina života bilo je povezano s pljačkama i ratovima. Astronomiju su podignuli do stupnja da se otad mogla smatrati samostalnom znanošću. Nažalost, to je bilo toliko važno da mi danas znamo mnogo više o grčkim ratovima, pravu, znamo malo o tadašnjoj znanosti, a gotovo ništa o tome kakva im je bila tehnika. Pitanje tehnike ostaje u domeni

nagađanja. Taj primjer iz starije povijesti neka bude dovoljno poučan da bi nas danas opomenuo kako je potrebno više pisati o tehnici.

2.3. Primjeri zašto je potrebno pisati o povijesti i filozofiji tehnike

Tko od čitatelja zna za hrvatskog matematičara Marka Mikšića (1847. – 1912.)? Bilo bi korisno upoznati se s njegovim stavovima. U radu *Tehnički suci* (1909.), u uvodnom dijelu, Mikšić upozorava da je u Njemačkoj i Austriji načinjena velika pogreška kad su početkom XX. st. sa starih sveučilišta izbačene tehničke znanosti. Za razliku od toga, Cambridge je postao prestižan tehnički fakultet. S druge strane, u mnogim je zemljama uprava fakulteta u rukama isključivo netehnički obrazovanih ljudi. To je dovodilo do izrazito štetnih administrativnih odredaba jer je pravo prosuđivanja tehničkih problema dodijeljeno nestručnjacima. Ipak, da se to stanje malo ublaži, postavljeni su savjetnici koji su otklanjali najlošija rješenja, ali su oni saslušavani samo u vrlo važnim stvarima, a i te su sporo rješavali. Mikšić smatra da bi najbolji bili dvostruki sveučilišni studiji, gdje bi zajedno studirali tehničari i juristi, kao novi put naobrazbe za tehničke suce. U sudstvu bi se najbolje presuda donosila strogo izmjenjivanjem pitanja i odgovora između jurističkih i tehničkih sudaca.

Problem koji je istaknuo Mikšić i danas je izražen, ali njegova ideja nije naišla na plodno tlo. Zar ta ideja ne vrijedi da bi se o njoj puno više pisalo pa bi možda jednog dana postala oživotvorenom! Ili se smatra da je danas sve dobro uređeno pa je Mikšićeva ideja zastarjela? U svakom slučaju, treba težiti za pravednošću bez obzira kakvo pravo primjenjuju današnji juristički suci. Praksu današnjih medija da su senzacije većinom vijesti s negativnim predznakom treba mijenjati tako da se do pozitivnih isticanja treba doći sve upornijim pisanjem o tome. U drugom radu, *Kako uplivaju izumi i otkrića na rezultate pravoslovlja (jurisprudencije)* (1910.), Mikšić smatra kako je nadzor izuma i otkrića zadaća razvitka pravoslovlja (pravnih znanosti). Tako je među prvima upozorio da treba načiniti i zakon o radiju i o zaštiti od njegove razorne sile. No, trebalo je proteći čak 49 godina da se na ovim našim prostorima donese Zakon o zaštiti od ionizirajućeg zračenja.

Valja istaknuti da je Mikšić bio nastavnik nacrtne geometrije. Premalo se i o njoj piše. Uglavnom je dosad pisano o njoj u kontekstu visokoškolske nastave. Međutim, mnoge naprave i alati nisu sigurno sačuvani u muzejima. O modelima da i ne govorimo. Stoga bi trebalo posegnuti za tehničkom dokumentacijom tipa 2D projekcije, pronaći je, analizirati, a potom pažljivo pisati o njoj te tako dobiti sliku tehničke kulture onog doba. Da se ne spominje požar kad je prije više desetljeća izgorjelo krovništvo ŽTP-a Zagreb. Tad se moralo ići u Beč po nacрте kako bi se uništeno obnovilo u prvobitnom obliku. Zar je moguće da nigdje kod nas nisu sačuvane barem kopije te tehničke dokumentacije? Ili se nikome nije

istraživalo pa se posegnulo za onim rješenjem kako pedantni narodi ipak paze na kulturna dobra? Pitanja bi se mogla i dalje nizati, ali cilj je pokazati koliko je potrebno pisati o takvim temama. Nisu uzalud govorili stari Latini: *Verba volant, scripta manent*.

Ili, da se spomene najnovije doba. Vrijedan pregalac Hrvat Stanislav Viker (1931. – 1996.), objavio je u sedam nastavaka u Mjeriteljskom vjesniku svoje tekstove o korijenima hrvatskog zakonskog mjeriteljstva. U tekstovima je, ne jednom, pozvao na suradnju čitatelje kako bi se upotpunio njegov članak. Ideja je bila jednostavna: mi smo odavno u Europi, makar nam drugi to osporavali na način da su uništavali pisane tragove o našoj pripadnosti Europi. Koliko se čitatelja odazvalo? Je li uopće bilo istraživanja o toj temi ako su rezultati tako mršavi? Viker je, nažalost, ostao osamljen.

Na kraju odlomka nije više potrebno naglašavati zašto je potrebno pisati radove o povijesti i filozofiji tehnike. Krajnje je vrijeme da se naša prošlost u tom pogledu istakne vrijednim pisanim radovima koji će proizići iz sustavnih istraživanja i sveobuhvatnih promišljanja.

3. Kako pisati radove o povijesti i filozofiji tehnike

Ako je riječ o tekstovima, trebamo paziti na *hardsciences* i *softsciences*. Naravno, pritom se misli da će tekstovi težiti znanstvenom karakteru. Znači, kad iznosimo podatke svojih istraživanja koji su pravilno analizirani, moramo znati te podatke ispravno interpretirati.

Budući da je za temeljitu raspravu potrebno mnogo više vremena i prostora, pokušat ću barem razbistriti neke osnovne (čitaj: naslovne) pojmove, a poslije dati neke sugestije o tome zašto i kako pisati radove o spomenutoj tematici.

3.1. Izvori informacija

Prije toga treba spomenuti da treba koristiti sve moguće izvore informacija, od klasičnih pisanih podataka sačuvanih u radovima, knjigama, arhivima, muzejima, arhivskoj građi pri knjižnicama, fonotekama, videotekama pa sve do najnovijih bežičnih prijenosa internetskih podataka.

No, ako nam ponestane objavljenih pisanih podataka i ilustracija, može nam se dogoditi da imamo sreće razgovarati sa svjedocima istraživnog razdoblja. Tad je nužno višekratno provjeravanje vjerodostojnosti njihovih izjava, i svakog posebno i skupno (ako su baš bliski suvremenici). Ako nam nakon interpretacije uspije i postupak objašnjavanja, vrlo smo blizu konačnog cilja, a to je stvaranje znanstvene teorije.



Slika 2.: Uputa u metričku mjeru, neuočeni dokument povezan s člankom S. Vikera: *Korijeni hrvatskog zakonskog mjeriteljstva*. Izvor: Knjižnica Hrvatskog školskog muzeja.

3.2. Obrada informacija

Dakle, ako nam uspije informacije (podatke) poopćiti tako da se izdvoji bitno a ispusti nebitno, u objašnjavanju pojava uspjelo nam je ostvariti novu teoriju. Znanstvena teorija *u širem smislu* naziva se i metodologija, nova znanost koju neki nazivaju i znanosti nad znanostima.

Dakle, ako nam i uspije iznjedriti neke nove teorijske pojmove, moramo se ipak zadovoljiti nedovoljnom preciznošću u pogledu povezanosti među pojmovima. Moramo uočiti da ipak nije riječ o prirodnim znanostima gdje je to znatno preciznije. Ipak, ako tekstu pristupimo interdisciplinarno, dobit ćemo svestranije istraživanje i dati veći doprinos razvoju metodologije.

3.3. Komparativna metoda obrade informacija

U pisanju tekstova, uz znanstvenu metodu analize sadržaja, bilo bi dobro korištenje i komparativne metode. Ona je najbliža eksperimentalnoj metodi. Eksperimentalna metoda također je komparativna metoda jer se svaki mjerni rezultat uspoređuje s definiranom jedinicom mjere. Dakle, komparativnom metodom nastojat ćemo utvrditi sličnosti i razlike dobivene uspoređivanjem raznih pojava, uređaja, skupina ljudi. Tako ćemo, s pomoću te metode, dobiti solidan

znanstveni iskaz, ne toliko precizan i točan kao matematičku formulu, ali pouzdan za daljnje postupanje. To je toliko željeno znanstveno predviđanje koje će tako dobiti visok stupanj vjerojatnosti. Složenost pojava u humanističkim znanostima (povijest) pretvorit će izvjesnu sigurnost u veliku vjerojatnost kad je riječ o povezivanju pojmova. Kratkoća etabliranja povijesti i filozofije znanosti (tehnike) bit će dostatna za objašnjenje nepreciznosti povezanosti između novih i starih znanstvenih teorijskih pojmova. Prirodne znanosti tu su u velikoj prednosti zahvaljujući svojoj dosta dugoj povijesti.

S pomoću nekoliko spomenutih metoda samo je *napipana* problematika idealizacije nalaženja i učvršćivanja jedinstvene metode svih znanosti. Još smo daleko od tog cilja.

3.4. Ilustracije

Osim iznošenja teksta, korisno bi bilo koristiti i što više ilustracija. Ilustracije su mnogo više od običnog ukrasa ili sredstva da se prekine suhoparnost i uvede više svježine i vedrine. Njihov slijed treba se posebno odabrati kako bi se bjelodano istaknuo redoslijed značajnijih događaja u toku povijesti. Osim toga, tako povezane ilustracije bit će uporišne predodžbe i služit će kao djelotvoran oslonac našeg prisjećanja.

Zaključak

Prije jasnog definiranja pojmova *povijest* i *filozofija tehnike*, nužno je točno odrediti pojam tehnike. Tehnika je skup cjelokupne proizvodnje i teorijsko objašnjenje djelovanja artefakata koji su se povijesno razvijali i preko kojih je čovjek prirodi nametao pitanja prisiljavajući je da daje odgovore. Drukčije: tehnika postupaka proizvodnje je djelatnost koja se služi materijalnim, ljudskim i znanstvenim sredstvima i koja jako ovisi o stupnju uređenosti zajednice (države). Ta djelatnost treba postići neku svrhu i cilj, a kako ona potječe od čovjeka, mora imati svoju povijest. Time bi pokušaj odgovora na pitanje što je povijest tehnike dobio svoj zaokruženi oblik.

Filozofiju tehnike najbolje bismo opisali sintagmom kojom se izražava misao o načelima kako god ih izrazili, a ta načela sadržavaju neku namjerno izabranu ili baštinjenu filozofiju. Filozofija tehnike bavi se problemima tehničkog iskorištavanja i popredmećivanja svijeta u cjelini i kritički nastoji osvijetliti posljedice takva odnosa.

Tako iskazani pokušaji definiranja trebali bi biti potkrijepljeni pisanjem radova o povijesti i filozofiji tehnike. Najbolji način da napisani radovi daju najveći doprinos razvoju metodologije je korištenje znanstvenih metoda.

Literatura

- [1] S. Lelas: *Promišljanje znanosti*, Zagreb, 1990.
- [2] S. Viker: *Korijeni hrvatskog zakonskog mjeriteljstva*, Mjeriteljski vjesnik 1992., br. 2, str. 1465–1483; 1992., br. 3, str. 1509–1526; 1992., br. 4, str. 1563–1575; 1992., br. 6, str. 1652–1662; 1992., br. 8, str. 1737–1757; 1993., br. 2, str. 1833–1849; 1993., br. 4, str. 1944–1963.
- [3] M. Galović: *Uvod u filozofiju znanosti i tehnike*, Zagreb, 1997.
- [4] J. Lelas: *Teorije razvoja znanosti*, Zagreb, 2000.
- [5] S. Lelas: *Science and Modernity; Toward an Integral Theory of Science*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [6] *History of Modern Science and Mathematics*, New York, 2002.
- [7] B. Hanžek, T. Kren: *Svijet ideja profesora matematike Marka Mikšića i njegovo djelovanje u korist hrvatskoga napretka*, Prirodoslovlje 1–2/16, str. 57–88, Karlovac, 21. listopada 2016.
- [8] *Hrvatska enciklopedija*, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2017. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=19629>>

What is History and what is Philosophy of Modern Technique?

Branko Hanžek

Abstract: The attempt is to clearly define terms: history, philosophy, techniques, artifact, production, history and philosophy of science, history and philosophy of techniques. Afterwards, this paper discusses the importance of writing papers about the history and philosophy of techniques. The paper concludes with recommendations on the method of writing papers about the history and philosophy of techniques and which scientific method to use.

Key words: history, philosophy, techniques, artifact, production, history and philosophy of science, history and philosophy of techniques

Marijana Borić

Herman Dalmatin i njegovo shvaćanje matematike

Sažetak: Herman Dalmatin (XII. st.) najstariji je hrvatski filozof, astronom, astrolog, matematičar i prevoditelj s arapskog na latinski jezik. Utjecaj njegovih prijevoda na razvoj znanosti i filozofije u srednjovjekovnoj Europi vrlo je velik. Njegov je izvorni doprinos filozofiji i znanosti djelo *De essentiis* (*O bitima*). Herman se nije toliko bavio matematičkim problemima, koliko se zanimao za astronomiju i astrologiju. Ipak, ni matematički problemi nisu ostali izvan područja njegova interesa. Hermanova matematička znanja, stavovi i metodologija mogu se upoznati iz njegova djela *De essentiis* u kojem više puta upotrebljava matematičke izvode pri donošenju astronomskih zaključaka po uzoru na Euklidove *Elemente*, što je novo u tadašnjoj srednjovjekovnoj znanstvenoj tradiciji.

Ključne riječi: Herman Dalmatin, prijevodi, filozofija, matematika, astronomija, matematički izvodi

Uvod

Herman Dalmatin ili Herman Dalmatinac (lat. *Hermannus Dalmata*, *Hermannus Sclavus*, *Hermannus Secundus*, *Hermannus de Carinthia*) najstariji je i jedan od najvećih hrvatskih znanstvenika i filozofa te prevoditelj s arapskog na latinski jezik. Svojim je znanstvenim radom i prijevodima znatno pridonio zapadnoeuropskoj znanosti XII. stoljeća. Povjesničari znanosti ubrajaju ga među najvažnije posrednike između zapadnoeuropske i arapske znanstvene tradicije jer je upravo zahvaljujući njegovim prijevodima Europa upoznala neka temeljna

arapska i grčka djela. U svojim je djelima ostvario plodonosnu sintezu islamske i zapadnoeuropske tradicije. Sudjelovao je u stvaranju temelja koji će nekoliko stoljeća poslije, u renesansi, dovesti do prekretnice svjetskog razvoja znanosti.

Promjene koje nastupaju u razvoju zapadnoeuropske matematike u XII. st. nastaju uglavnom potaknute prijevodima antičkih i arapskih djela. Premda se Herman nije bavio matematikom u onoj mjeri koliko je bio zaokupljen astronomijom i prirodnom filozofijom, matematika je ipak bila prisutna u njegovu radu. Opisujući strukturu i ustroj svemira, nastoji pojedine astronomske tvrdnje dokazati matematičkim putem. Potrebu za matematičkim dokazivanjem usvojio je proučavajući i revidirajući prijevod Euklidovih *Elemenata* s arapskog na latinski. Korištenje matematičkog dokaza nadilazi dotadašnju srednjovjekovnu znanstvenu i matematičku tradiciju na kojoj je Herman školovan. Srednjovjekovni su znanstvenici po uzoru na najistaknutijeg matematičara Severina Boetija (oko 480. – oko 524.) davali tvrdnje bez matematičkog dokazivanja. U tom smislu Herman označava kraj razdoblja u kojem se nije koristilo matematičkim dokazom i početak novog razdoblja koje će karakterizirati primjena Euklidove metodike, što će koncem renesanse dovesti do velikih promjena u matematici i njezinoj primjeni te otvoriti vrata novovjekoj znanosti.

1. Život

Herman je rođen početkom XII. st. u središnjoj Istri. Školovanje je započeo u benediktinskoj samostanskoj školi u Istri, najvjerojatnije u benediktinskom samostanu sv. Petra i Pavla u Šumi, a nastavio 1130. u katedralnoj školi u Chartresu, gdje mu je učitelj bio znameniti Thierry iz Chartresa. Ta je škola imala veliku ulogu u pripremama za prevođenje arapskih znanstvenih djela. Neka arapska znanja koja su u zapadnu Europu prodirala već u X. i XI. st. njegovala su se u katedralnoj školi u Chartresu. Uz ostalo, u njoj su se širila znanja o pozicijskom brojevnom sustavu te o konstrukciji i upotrebi astrolaba.

Herman školovanje dovršava u Parizu 1135. godine, a nakon završetka studija sa školskim kolegom Robertom iz Kettona (ili Chestera) putuje na istok gdje se upoznaje s arapskom znanosti. Nakon toga vraća se u Španjolsku gdje prevodi znanstvena djela s arapskog na latinski jezik. Pisao je i kompilacije iz indijskih i arapskih djela, a u zrelijoj fazi načinio je i svoje izvorno znanstveno djelo. Herman je dao i svoj doprinos upoznavanju Europe s islamom. Godine 1142. Petar Časni (Petrus Venerabilis) njemu je i Robertu iz Kettona povjerio prevođenje *Kurana* i sastavljanje tekstova o islamu. Te je godine Herman preveo tekstove *O Muhamedovu rođenju* (*De generatione Mahumet*) i *Muhamedov nauk* (*Doctrina Mahumet*). Putovao je po Španjolskoj te se pretpostavlja da je u Leónu otvorio svoju školu. Iz Leóna se preselio u Francusku, u Toulouse, a

zatim u Bézieres, gdje je 1143. godine napisao izvorno djelo pod nazivom *De essentiis*. To je djelo spoj platonizma, aristotelizma, kršćanstva i islamske filozofije. Smatra se da je to najvažnije Hermanovo djelo, a nastalo je na temelju dviju tradicija, zapadnoeuropske i arapske. U njemu izlaže svoju prirodnu filozofiju, spajajući platonizam filozofske škole u Chartresu u čijem se duhu obrađivao, s aristotelizmom koji je upoznao preko Abu Mašarova djela *Introductorum in astronomiam*. Tim djelom Herman utire put novim koncepcijama znanosti i svrstava se u red najistaknutijih znanstvenika XII. stoljeća.

Herman je 1143. preveo djelo *Planisfera* velikog aleksandrijskog astronoma i matematičara Klaudija Ptolemeja. Prijevod je imao posebno značenje jer je omogućio da se upravo preko njega zapadna Europa upozna s tim važnim djelom. Sadrži stereografske projekcije nebeske sfere na ravninu pa je u srednjem vijeku na zapadu poslužilo kao teorijska podloga za konstrukciju astrolaba. Dugo se vjerovalo da je Hermanov prijevod jedini način na koji je sačuvano to Ptolemejevo djelo. Poslije je pronađen drugi primjerak prijevoda na arapski jezik (MS 2671, Istanbul, Aja Sofija). Također se pretpostavlja da je Herman autor djela *O uporabi astrolaba* (*De usu astrolabii*). Tekst sadrži bilješku nepoznatog prepisivača u kojoj se za Hermana kaže da je autor. Osim toga, Richard de Fournival, utemeljitelj prve javne knjižnice u Europi, u svojem je katalogu *Biblionomia* (1246.) uz još dva Hermanova djela (reviziju Adelardova prijevoda Euklidovih *Elementa* i prijevod *De opere numeri et operas materia*), spomenuo i Hermanovo djelo o astrolabu. Nakon 1143. godine ne postoje sigurni podaci o Hermanovu životu.

2. Zapadnoeuropska znanstvena i matematička tradicija u XII. stoljeću

Herman je u Chartresu školovan na zapadnoeuropskoj platonističkoj tradiciji. Platonovo djelo *Timej* bilo je temelj prirodnofilozofskih tumačenja te su se iz njega se crpila gledišta na kojima se temeljio srednjovjekovni razvoj matematike i fizike. Glavni znanstveni stavovi zastupani u zapadnoj Europi sve do kraja XI. st. uglavnom su bili potaknuti neoplatonizmom. U tim okvirima matematika se poučavala prema Severinu Boetiju, za kojeg se smatra da je bio najutjecajniji matematičar ranog srednjeg vijeka i uzor za matematičke istraživače sve do početka XII. stoljeća. U radu se oslanjao na grčke autore (Euklid, Nikomah, Ptolemej), ali nije dosegao razinu djela kojima se koristio. Tako je, primjerice, za Euklidovu geometriju donosio samo formulacije poučaka bez dokaza. Izvorna se Euklidova djela do XII. st. nisu koristila. Općenito gledajući, znanje ranog srednjeg vijeka bilo je na razini znatno nižoj od grčke matematike, ali je održalo kontinuitet matematičkih znanja i tako uvelike pridonijelo znatnim promjenama

matematičkih zbivanja u XI. i XII. stoljeću. Euklidovovo djelo *Elementi* (Eukleidēs; grč. *Stoikheia*, lat. *Elementa*) prvi je s arapskog predložka na latinski jezik preveo Adelard iz Batha 1130. godine. Tekst je pisan prema arapskom prijevodu s grčkog, čiji je autor utjecajni znanstvenik, asirski kršćanin Hunain ibn-Ishak (Iohannitius, 809. – 873.), a usavršio ga je arapski matematičar i astronom Thabit Ibn Qurra (latinizirano T(h)ebit(h); 826.– 901.). Za razliku od nekih drugih prijevoda, ne sadrži dokaze s brojevnim primjerima, nego je čista geometrijska verzija, u metodičkom pogledu bliže izvornom Euklidovu djelu. Hermanu, kojeg je zanimala astronomija, bili su potrebni Euklidovi *Elementi* za provođenje matematičkih dokaza u vezi s pojedinim astronomskim tvrdnjama. Vjerojatno mu je upravo to bio poticaj za proučavanje Adelardova prijevoda, pa je 1140. godine načinio novi prijepis i reviziju prvog prijevoda *Elemenata* s arapskog na latinski. Taj je Hermanov rukopis zabilježio kancelar katedrale u Amiersu Richard de Forunival u katalogu *Biblionomia* (1246.) pod naslovom *Euclidis geometria, aritmetica et stereometria ex commentario Hermanni Secundi* (Euklidova geometrija, aritmetika i stereometrija po komentaru Hermana Drugog). Hermanov se rukopis danas čuva u pariškoj Bibliothèque Nationale pod signaturom MS Latin 16 646 (f 2r-108r).

3. Hermanovi prijevodi i kompilacije

Hermanovo višegodišnje studijsko putovanje s Robertom iz Kettona po Bliiskom istoku rezultiralo je prevođenjem većeg broja djela s arapskog na latinski. Početak prevoditeljskog rada ide od 1138. kad je boravio u Španjolskoj. Te je godine preveo astrološku raspravu Sahl ibn Bišra *Proročica* (*Fatidica*). Oko 1140. godine nastalo je djelo *O kišama* (*Liber imbrium*). Smatra se da nije u cijelosti izvorno Hermanovo djelo, a niti da je prijevod, nego da je nastalo kao kompilacija raznih dijelova iz više različitih latinskih i arapskih rasprava. Među brojnim Hermanovim radovima ističe se prijevod Abu Mašarova djela *Introductorum in astronomiam* iz 1140. godine. Iz tog je djela Herman usvojio Abu Mašarovu interpretaciju astrološkog utjecaja, a posredno preko djela i u njemu izloženu Aristotelovu fiziku i filozofiju. Djelo je bilo iznimno važno za daljnji Hermanov rad. Taj spoj astrologije s Aristotelovom prirodnom filozofijom bio je važan za novo shvaćanje prirodne filozofije ne samo u Hermanovo vrijeme, nego i poslije.

Hermanovi astronomski radovi temelj su njegovim astrološkim radovima, ali ponekad se i međusobno isprepliću. Kompilaciju *O istraživanju srca* (*De indagati-one cordis*), poznatu i pod naslovom *O skrovitim stvarima*, Herman je napisao poslije 1140. godine. Također se smatra da je preveo ili barem revidirao uz svoje dopune *Astronomske tablice* znamenitog uzbečkog matematičara i astronoma iz



Slika 1.: Alegorijska slika Sunca na stranici iz Abu Ma sharova djela *Introductorium in astronomiam*, u prijevodu na latinski jezik Hermana Dalmatina, tiskanoga u Augsburgu 1489. godine

IX. st. al-Hvarizmija, u kojima su arapska astronomska znanja kombinirana s elementima indijske astronomije, dok po obliku slijede standard Ptolemejevih tablica.

4. Prodiranje arapskih utjecaja u zapadnoeuropsku matematiku u XII. stoljeću

Promjene koje nastupaju u razvoju zapadnoeuropske matematike u XII. st. nastaju uglavnom potaknute prijevodima antičkih i arapskih djela. Da bi se bolje sagledao utjecaj arapske matematike na zapadnoeuropsku, zanimljivo je barem u osnovnim značajkama razmotriti njezina glavna obilježja.

U Hermanovo doba arapska je matematika već dosegla zenit. Razvoj islamske znanosti, pa tako i matematike, odvijao se unutar tri faze. U prvoj fazi nastaje recepcija i asimilacija perzijskih, indijskih i kineskih znanja (VII. – IX. st.). U drugoj fazi, odnosno u stvaralačkom razdoblju, arapski znanstvenici unapređuju stečena znanja (IX. – XII. st.). U trećoj fazi, nakon XII. st., završava uspon i procvat arapske znanosti. Matematika i prirodne znanosti interpretiraju se u suprotnostima s načelima striktnih islamskih doktrina. Zadržava se samo matematički aspekt praktične primjene prema Kuranu i islamskom pravu, a u znanstvenim tekstovima nestaju dokazi i primjena logike. Sustavno prevođenje arapskih djela u zapadnoj Europi počinje u XII. st., a do tog je vremena doprinos arapske matematike već bio zaokružen. Arapski matematičari spajali su izvornu istočnjačku matematiku, posebno onu razvijanu u Indiji, sa strogim grčkim matematičkim metodama i aksiomatskim deduktivnim sustavom. Indijsko shvaćanje matematike bilo je čvrsto vezano uz iskustvo. Stoga se isticao brojeći značaj matematike te se razvio pozicijski sustav i različite zadovoljavajuće matematičke procedure. Nasuprot tomu, grčka matematika bila je usredotočena na geometrijske i racionalne aspekte, za razliku od indijske, u kojoj su dominirali aritmetički i računski aspekti. Arapi su prihvatili najpozitivnije iz obiju matematika te stvorili novu, koja je mogla dati poticaje daljnjem razvitku. Spajanjem grčke strogosti i indijske aritmetizacije matematike postignuti su dobri rezultati koji su omogućili daljnji razvoj.

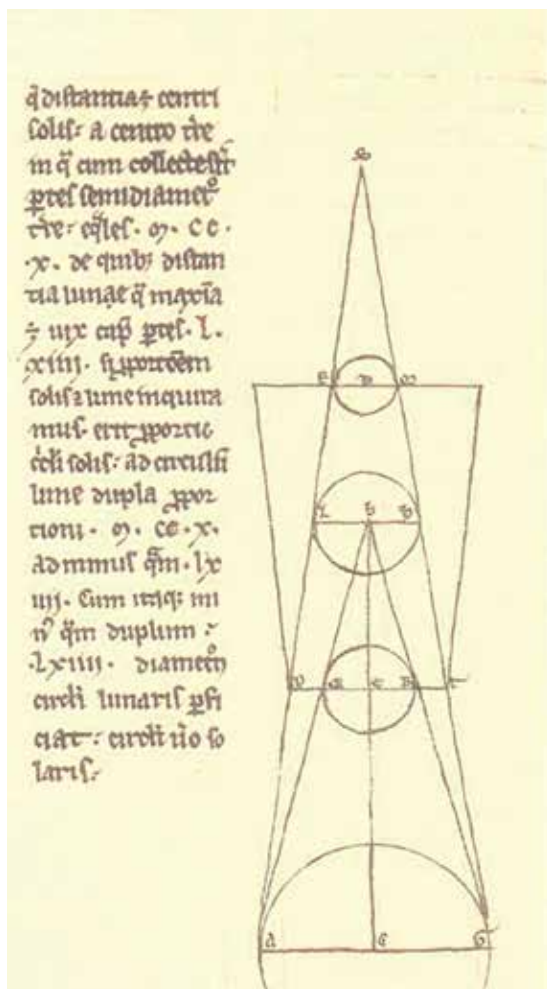
5. Hermanov pristup matematici i upotreba matematičkog dokaza

Premda se Herman nije bavio matematikom u onoj mjeri koliko je bio zaokupljen astronomijom i prirodnom filozofijom, matematika je ipak bila prisutna u njegovu radu. Bio je spominjan kao autor aritmetičkog djela o korijenima, međutim, dosad nije poznat niti jedan primjerak djela takva sadržaja koji bi mu

se mogao sa sigurnošću pripisati.

Hermanov pristup matematici treba razmatrati u širem kontekstu matematike onog vremena. Premda Herman nigdje nije eksplicitno izražavao što misli o samoj matematici, sudeći prema pristupu istraživanjima neosporno je uočavao da je matematika povezana sa zakonitostima prirode. Njegova matematička znanja, stavove i metodiku moguće je rekonstruirati na temelju tragova u sačuvanim radovima. U prvom redu to se odnosi na ulomke iz djela *De essentiis* u kojem Herman postavljene astronomske teze pokušava dokazati na matematički način po uzoru na Euklidove *Elemente*. Upravo ta potreba za matematičkim dokazivanjem razmatrane građe bila je u odnosu na njegove prethodnike iz ranog srednjeg vijeka nešto novo, što će u znanosti zaživjeti tek koncem renesanse i u novom vijeku, kad se potpuno afirmira gledište o matematici

kao idealu dokazne znanosti. Premda tijekom školovanja nije usvojio potrebu za matematičkim dokazivanjem, djelo *De essentiis* pokazuje da je u zrelijoj fazi rada, suprotno dotadašnjoj matematičkoj tradiciji, potaknut radom na Euklidovim *Elementima*, uvidio vrijednost i snagu postupka matematičkog dokazivanja. Istražujući prirodu i astronomske zakonitosti, nastojao je koristiti se matematikom, dokazom i geometrijskim crtežom po uzoru na antičke matematičare. Nasuprot takvu Hermanovu pristupu, srednjovjekovni su matematičari slijedeći Boetija davali tvrdnje bez matematičkog dokazivanja. Matematiku se razmatralo kroz interakciju s filozofijom, a primjena matematike odvijala se uglavnom u okvirima jednostavnih zadataka vezanih uz mjerenje. Logičkoj strukturi



Slika 2.: Hermanov crtež uz izvod pomrčina Sunca i Mjeseca, *De essentiis*, prijepis iz XIV. st, London, British museum

matematike nije se pridavao značaj. Stoga je u metodičkom smislu važno istaknuti Hermanovo korištenje matematičkim dokaznim postupkom, premda detaljnija analiza njegovih dokaza, koju je načinio Žarko Dadić u knjizi *Herman Dalmatin* (1996, str. 180–184) pokazuje određene propuste. Pogreške koje se javljaju u Hermanovu tekstu navode na zaključak da on ipak nije u potpunosti ovladao svim antičkim znanjima i poučcima koje donosi Euklid u *Elementima*. Međutim, usvojio je iz Euklida potrebu za matematičkim dokazivanjem, što označuje metodičku bit djela *Elementi* s obzirom na to da je u njemu prvi put izložen strog aksiomatski sustav, utemeljen na deduktivnoj metodi izlaganja. Dokaz je primaran u Euklidovu djelu i to je važan stav koji je Herman usvojio i nastojao prenijeti u svoje izvorno djelo.

Premda Herman nije dovoljno temeljito svladao strogo logičko izvođenje dokaza, i u tom se smislu nalazi na prekretnici dvaju razdoblja. Označio je kraj srednjovjekovnog razdoblja koje je isključivo obilježio Boetijev pristup matematici, te početak razdoblja koje će karakterizirati primjena Euklidove metodike, što će koncem renesanse dovesti do velikih promjena u matematici i njezinoj primjeni te otvoriti vrata novovjekoj znanosti.

6. Doprinos Hermanova doba i odrazi njegovih djela

Stoljeće u kojem je Herman živio prijelomno je razdoblje za znanost i filozofiju. Završava razdoblje ranog srednjeg vijeka, čije znanstvene i filozofske koncepcije više nisu mogle potaknuti daljnji napredak, i započinje razdoblje razvijenijeg srednjeg vijeka, u kojem su se pripremali temelji novovjekoj znanosti. Premda se rani srednji vijek u usporedbi s antikom često interpretira kao razdoblje zastoja u intelektualnom i kreativnom radu, održalo je kontinuitet potreban za prijenos znanja i omogućio znatan napredak znanosti u XII. stoljeću. Kroz cijeli rani srednji vijek u zapadnoj Europi naglašavala se važnost razuma i logike u oblikovanju znanosti. Upravo su upotreba i naglašavanje važnosti logike i razuma omogućili u XII. st. plodonosan prijam islamske znanosti i dotad nepoznatih temeljnih djela antičke znanosti (Aristotela, Euklida, Ptolemeja, Apolonija iz Perge i drugih).

Početkom XII. st. započinje sustavno prevođenje na latinski jezik izvornih arapskih djela iz prirodne filozofije i matematike te zagubljenih antičkih tekstova koji su ostali sačuvani u arapskom prijevodu, u čemu je važnu ulogu imao Herman Dalmatin. Da bi se u potpunosti predočila prava veličina i značenje Hermanova doprinosa razvoju zapadnoeuropske znanosti, važno je istaknuti brojne odraze njegovih djela u radovima uglednih srednjovjekovnih znanstvenika, matematičara, astronoma, astrologa i prevoditelja: Domingo Gonzales-Gundisalvi (*De Processione Mundi*), Rudolph iz Bruges, Bernard Silvestre (*Experimentarius*), Daniel iz Morleya (*Liber de naturis inferiorum et*

superiorum), Hugo de Santalla (*Liber de pluviis*) i drugi. Hermanov prijevod Abu Mašarova *Uvoda u astronomiju* poznavali su Roger Bacon, Albert Veliki i Toma Akvinski, a u djelu *Speculum astronomicum*, koje se pripisuje Albertu Velikom, spominje se i Hermanov prijevod Ptolemejeve *Planisfere*.

Literatura

- [1] Dadić, Žarko: *Herman Dalmatin*, Zagreb, Školska knjiga 1996.
- [2] Dadić, Žarko: *Na razmeđu civilizacija*, Zagreb, Izvori 2013.
- [3] Dadić, Žarko: *Povijest ideja i koncepcija u matematici i fizici*, Zagreb, Školska knjiga 1992.
- [4] Katalog izložbe *Znanost u Hrvata: prirodoslovlje i njegova primjena*, Zagreb, MGC Klovićevi dvori 1996.
- [5] Hrvatska enciklopedija, članak *Herman Dalmatinac* (u 4, 2002.) i dr.

Hermann of Dalmatia and his understanding of mathematics

Marijana Borić

Abstract: Hermann of Dalmatia (12th century) was the first Croatian philosopher, astronomer, astrologer, mathematician and translator of Arabic works. The influence of his translations on the development of European science and philosophy was especially large. His original contribution to philosophy and science was *De essentiis*. Hermann was not involved so much in mathematical problems as he was in astronomy and astrology. Nevertheless, mathematical problems did not remain outside the sphere of his interest. Hermann's mathematical knowledge, ideas and methodology can be discerned from his *De essentiis*. In the work he uses on a number of occasions mathematical derivations in arriving at astronomical conclusions, which were constructed according to Euclid's *Elements*. This was a new approach in medieval European scientific tradition.

Key words: Hermann of Dalmatia, translations, philosophy, mathematics, astronomy, astrology, mathematical derivations

Iva Kurelac

Faust Vrančić i njegov historiografski rad*

Sažetak: U radu se iznose nove spoznaje o doprinosu Fausta Vrančića humanističkim znanostima, posebno historiografiji. Uz najvažnije činjenice o Vrančićevu životu i znanstvenim interesima, njegov se interes za historiografiju razmatra u kontekstu ključnih političkih i vjerskih zbivanja druge polovine XVI. i početka XVII. st. u kojima je i sam aktivno sudjelovao. Donosi se pregled historiografskog opusa Fausta Vrančića, s posebnim osvrtom na rukopis *Illyrica historia*. Usto, razmatra se utjecaj šibenskog historiografskog kruga, posebno humanista i povjesničara Dinka Zavorovića, na Vrančićev historiografski rad te se donosi komparativna analiza Zavorovićeva rukopisa *De rebus Dalmaticis* (1602.) i Vrančićeva povijesno-polemičkog spisa *De Slovinis seu Sarmatis* (Rim, 1606.). Pritom se posebno analizira Zavorovićev utjecaj na Vrančićevu interpretaciju etničkog podrijetla Slavena, migracijske teorije te pitanja postanka slavenskog jezika, pisma i bogoslužja.

Ključne riječi: Faust Vrančić, Šibenik, historiografija, renesansa, humanizam, rani novi vijek

*Rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom 6547. Na zamolbu Uredništva ovog Zbornika, rad se temelji na mojim izvornim znanstvenim spoznajama prethodno objavljenim u sljedećim publikacijama: Iva Kurelac, "Illyrica historia Fausta Vrančića", *Zbornik Odsjeka za povijesne znanosti Zavoda za povijesne i društvene znanosti HAZU*, sv. 22, Zagreb, 2004., str. 173–187; Iva Kurelac, "Modaliteti recepcije glagoljaške tradicije u dalmatinskoj historiografiji 16. i početka 17. stoljeća", *Ricerche slavistiche. Nuova serie*, god. 59., br. 13., Rim, 2015., str. 341–365; Iva Kurelac, "Nove spoznaje o životu i djelu Fausta Vrančića Šibenčanina", *Juraj: Bilten Društva za očuvanje šibenske baštine Juraj Dalmatinac*, br. 4, Šibenik, 2015., str. 36–45, Iva Kurelac, *Dinko Zavorović: Šibenski humanist i povjesničar*, Šibenik, 2008.

1. Životni put i znanstveni interesi Fausta Vrančića

Premda Fausta Vrančića najčešće percipiramo kao izumitelja i prirodnoznanstvenika, neosporno je da je svojim znanstvenim radom podjednako zadužio i humanističke znanosti. Štoviše, dosezi koje je ostvario na području humanističkih znanosti ključan su dokaz njegove svestranosti. Osvrnut ćemo se upravo na taj važan aspekt njegova djelovanja, posebno na historiografski rad, koji je nedovoljno poznat javnosti. Spomenimo prethodno nekoliko ključnih činjenica o njegovim počecima, životnom putu i formiranju znanstvenih interesa. Faust Vrančić (*Faustus Verantius*, *Fausto Veranzio*, *Faustus Verancsics*) bio je izumitelj, leksikograf, latinist, polihistor, diplomat i crkveni velikodostojnik. Rođen je 1. siječnja 1551. u Šibeniku, u plemićkoj obitelji, od oca Mihovila i majke Katarine iz obitelji Dobrojević. Kao što nam svjedoče spisi šibenskih bilježnika koje sam otkrila u Državnom arhivu u Zadru, točnije, bračni ugovor sklopljen 1. srpnja 1582. između Faustove sestre Klare Vrančić i šibenskog povjesničara i humanista Dinka Zavorovića, Faustova prijatelja i štitičenika, Faust je rođen i proveo djetinjstvo u palači Vrančić, u vlasništvu njegova oca Mihovila, smještenoj u šibenskoj gradskoj jezgri, danas u Ulici fra Nikole Tavelića 13,¹ slika 1.

U rodnom je gradu, kao što je bio običaj, stekao osnovnu klasičnu naobrazbu kod općinskog učitelja kanonika Benedikta Zborovčića iz Trogira. Kao potomak ugledne šibenske obitelji, Faust je još kao dječak imao priliku formirati svoje intelektualne sklonosti u skladu s najizvrsnijim obrazovnim postulatima kasne renesanse i humanizma. Tomu je posebno pridonio nastavak školovanja u Požunu, gdje je od 1561. boravio kod strica Antuna Vrančića, crkvenog velikodostojnika i uglednog diplomata.² Kao mladić opredjeljuje se za studij prava i filozofije (1568. – 1572.) na uglednom Sveučilištu u Padovi koje su pohađali i mnogi drugi istaknuti hrvatski humanisti. Već tad do izražaja dolazi Faustov iznimno svestran znanstveni duh te on pokazuje sve veći interes za prirodne znanosti, pronalazeći uzore u radu Rogera Bacona i Galilea Galileija. Interes za prirodne znanosti najzamjetnija je konstanta u Vrančićevu djelovanju, a može se kontinuirano pratiti od njegovih studentskih dana pa sve do smrti. No, Faust je ostvario podjednako zapažena postignuća na području humanističkih

¹Riječ je o pravnoj formulaciji koja neosporno potvrđuje iznesene zaključke o tomu da je zgrada u Tavelićevoj 13 rodna kuća Fausta Vrančića. *Actum Sibenici, domi heredumque spectabilis domini Michaelis Verancei, situata in contrata Sancti Francisici* ... [Sastavljeno u Šibeniku, u kući nasljednika uglednog gospodina Mihovila Vrančića, smještenoj u predjelu sv. Frane...], Iva Kurelac, *Dinko Zavorović: Šibenski humanist i povjesničar*, str. 67–68, 78–79. Državni arhiv u Zadru, fond Šibenski notarski arhiv, Matiazza Giuseppe (1576. – 1585.), kut. 47/I (62), ff. 120v – 121r.

²O obiteljskoj korespondenciji Vrančića vidi više u: Darko Novaković, “Neobjavljena ostavština Antuna, Mihovila i Fausta Vrančića”, *Zbornik o Antunu Vrančiću: Zbornik radova sa znanstvenog skupa o Antunu Vrančiću* (Šibenik, 11.–12. lipnja 2004.), (ur. Vilijam Lakić), Šibenik, 2005., str. 155–181; Diana Sorić, “Klasifikacija pisama Antuna Vrančića”, *Colloquia Maruliana*, sv. 18, Split, 2009., str. 83–117.



Slika 1.: Rodna kuća Fausta Vrančića u današnjoj Ulici fra Nikole Tavelića 13 u šibenskoj gradskoj jezgri. Na pročelju zgrade nalazi se plemićki grb obitelji Vrančić.

znanosti, utjelovivši tako, kao iznimno svestran znanstvenik, u punom smislu riječi pojam *homo universalis*, toliko svojstven ozračju renesanse.

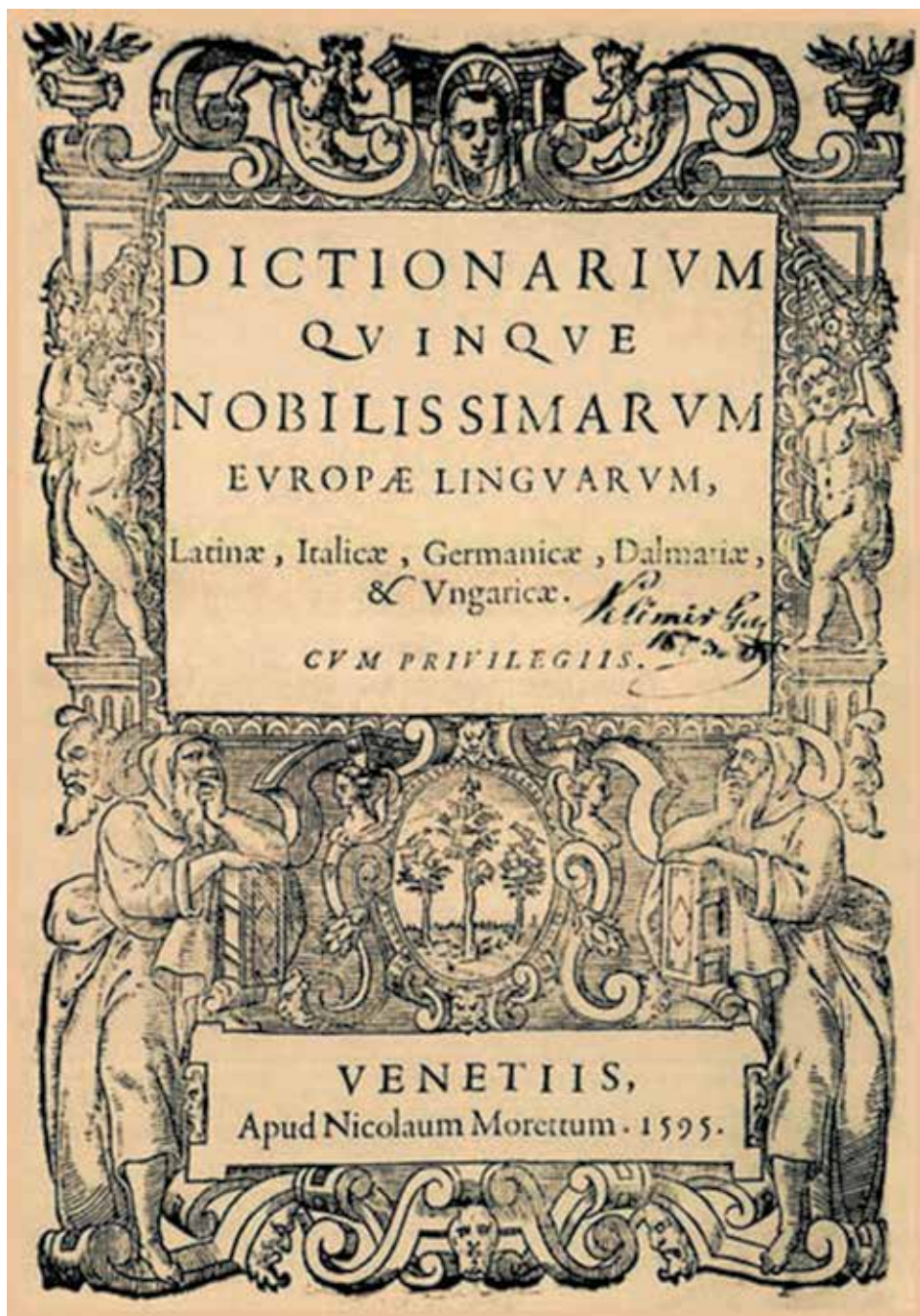
Prve konkretnije naznake Faustova interesa za povijesna zbivanja i historiografiju zamjećuju se još tijekom njegova boravka na studiju kad, u skladu s intenzivnim angažmanom hrvatskih humanista oko protuturskih akcija, 1572., u godini nakon Bitke kod Lepanta, kao poticaj kršćanskim vladarima na zajednički pohod protiv Turaka piše protuturski govor *Oratio Fausti Verancii ad Principes Christianos, ut expeditionem Turcicam suscipiant* (*Obraćanje Fausta Vrančića kršćanskim vladarima da odolijevaju osmanlijskom vojnom pohodu*) od kojeg je sačuvan samo rukopisni fragment. Među Faustove povijesno-biografske spise ubrajamo i životopis njegova strica sastavljen nakon Antunove smrti: *Vita Antonii Werantii...* (*Život Antuna Vrančića...*). U rukopisu je ostao i Faustov povijesni spis *Regulae cancellariae Regni Hungariae*.

To je tek manji dio Vrančićeva bogatog opusa s područja humanističkih znanosti koji obuhvaća još i djela s područja leksikografije, filozofije, hagiografije i prevodilaštva. Podsjetimo da je najvažniji doprinos Fausta Vrančića hrvatskoj leksikografiji svakako njegov petojezični rječnik *Dictionarium quinque nobilissimarum Europae linguarum: Latinae, Italicae, Germanicae, Dalmaticae et Ungaricae* (*Rječnik pet najplemenitijih europskih jezika: latinskog, talijanskog, njemačkog, dalmatinskog i mađarskog*, Venecija, 1595.), inače prvi samostalno tiskani rječnik hrvatskog jezika, koji Faust naziva dalmatinskim jezikom, te prvi veći rječnik mađarskog.

Valja naglasiti da Vrančić u rječniku slijedi načela uporabe specifične renesansne nomenklature svojstvene književnoj i historiografskoj produkciji hrvatskog humanizma, zasnovanoj na uporabi naziva *Illyricus* (Iilir), *Slavus* (Slaven), *Dalmata* (Dalmat) kao ekvivalenata za hrvatsko, odnosno za hrvatski narod, a varijante spomenutog nazivlja koristile su se kao sinonimi za hrvatski jezik i hrvatsku zemlju.³ Neosporno je, dakle, da Faust Vrančić u svojem rječniku naziv *dalmatinski* rabi kao sinonim za hrvatski jezik. Ključan dokaz tomu prošireno je Lodereckerovo izdanje Vrančićeva petojezičnog rječnika (Prag, 1605.), u koje su uz latinski, talijanski, hrvatski, njemački i mađarski jezik uvršteni još i češki i poljski. U Lodereckerovu izdanju rječnika Faust Vrančić latinske termine *Dalmata*, *Dalmatia* i *Dalmatice* prevodi na hrvatski/dalmatinski kao *Harvat*, *harvatska zemlja* i *harvatsky*.⁴ Kako bismo bolje pojmlili o kakvom je djelu riječ, istaknimo da je važnost rječnika hrvatskog jezika Fausta Vrančića za humanističke znanosti jednako neprocjenjiva kao što je to djelo *Machinae novae* za prirodne i tehničke znanosti, slika 2.

³O tome vidi više u: Radoslav Katičić, "Slověnski i hrvatski kao zamjenjivi nazivi jezika hrvatske književnosti", *Jezik*, god. 36, br. 4, Zagreb, 1989., *passim*; I. Kurelac, "Modaliteti recepcije glagoljaške tradicije", str. 350.

⁴Usp. Peter Loderecker, *Dictionarium septem diversarum linguarum, videlicet Latine, Italice, Dalmatice, Bohemice, Polonice, Germanice et Ungarice etc.*, Prag, 1605., s. p.



Slika 2.: Faksimil naslovne stranice petojezičnog rječnika Fausta Vrančića, *Dictionarium quinque nobilissimarum Europae linguarum: Latinae, Italicae, Germanicae, Dalmaticae et Ungaricae*, (Venecija, 1595.)

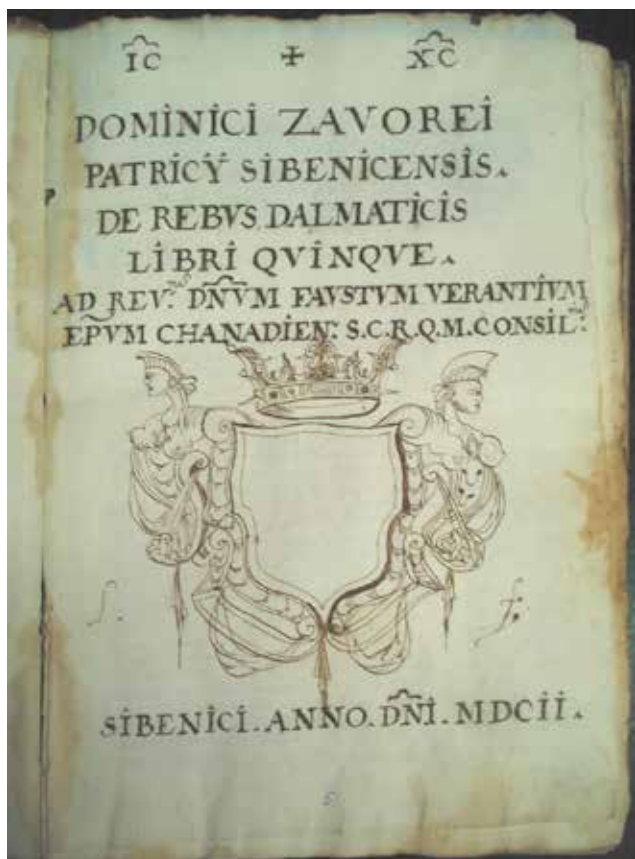
2. Vjerski, politički i historiografski afiniteti Fausta Vrančića

Kao što je slučaj s mnogim hrvatskim humanistima, i Vrančićevo je crkveno političko i historiografsko djelovanje uvelike bilo uvjetovano složenim i iznimno nepovoljnim političkim okolnostima u kojima su se razjedinjene hrvatske zemlje zatekle nakon Mohačke bitke 1526. i pada Ugarsko-Hrvatskog Kraljevstva, izložene konstantnim osmanlijskim prodorima i pustošenjima, kao i teritorijalnim pretenzijama Mletačke Republike i Habsburgovaca. Nakon što su Osmanlije tijekom XVI. st. osvojile veći dio hrvatskih zemalja (Liku, Krbavu, Slavoniju i južnu Hrvatsku), hrvatski je Sabor 1561. preostale slobodne dijelove teritorija nazvao “ostacima ostataka nekoć velikog i slavnog kraljevstva hrvatskoga” (*reliquiae reliquiarum olim magni et incltyti regni Croatiae*).

U takvim je okolnostima, uz sve ključne odlike europske renesanse, u stvaralaštvu hrvatskih humanista, pa tako i Fausta Vrančića, postao zamjetan kršćanski duh i protuosmanlijsko opredjeljenje. Upravo je historiografija, kao sastavni dio humanističke obrazovne agende (*studia humanitatis*), hrvatskim humanistima poslužila kao idealna platforma za argumentiranje podrijetla vlastitog naroda i aktualiziranje pitanja njegova identiteta, što je ponajprije uključivalo i pitanje samoodređenja prema ključnim vanjskopoličkim čimbenicima (Osmansko Carstvo, Mletačka Republika i Habsburška Carevina). U to je doba, kao što je spomenuto, u hrvatskih renesansnih historiografa uobičajena i uporaba specifične nomenklature kojom se pojedini autor identificirao prvo s lokalnom zajednicom (*Sibenicensis*, *Spalatensis*, *Traguriensis*), a potom i sa širim okruženjem (*Dalmata*, *Illyricus*, *Croata*, *Slavus*), čime se nastojalo, barem po pitanju nazivlja, pronaći neko jedinstveno rješenje za teritorijalno razjedinjene hrvatske zemlje. Faust Vrančić uvijek je s ponosom isticao svoje šibensko podrijetlo, pridodavši svojem imenu etnik *Sibenicensis* zabilježen u naslovima nekoliko njegovih djela. Unatoč jačanju protudvorskog pokreta i reformacije, kao protureformator Faust Vrančić svojim je vjerskim djelovanjem ostao odan Rimokatoličkoj Crkvi, a politički angažman svrstava ga među važnije osobe habsburškog dvora. Uz protuosmanlijsko opredjeljenje i kršćanski duh, Faust Vrančić u historiografskom je radu zastupao *ilirsko* i *slavensko*.

Upravo zbog doprinosa hrvatskoj historiografiji, Fausta Vrančića ubrajamo među istaknute djelatne likove iznimno plodnog šibenskog historiografskog kruga. Među historiografima u renesansnom su se Šibeniku osim njega isticali znameniti Juraj Šižgorić (1445. – 1509.), pisac djela *De situ Illyriae et civitate Sibenici* (*O smještaju Ilirije i o gradu Šibeniku*), potom Ivan Polikarp Severitan (1472. – 1522.), *šibenski Machiavelli*, autor izgubljenog povijesnog spisa *Historia Dalmatiae, vel de laudibus Dalmatiae* (*Povijest Dalmacije ili u pohvalu Dalmaciji*) te znameniti trolist Vrančićâ, svojevrsan zaštitni znak grada Šibenika – Faustov

stric Antun Vrančić (1504. – 1573.), otac mu Mihovil (1507. – 1571.) i sam Faust. Podjednako su značajni njihovi mladi sugrađani – Faustov prijatelj, pisac prve povijesti Dalmacije (*De rebus Dalmaticis libri octo*) i prvi hrvatski novovjekovni povjesničar Dinko Zavorović (oko 1540. – 1608.), te naposljetku Faustov štićenik Ivan Tomko Mrnavić (1580. – 1637.), šibenski kanonik, budući zagrebački arhiđakon, koji je s Faustom proveo posljednje godine života,⁵ slika 3.



Slika 3.: Faksimil naslovne stranice rukopisa Dinka Zavorovića *De rebus Dalmaticis libri quinque*, 17. st; f. 5r, Arhiv HAZU, Zagreb, (signatura: VIII/278)

⁵Juraj Šizgorić, *O smještaju Ilirije i o gradu Šibeniku*, Šibenik, 1981.; Stjepan Krasić, *Politička misao šibenskog humanista Ivana Polikarpa Severitana*, u: Ivan Polikarp Severitan: *Monoregija*, Zagreb, 1998.; Darko Novaković, Vladimir Vratović, *S visina sve: Antun Vrančić*, Zagreb, 1979.; *Zbornik o Antunu Vrančiću: Zbornik radova sa znanstvenog skupa o Antunu Vrančiću* (Šibenik, 11.–12. lipnja 2004.), (ur. Vilijam Lakić), Šibenik, 2005.; *Zbornik o Faustu Vrančiću: Zbornik radova sa znanstvenog skupa Obitelj Vrančić u hrvatskoj književnosti i znanosti* (Šibenik, 12.–14. rujna 1995.), (ur. Vilijam Lakić), Šibenik 2001.; I. Kurelac, *Dinko Zavorović: Šibenski humanist i povjesničar*; Tamara Tvrtković, *Između znanosti i bajke: Ivan Tomko Mrnavić*, Zagreb-Šibenik, 2009.

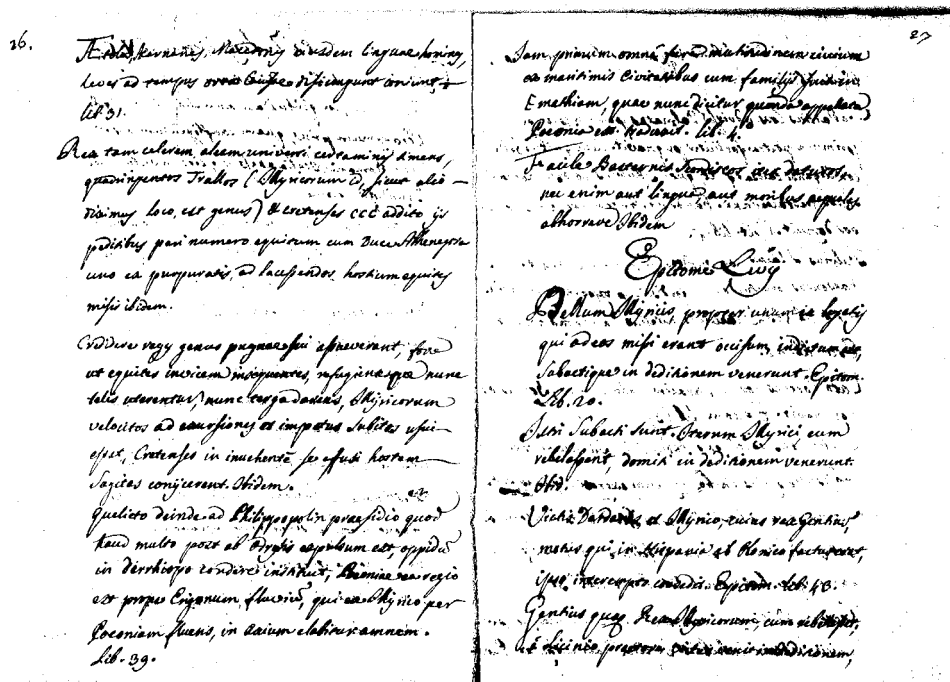
3. Historiografski opus Fausta Vrančića

Široj je javnosti možda manje poznata činjenica da je Faust Vrančić bio i historiograf. Naime, tipična renesansna svestranost dopuštala je, štoviše i podrazumijevala, istodobno izučavanje posve različitih znanstvenih disciplina, pa ne iznenađuje da se izumitelj poput Vrančića interesirao i za historiografiju. Važno je pritom napomenuti da Faustov interes za povijesna zbivanja ne proizlazi iz njegove puke želje za svestranošću, naprotiv, on počiva na pomno osmišljenoj agendi hrvatskih humanista koja je historiografskim argumentacijama, među ostalim, imala ukazati na to da su hrvatske zemlje predziđe kršćanstva (*antemurale christianitatis*). Iako javnosti možda nedovoljno poznat, Vrančićev je historiografski opus, premda opsegom nevelik, važan zato što dokazuje da je Faust, unatoč tomu što je najveći dio života proveo izvan domovine, bio duboko svjestan teških političkih okolnosti i razjedinjenosti hrvatskih zemalja, te da je svojim međunarodnim intelektualnim, političkim i crkvenim angažmanom na svaki način nastojao skrenuti pozornost zapadne Europe na teške prilike u svojoj domovini.

4. Rukopis *Illyrica historia*

Vrativši se 1598. u Prag, u službu careva savjetnika, koju je prethodno bio obnašao od 1581. do 1594., rimsko-njemački car i ugarsko-hrvatski kralj Rudolf II. Habsburgovac imenuje Fausta Vrančića te godine biskupom od Csanáda, no on *de facto* ne može stupiti na dužnost jer je grad pod osmanlijskom vlasti. Pretpostavlja se da je upravo od 1598. nadalje, odnosno, otkad se mogao potpisivati kao “biskup čanadski”, započeo sastavljanje kompilacije fragmenata iz povijesnih djela na latinskom i grčkom: *Illyrica historia: Fragmenta ex variis historicis, cum Latinis, tum Graecis, hinc inde collecta a Fausto Verancio Sice- no, episcopo Chanadiensi* (Povijest Ilirika: Ulomci iz raznih povjesničara, kako latinskih, tako grčkih, ovdje i ondje prikupljeni od Fausta Vrančića Šibenčani- na, biskupa čanadskog). Rukopis Faustova djela *Illyrica historia* čuva se u Zbir- ci rukopisa i starih knjiga zagrebačke Nacionalne i sveučilišne knjižnice, pod signaturom R-5721. To djelo, koje je ostalo neobjavljeno, Vrančić nikad nije dovršio. Rukopis je pisan humanistikom i sačuvan je u vrlo dobrom stanju, slika 4.

Detaljnom filološkom i historiografskom analizom djela ustanovila sam da je riječ o rukopisnoj zbirci povijesne građe o antičkom Iliriku, nastaloj pod utjecajem postavki o drevnom ilirskom podrijetlu Slavena, svojstvenih hrvat- skoj renesansnoj historiografiji. Spis svjedoči o autorovoj tipično humanističkoj visokoj razini poznavanja repertoara antičke literature. Kompilacija je



Slika 4.: Faksimil stranica rukopisa Fausta Vrančića *Illyrica historia*; pp. 26–27, NSK, Zagreb, (signatura: R-5721)

vjerojatno imala biti nacrtom za rukopis o povijesti Dalmacije (*La historia di Dalmazia*) za koji je Faust kodicilom oporuke (Venecija, 15. siječnja 1617.) odredio da bude pohranjen zajedno s njim u grob te da ga nasljednici objave, no to je djelo izgubljeno.⁶ Rukopis Vrančićeve *Povijesti Ilirika* uvezan je u korice i sastoji se od 141 brojem označene stranice. Taj je spis zapravo kompilacija citata iz djela brojnih autora u čijim je djelima Vrančić pronašao podatke o antičkoj pokrajini Iliriku.

Vrančić citate navodi na dva načina. Najčešće nakon kratkog naslova s imenom citiranog autora u cijelosti prepisuje dijelove teksta iz pojedinog djela, uz detaljan podatak o autoru, naslovu, knjizi, poglavlju i stranici ili foliju s kojeg je tekst prepisan (npr. *Ex Cornelio Tacito, Nec multo post, Drusus in Illyricum missus est, ut suesceret militiae studiaque exercitus pararet. Tacit., Annal. 2., pag. 60.*), ali na 18 mjesta u toj kompilaciji ispod naslova s imenom

⁶Lovorka Čoralić, "Oporuke dalmatinskih patricija u Mlecima (XV.–XVIII. st.)", *Zbornik Odsjeka za povijesne znanosti Zavoda za povijesne i društvene znanosti HAZU*, sv. 17, Zagreb, 1999., str. 107. O oporuci Fausta Vrančića vidi više u: Iva Kurelac, "Oporuka Fausta Vrančića iz ostavštine plemićke obitelji Draganić-Vrančić u Državnom arhivu u Rijeci", *Croatica christiana periodica*, god. 37, br. 71, Zagreb, 2013.

autora bilježi samo knjigu, stranicu ili folij te nekoliko riječi s početka i kraja citata koji preuzima (npr. *Ex Historia Polybii, lib. 4, pag. 171a, initium / Sub item tempus, finis / triumphavit*). To, naravno, pokazuje da je Vrančić pri sastavljanju *Povijesti Ilirika*, osim prijepisa djela koja je citirao, mogao imati pristup i tiskanim izvorima. Osim toga, takav način navođenja citata dokazuje da su Vrančiću bila dostupna i djela grčkih autora, i to u originalu ili u latinskom prijevodu, što potvrđuju i godine kad su objavljena prva izdanja grčkih pisaca citiranih u tom rukopisu, a najmlađe je izdanje objavljeno 1551., dakle 47 godina prije nego što je Vrančić počeo sastavljati svoju kompilaciju o povijesti Ilirika. Valja istaknuti da Vrančić prikupljene povijesne citate niti na jednom mjestu znanstveno ne komentira niti ih kritički interpretira. Fragmenti navedeni u toj zbirci zapravo su samo odraz onodobnog stupnja znanja i poznavanja grčke i rimske historiografije. Ipak, Vrančićeva kompilacija pruža brojne dokaze o bogatoj humanističkoj naobrazbi tog znamenitog hrvatskog znanstvenika, a donosi i citate iz nekih danas manje poznatih i slabije sačuvanih djela poput kolektaneja *Suda* i *Epitomē* Seksta Rufa.

Pisanje povijesnih djela u kojima znanstvena kritika najčešće izostaje u Vrančićevo doba nije bilo nimalo neuobičajeno. Mnogi su njegovi suvremenici također pisali povijesna djela, služeći se pritom brojnim antičkim izvorima, ali bez kritičkog pristupa gradivu. Budući da su povijesna djela iz razdoblja renesanse i ranog novog vijeka ponajprije imala zadaću pokazati bogatstvo autorova poznavanja repertoara antičke literature, Vrančićeva kompilacija s te strane u potpunosti zadovoljava kriterije tadašnje historiografije.⁷ Ipak, nije sasvim sigurno je li se Vrančić u sastavljanje te zbirke upustio s namjerom da prikupljene citate poslije uporabi za pisanje nekog opsežnijeg, možda i sustavnijeg i kritičnijeg povijesnog djela, ili je samo želio sastaviti kompilaciju citata iz tad slabije dostupnih djela grčkih i rimskih povjesničara.

U Vrančićevoj *Povijesti Ilirika* nalazimo citate iz ukupno 32 autora. Od toga su sedmorica pisala na grčkom, a pridružuje im se i kolektanej *Suda*, zapravo bizantska enciklopedija iz X. stoljeća. Preostala 24 autora pripadaju korpusu latinske književnosti. Važno je napomenuti da Vrančić u svojoj zbirci fragmenata citate iz djela autora koji su pisali na grčkom donosi u latinskom prijevodu. Mogli bismo pretpostaviti da je prijevod na latinski Vrančićev te da se on, s obzirom na visoko obrazovanje koje je stekao na padovanskom sveučilištu, služio i grčkim i latinskim jezikom, no moguće je da je Vrančić spomenute dijelove teksta prepisao izravno iz latinskih prijevoda grčkih djela, na što upućuje način na koji navodi citate iz djela grčkih pisaca. Na tim mjestima Vrančić uz latinski prijevod citata iz djela grčkih pisaca navodi i podatke o knjizi, poglavlju i stranici ili foliju s koje je citat preuzet (npr. *Ex Dione, Prima*

⁷Bruna Kuntić-Makvić, "Antički izvori u djelu *De Regno Dalmatiae et Croatiae* Ivana Lučića", *Radovi Zavoda za povijesne znanosti HAZU u Zadru*, sv. 33, Zadar, 1991., str. 35.

die Ceasar triumphum egit de Pannonis, Dalmatis, Iapidis fntimisque eorum et nonnullis Galliae ac Germaniae populis. Dion. lib. 51., pag. 525.).

Faustovo poznavanje književnosti pisane na grčkom i latinskom jeziku u obama slučajevima seže još u antičko doba pa tako u toj kompilaciji nalazimo citate koje je Vrančić preuzeo iz grčkih autora klasičnog doba, helezizma, carskog doba i bizantskog razdoblja. Vrančićev odabir autora koji su pisali na latinskom također pokazuje da je bio dobro upoznat s djelima važnijih pisaca iz Ciceronova, Augustova i carskog doba, a nalazimo i velik broj citata iz djela kršćanskih pisaca, ali i nekoliko pisaca iz razdoblja humanizma i renesanse.

Obratimo li pažnju na udjel radova pisanih na grčkom i latinskom jeziku, opazit ćemo da u Vrančićevoj *Povijesti Ilirika* ima tri puta više latinskih izvora (24) negoli grčkih (8). Pritom su posebno dobro zastupljeni stariji pisci. Među grčkim autorima Vrančić kao najstarijeg među njima citira Herodota, potom Polibija, i naposljetku pisce iz carskog doba – Strabona, Diona i Apijana, obuhvaćajući tim razdoblje od sedam stoljeća. Među piscima koji su pisali na latinskom u Vrančića nalazimo dvanaestoricu autora u rasponu od Ciceronova do carskog doba, a podjednako su dobro zastupljeni i kršćanski pisci (11), dok iz bizantskog doba i razdoblja humanizma i renesanse Vrančić citira ukupno pet izvora, a to su bizantski kolektanej *Suda*, Ksifilin, Ivan Zonara, Pomponije Leto i Raffaello Maffei (Raphael Volaterranus). Podatak da broj citiranih autora iz starijeg razdoblja bitno nadmašuje broj autora iz doba renesanse upućuje na činjenicu da je Vrančić, što se u istraživanju više približavao svojem vremenu, nalazio sve manje izvora za pisanje o povijesti Ilirika pa otud i omjer koji ne ide u korist kronološki bližih. Taj podatak, osim toga, svjedoči i o Vrančićevu osobnom interesu, o interesu pisaca za Ilirik tijekom povijesti, ali i o onodobnoj sačuvanosti i dostupnosti pojedinih djela. Činjenica da je udjel radova grčkih autora kojima se Vrančić služio pri sastavljanju kompilacije bitno manji od udjela latinskih vjerojatno proizlazi i iz toga da su grčki izvori bili slabije sačuvani. U svakom slučaju, pregled grčkih i latinskih izvora koje je Vrančić upotrijebio za pisanje *Povijesti Ilirika*, prikazuje tog znamenitog prirodosnanstvenika u novom svjetlu, kao široko obrazovana renesansnog učenjaka koji je kao dobar poznavatelj povijesti grčke i rimske književnosti mogao kompetentno proučavati te izvore i sastaviti kompilaciju o povijesti Ilirika.

Unatoč mnoštvu izvora kojima se služio, u tom rukopisu nema popisa spomenutih autora niti književnih djela, kao niti nekog sustavnijeg kazala koje bi upućivalo na to da je Vrančić na neki način želio pregledno prikazati citirane izvore. Također, citati nisu poredani ni abecednim ni kronološkim redom, a nisu grupirani ni prema sadržaju, pa stječemo dojam da je izvore citirao onako kako je na njih nailazio.

5. Povijesno-polemički spis *De Slovinis seu Sarmatis*

Istražujući Faustove veze s pripadnicima šibenske intelektualne elite, posebno s ostalim pripadnicima šibenskog historiografskog kruga, nameće se zaključak da je na njegova historiografska promišljanja kao i na interes za historiografiju, uz ostalo, sasvim vjerojatno utjecalo i prijateljstvo s historiografom Dinkom Zavorovićem. Osim što je Zavorović Vrančiću posvetio svoje djelo o povijesti Dalmacije (*De rebus Dalmaticis libri octo*), Faust Vrančić mu je bio i mecena. Istražujući jedan od prijepisa tog Zavorovićeva rukopisa iz Znanstvene knjižnice u Zadru, utvrdila sam da je Faust Vrančić savjetovao Zavorovića pri pisanju tog djela, što dokazuju Faustove bilješke i komentari na marginama pojedinih stranica rukopisa, slika 5.

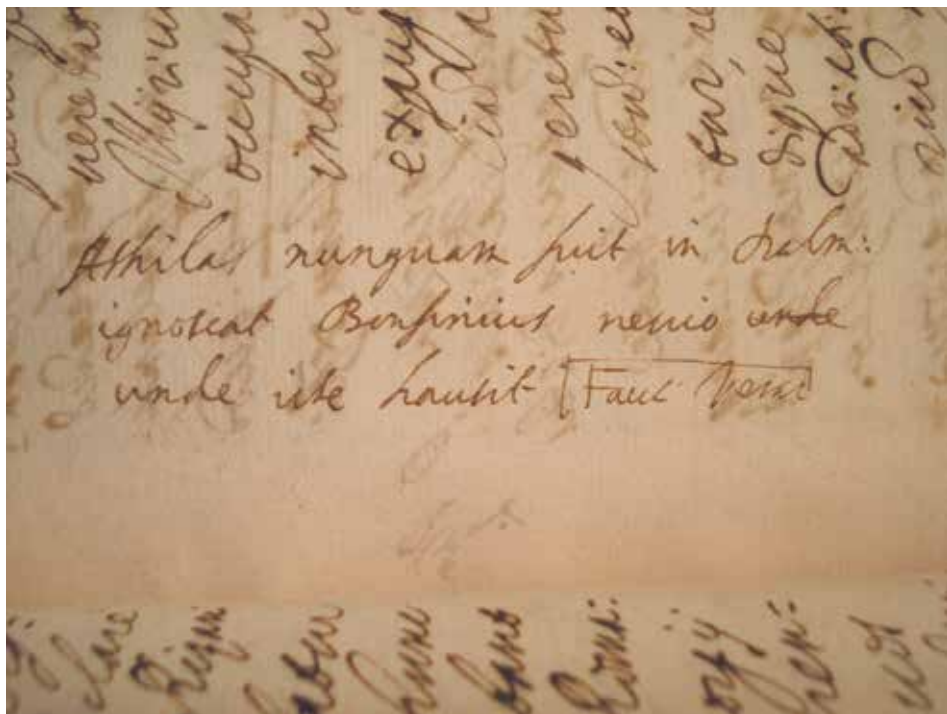
Još indikativnija spoznaja odnosi se na Vrančićev kratki povijesno-polemički spis *De Slovinis seu Sarmatis* (*O Slavenima ili Sarmatima*), objavljen 1606. u Rimu, u sklopu njegove zbirke svetačkih pripovjedaka *Život nekoliko izabranih divic*, slika 6. Detaljnom sadržajnom analizom tih dvaju tekstova, ustanovila sam da Faust Vrančić velikim dijelom preuzima Zavorovićeve historiografske stavove, točnije kritiku teza sarmatske humanističke historiografije o podrijetlu i doseljenu Slavena, o podrijetlu slavenskog jezika i pisma te o pitanju prijevoda *Biblije* na slavenski, prethodno iznesene u djelu *De rebus Dalmaticis* koje je Zavorović dovršio četiri godine prije no što je tiskan spomenuti Faustov spis.⁸

Usporedba tih dvaju djela otkrila je neospornu prisutnost historiografskog utjecaja između Zavorovića i Vrančića, štoviše, utvrđeno je da Vrančić preuzima historiografske postavke Dinka Zavorovića, što ćemo ovdje detaljnije razmotriti.⁹ Unatoč tomu što se historiografija ne ubraja među primarne Vrančićeve znanstvene interese, kao neizostavan dio *studia humanitatis*, ona ipak obuhvaća manji dio njegova opusa. Kao što smo spomenuli, Vrančiću je bliska ilirsko-slavenska ideologija, a njegov se historiografski rad u tematskom smislu podudara s kanonima hrvatske humanističke historiografije – fokusiran je na pitanje etničkog podrijetla Slavena, migracijsku teoriju te na postanak slavenskog jezika, pisma i bogoslužja. Spis *De Slovinis seu Sarmatis* kritički je komentar djela *Dialogus de origine Polonorum*, upućen njegovu autoru, krakovskom kanoniku Krzysztofu Warszewickom.

Vrančićev odabir narativnih izvora ponajprije potvrđuje još uvijek formalno prisutan utjecaj sarmatske historiografije, koji je u dalmatinskoj humanističkoj

⁸*De Slovinis seu Sarmatis, ad Christophorum Varsovicium canonicum Cracoviensem*, u: *Xivvot nekoliko izabranih divvičz po Faustu VVrancsichyu*, Rim, 1606., str. 117–119.

⁹Riječ je o rukopisu *De rebus Dalmaticis libri quinque*, Znanstvena knjižnica, Zadar, ms. 616., 17. st., f. 25r i 29v. O tome vidi više u: I. Kurelac, *Dinko Zavorović: Šibenski humanist i povjesničar*, str. 21–23.

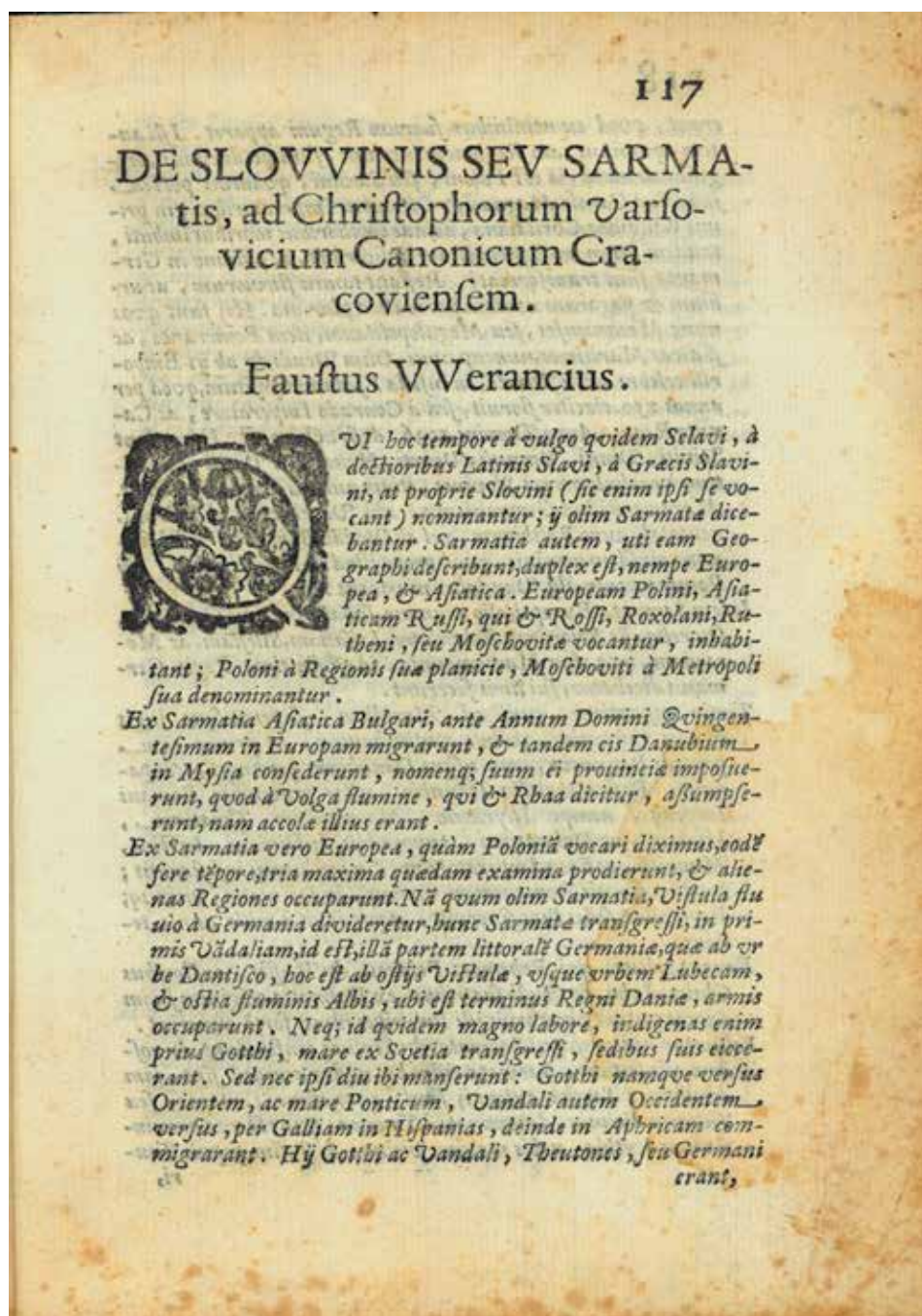


Slika 5.: Faksimil prijepisa opaske Fausta Vrančića na margini rukopisa Dinka Zavorovića *De rebus Dalmaticis libri quinque*, 17. st; f. 25r., Znanstvena knjižnica, Zadar, (signatura: ms. 616.)

historiografiji u XVI. st. afirmirao panslavist Vinko Pribojević. Analiza izvora dokazala je da se razmatranja o podrijetlu i migraciji Slavena u djelu *De Slovinis seu Sarmatis* najvećim dijelom temelje na citatima i navodima iz prve knjige djela *De origine et rebus gestis Polonorum* Martina Kromera, dok je Vrančićeva interpretacija teorije o dalmatinskom podrijetlu Čeha, Leha i Rusa zapravo kritika teze Macieja Miechowite iznesene u prvoj knjizi djela *Chronica Polonorum*.¹⁰ Međutim, daljnja analiza identificirala je Zavorovićevo djelo *De rebus Dalmaticis*, točnije njegovu treću knjigu, kao ključan Vrančićev historiografski model pri pisanju *De Slovinis seu Sarmatis*. Utvrđeno je da Vrančić od Zavorovića ne samo da doslovno preuzima identične reference na navedena djela sarmatistâ Kromera i Miechowite, nego u cijelosti prisvaja i Zavorovićeve historiografsku interpretaciju etnogeneze Slavena.¹¹ Prvi ključan dokaz

¹⁰Martini Cromeri *De origine et rebus gestis Polonorum libri XXX*, Basileae, 1551., pp. 1; 7-8; 16-17; Maciej z Miechow, *Chronica Polonorum*, Cracoviae, 1521., p. I-II.

¹¹Transkripcija teksta djela Dinka Zavorovića *De rebus Dalmaticis* načinjena je prema rukopisu iz Biblioteke Marciana, Venecija, signatura: Mss. latini, Cl. X, no. 40, 3652, (dalje: M). Usp. M, ff. 41r-42v



Slika 6.: Faksimil početnog lista povijesno-polemičkog spisa Fausta Vrančića *De Slovinis seu Sarmatis*, (Rim, 1606.), p. 117

neospornog utjecaja Zavorovićevih historiografskih postavki na Vrančića jest podudarnost u kritici Miechowitine teorije o dalmatinskom podrijetlu Čeha, Leha i Rusa iznesenoj u djelima obojice autora:

Errant igitur, qui Bohemos, Polonos, et Russos, auctoribus Cheho, Leho, et Russo fratribus, ex Dalmatia originem suam ducere putant.¹²

Uzevši stoga u obzir mogući utjecaj Zavorovićevih historiografskih postavki o postanku slavenskog jezika, pisma i bogoslužja na recepciju glagoljaške tradicije u spisu *De Slovinis seu Sarmatis*, utvrdili smo da Vrančić kritiku jeronimske tradicije najvećim dijelom zasniva na Zavorovićevu autorskom komentaru iz treće knjige djela *De rebus Dalmaticis*.¹³

Hallucinantur demum ij quoque, qui D. Hieronymum, huius gentis Sloviniae hominem fuisse asserunt, et novos caracteres invenisse, inque eam linguam sacros libros transtulisse putant. Decepti loco sui natalis, et verbis eiusdem male intellectis, quando in quadam sua epistola se suae gentis hominibus sacram scripturam interpretaatum fuisse meminit. Quos ipse non Slovinos, sed Latinos intelligit: Quid enim opus erat genti Barbarae omnes sacrae scripturae libros enucleare? Non negamus eum Stridonae in Dalmatia natum fuisse: at dicimus id ducentis circiter annis ante Slovinorum adventum accidisse, id est circa Annum Domini 400.¹⁴

Premda je u pogledu tumačenja glagoljaške tradicije obojici autora zajedničko da Jeronima ne smatraju autorom prijevoda *Biblije* na slavenski niti poznavateljem slavenskog jezika, Vrančić u odnosu na Zavorovića produbljuje kritiku, pobijajući i Jeronimovo autorstvo slavenskog pisma (*novos caracteres*), ali i ključan argument jeronimske tradicije hrvatskih glagoljaša – Jeronimovo slavensko podrijetlo. Vrančić, naime, prihvaća tek činjenicu da je Jeronim rođen u Stridonu u Dalmaciji, no za razliku od Zavorovića zbog toga mu ne pridaje slavensko, ilirsko niti dalmatinsko podrijetlo.¹⁵

Osim što nadopunjuje spoznaje o recepciji pojedinih segmenata glagoljaške tradicije u dalmatinskoj historiografiji početkom XVII. st., spis *De Slovinis seu Sarmatis* važan je primjer evolucije u recepciji jeronimske tradicije unutar šibenskog humanističkog kruga. Nakon što je upravo Šibenčanin Juraj Šižgorić

¹²*De Slovinis seu Sarmatis*, p. 118; Errant qui Bohemos, Polonos et Russos, auctoribus Ceho et Leho et Russo fratribus, ex Dalmatia originem suam scribunt (...); (M, ff. 42r-42v).

¹³Usp. M, f. 56v

¹⁴*De Slovinis seu Sarmatis*, p. 119; usp. M, f. 56v

¹⁵*Non negamus eum Dalmatam et Illyricum fuisse*, (M, f. 56v)

u povijesno-geografskom spisu *De situ Illyriae et civitate Sibenici*¹⁶ prvi među dalmatinskim humanističkim historiografima afirmirao glagoljašku postavku o Jeronimu Dalmatincu i Iliru iz Stridona, ona je tijekom renesanse postala općeprihvaćen argument za dokazivanje autorstva slavenskog jezika, pisma i bogoslužja, da bi početkom XVII. st. u spisu Fausta Vrančića bila posve opovrgnuta. Ključna historiografska djela trojice šibenskih humanista, Jurja Šižgorića, Dinka Zavorovića i Fausta Vrančića dokazuju da je teza o Jeronimu Dalmatincu i Iliru u samo stoljeće i pol prošla put od uvažavane dogme do potpunog odbacivanja. Unatoč tomu što se jeronimska tradicija održala i tijekom XVII. st. (Rafael Levaković, Ivan Tomko Mrnavić, Ivan Paštrić, Matej Karaman i dr.),¹⁷ Zavorovićeva i Vrančićeva interpretacija pitanja podrijetla Slavena, njihova jezika, pisma i bogoslužja ukazuje da krajem XVI. i početkom XVII. st. u historiografskoj produkciji šibenskog humanističkog kruga češko-moravska tradicija i autoritet franjevac trećoredaca prerastaju u ključan argument za napuštanje jeronimskog kulta.

6. Ostali historiografski spisi Fausta Vrančića

Napustivši 1605. Hradčane i Rudolfovu službu, Vrančić je u Rimu pristupio crkvenom redu pavlina te je i dalje aktivno sudjelovao u posttridentskoj crkvenoj obnovi. Iz tog doba sačuvana su dva Faustova povijesno-pravna spisa, upućena 1606. papi Pavlu V. Riječ je o memorandumima *Dello stato presente ecclesiastico et politico in Ungaria* (*O sadašnjem crkvenom i političkom stanju u Ugarskoj*) i *Il modo de restaurare la Religione in Ungaria* (*Način za obnovu vjere u Ugarskoj*) kojima je papi ponudio vlastite prijedloge za vjersku obnovu u Ugarskoj, temeljenu na mirnoj protureformaciji.

Na koncu možemo zaključiti da je, unatoč tomu što historiografija nije pripadala među primarne znanstvene interese Fausta Vrančića, taj dio njegova opusa vrlo važan u kontekstu stjecanja cjelovite slike o djelovanju tog istaknutog hrvatskog humanista, ali i zato što je tad kad je nastao imao ključnu ulogu za razjedinjene hrvatske zemlje, za koje je u danim povijesno-političkim okolnostima bilo od presudne važnosti da su Vrančićeva postignuća na području historiografije imala zamijećen odjek među pripadnicima europske političke i crkvene elite kojoj je i sam pripadao.

¹⁶Usp. J. Šižgorić, *O smještaju Ilirije*, str. 23–25.

¹⁷Vjekoslav Štefanić, “Tisuću i sto godina od moravske misije”, *Slovo*, br. 13, Zagreb, 1963., str. 40.

Faustus Verantius and his Historiographical Work

Iva Kurelac

Summary: The paper gives the new insight in Faustus Verantius' (Faust Vrančić) contribution to the humanities, and focuses on his historiographical work. Along with the most important data about his life and work, the paper analyzes Verantius' historiographical work in the context of the crucial political and religious events of the second half of the 16th and the beginning of the 17th century. The overview of Faustus Verantius' historiographical opus is included as well, and particular focus is placed on Verantius' unpublished manuscript *Illyrica Historia*. Another Verantius' historical-polemic work *De Slovinis seu Sarmatis* (Rome, 1606) is analyzed, and particular attention is given to the influence that the Šibenik historiographical circle and historian Dominicus Zavoreus (Dinko Zavorović) and his unpublished manuscript *De rebus Dalmaticis* had on the aforementioned Verantius' work on the Slavs. Author gives the crucial proofs that reveal Zavoreus' influence on Verantius' interpretation of the ethnogenesis of the Slavs, the migration theory and the question of origin of Slavic language, script and liturgy.

Key words: Faust Vrančić (Faustus Verantius), Šibenik, historiography, humanism, early modern period

Gojko Nikolić

Nove spoznaje o životu i izumima Fausta Vrančića

Sažetak: Opisan je dio novijih istraživanja vezanih uz život i rad Fausta Vrančića. Odgovoreno je na pitanje o broju izdanja knjige *Machinae novae*, kad je tiskana, tko je autor crteža. Posebno su detaljno istražene tvrdnje o skoku s padobranom o kojem je navodno pisao engleski znanstvenik J. Wilkins 1648. godine. Odbačeni su navodi da je Faust plagirao neka rješenja. Kod crteža kod kojih postoji sličnost s rješenjima njegovih prethodnika ili suvremenika, pokazano je da je riječ značajnom tehničkom unapređenju, a ne o plagiranju. Navedeni su i posebno opisani Faustovi izumi koji su utjecali na rješenja u tehnici koja se i danas primjenjuju.

Ključne riječi: Faust Vrančić, *Machinae novae*, *Homo volans*, izumi

Uvod

U životu i radu Fausta Vrančića (1551. – 1617.) postoje događaji koji nisu do kraja razjašnjeni. Primjer je pitanje kad je tiskana knjiga *Machinae novae* i jesu li bila dva ili samo jedno izdanje. Isto tako, često se ponavljaju neke neutemeljene tvrdnje i konstatacije o plagiranju radova suvremenika ili prethodnika, kao i tvrdnje da je skočio s padobranom i da je o tomu 1648. pisao engleski znanstvenik John Wilkins (1614. – 1672.).

Koristeći se dokumentima, logički razmatrajući raspoložive činjenice te detaljno stručno analizirajući njegove izume te rješenja njegovih prethodnika i suvremenika, došlo se do spoznaja koje daju odgovore na neka od tih pitanja. Iako je mnogo toga razjašnjeno u knjizi *Život i izumi Fausta Vrančića*, drugo

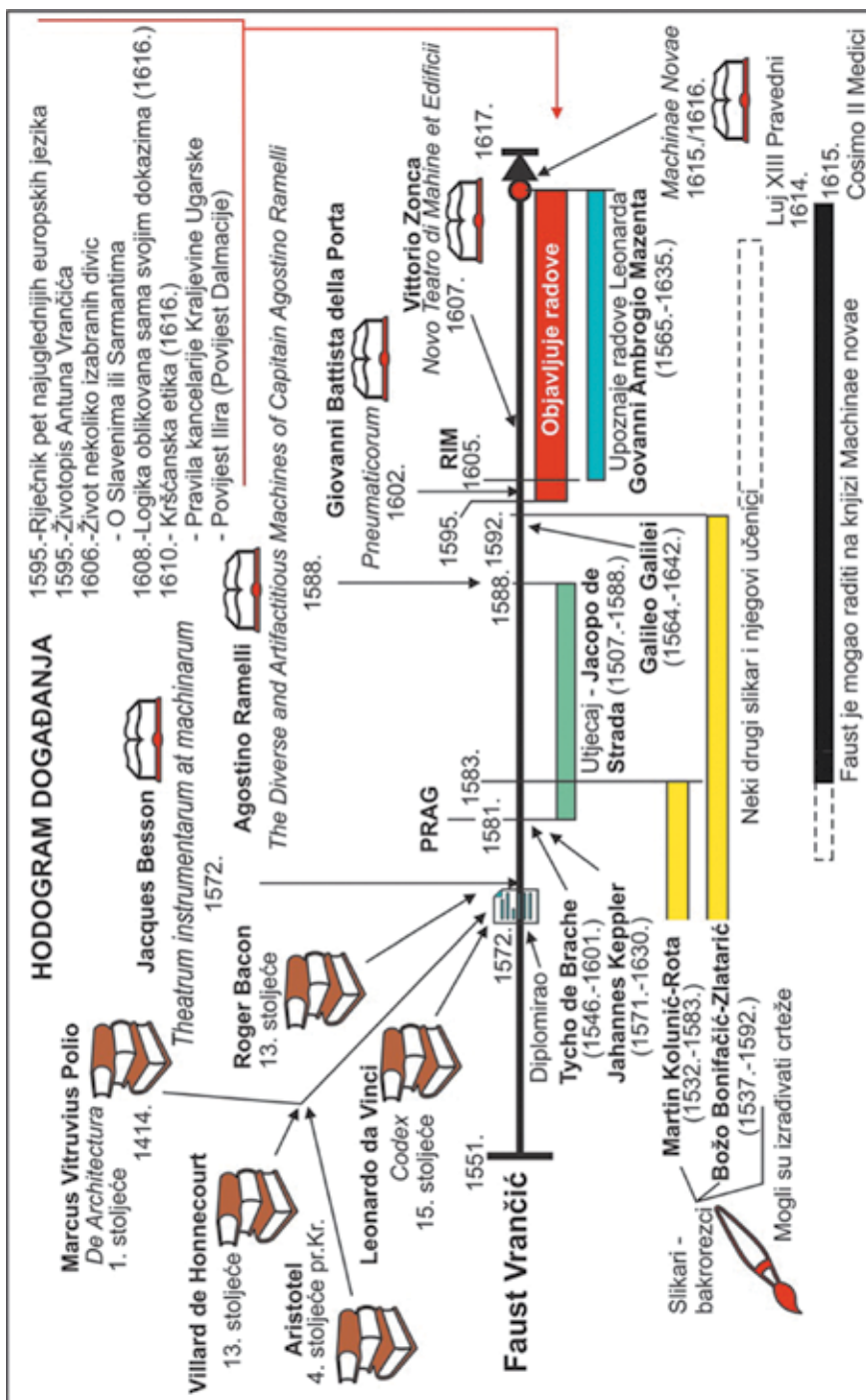
dopunjeno izdanje [1], predavanjem na tribini Hrvatskog društva za sustave (Croatian Systems Society – CROSS), krajem prošle godine, još su detaljnije i argumentiranije prikazani rezultati istraživanja i provedenih analiza. Članak je napisan temeljem tog predavanja, ali znatno je kraći i s manje ilustracija. Razmatraju se sljedeće teme: a) je li Faust plagirao tuđe radove, b) kad je knjiga *Machinae novae* tiskana i je li bilo dva ili samo jedno izdanje, c) je li Faust isprobao svoj padobran skočivši s njim, i d) koji su ključni Faustovi izumi koji se još i danas koriste, ali s novim tehničkim rješenjima. Bit će prikazani i neki tehnički detalji njegovih uređaja kako bi se ukazalo na tehnički, bolje rečeno, Faustov inženjerski pristup prije 400 godina.

1. Je li Faust plagirao tuđe radove?

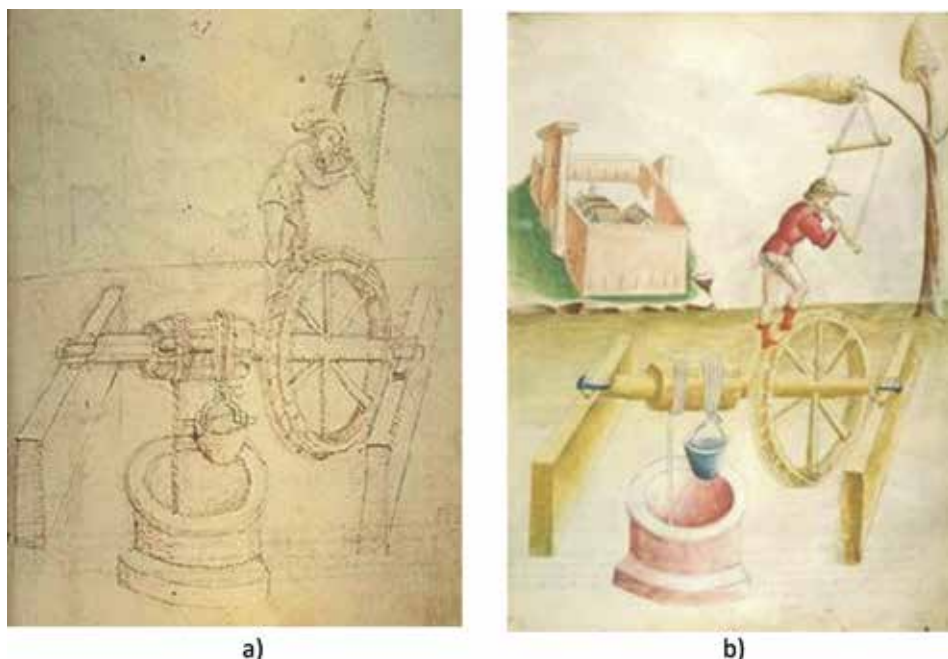
U doba Fausta Vrančića djelovali su neki od najznačajnijih umova renesanse koji su postavili temelje suvremene znanosti. S mnogima od njih Faust je prijateljevao ili bio u kontaktu. U to doba bilo je malo znanstvenika te su rijetki tiskani stručni i znanstveni materijali bili u malim nakladama namijenjeni samo odabranima. Slika 1. prikazuje vremenski hodogram događaja u životu Fausta Vrančića, s osobama i njihovim djelima, koji su imali ili mogli imati značajan utjecaj na njegov rad i njegova djela [1]. Neke od njih Faust je osobno poznao, kao i njihova djela, a sigurno je poznao i poznata djela svojih prethodnika. U to je vrijeme bilo uobičajeno sastajanje i vođenje diskusije o temama, idejama ili rješenjima koje je netko publicirao ili javno zastupao. Odatle su primjetne i mnoge sličnosti rješenja uređaja, naprava ili zdanja različitih autora. Ograničena količina tiskanih materijala nije mogla doprijeti do većeg broja čitatelja. Zato su neki autori, želeći te inovativne i korisne konstrukcije ili ideje više prezentirati javnosti, uvrštavali ih uz male izmjene i u svoja djela. Odatle često i ocjene da je nešto plagirano.

Slika 2., koja prikazuje pogonski kotač, govori da je plagijata bilo. Kad se u literaturi ukazuje na plagijat iz tog doba, kao primjer navodi se upravo ta slika. Talijanski izumitelj Mariano di Jacopo, zvan Taccola ili Arhimed iz Siene (1381. – 1453.), nacrtao je sliku pogonskog kotača s mehanizmom za dobavu vode iz bunara, slika 2a., a plagijat je izradio talijanski izumitelj Mariano Paolo Santini (1382. – 1453.), slika 2b. [20]. Vidi se da je plagijat gotovo jednak originalu, uz neznatne izmjene.

Osim pogonskog kotača, može se s velikom sigurnošću reći da je i rješenje parne turbine Francuza Salomon de Caus (1576. – 1627.) gotovo jednako rješenju Talijana Giovannija Brance (1571. – 1645.) [1]. S obzirom na to da je riječ o istom razdoblju, pitanje je tko je od koga preuzeo gotovo identično rješenje bez novih tehničkih unapređenja. Početnu ideju dao je Heron iz Aleksandrije (I. st.) rješenjem parnog kotača nazvanog *aeolipile*.



Slika 1.: Slijed događaja u životu Fausta Vrančića



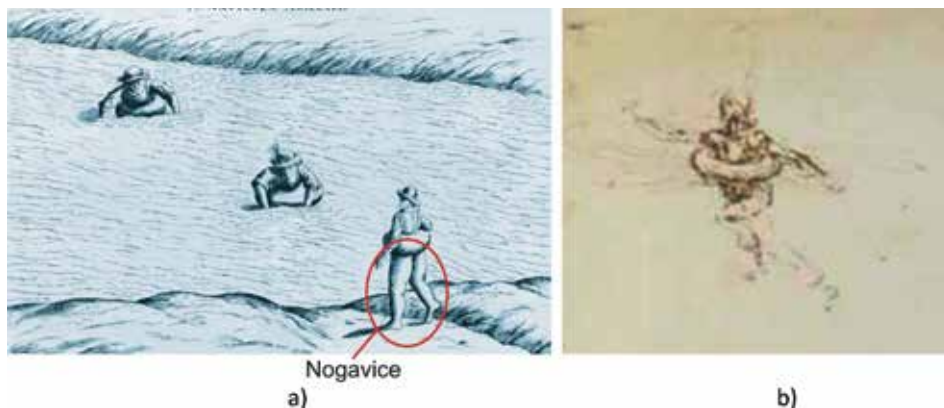
Slika 2.: Primjer plagiranja pogonskog kotača – a) originalna slika Mariana di Jacopa [20], b) plagijat Mariana Paola Santinija

U to vrijeme nije bilo zakona koji bi štitiio izumiteljska prava. Zabilježen je dogovor iz 1427. Mariana di Jacopa i poznatog talijanskog arhitekta Filippoa Brunelleschija¹ (1377. – 1446.) o zaštiti izumiteljskih prava. Znamo da se Leonardo da Vinci (1452. – 1519.) pokušao zaštititi zrcalno pišući tekstove i namjerno ugrađujući pogreške u konstrukcije kako se ne bi mogle koristiti. Pravu zaštitu jedino su mogle osigurati dobivene povelje ili slični dokumenti vladara koji su tad predstavljali zakon.

Faust Vrančić također je nastojao zaštititi svoje izume Poveljom francuskog kralja Luja XIII. Pravednog (1601. – 1643.) dodijeljenom 1614., te Poveljom toskanskog vojvode Cosima II. Medicija (1590. – 1621.) dodijeljenom 1615. godine. U njima se navodi da se 15 godina ne smije objaviti novo izdanje knjige te da 30 godina nitko ne smije bez Vrančićeva dopuštenja staviti u uporabu navedene strojeve, koji su njegov izum. Za njemačko jezično područje nije tražio povelju jer je očito smatrao da je zaštićen s obzirom na to da je dugo radio na dvoru Rudolfa II. Kako je knjiga *Machinae novae* napisana na pet jezika, jedino mu je španjolsko jezično područje ostalo nepokriveno. Ne zna se je li tražio povelju i od španjolskog kralja.

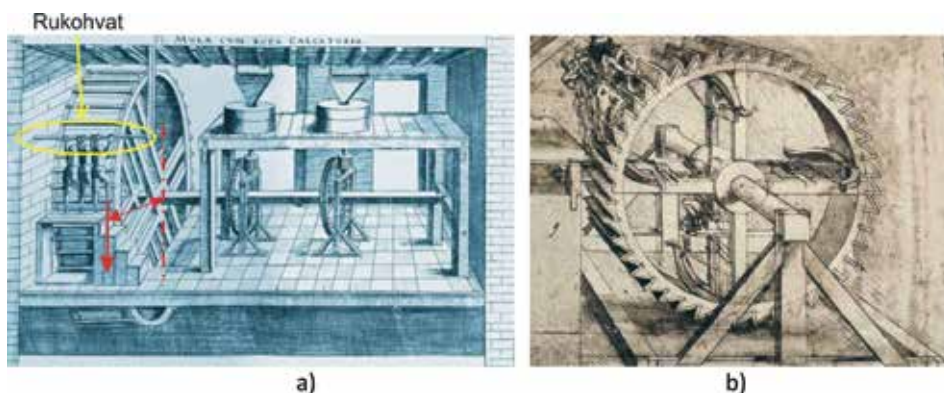
¹Bio je učitelj Nikole Firentinca, jednog od graditelja šibenske katedrale.

Bit će analizirani samo neki primjeri za koje se navodi da je Vrančić kopirao tuđa rješenja. Kao prvi može se analizirati Faustov brod koji se može prenositi (crtež br. 39). Faustu je zasigurno bio poznat da Vincijev crtež plivača, što se da zaključiti iz slike 3b. Međutim, dodao je nogavice tako da plivač pri prelasku rijeke ne može smočiti noge i odjeću. Upravo taj dio Faust naglašava u objašnjenju crteža, slika 3a. [3]. Njegovo rješenje korisno je tehničko unapređenje, a ne plagijat.



Slika 3.: Uporaba zračnog koluta za plivanje – a) Faustov brod koji se može prenositi, b) Leonardov plivač

Drugi je izraziti primjer mlin s nagaznim kolutom (crtež br. 23). Faust naglašava da nigdje nije vidio takvo rješenje, što mu treba vjerovati. Na mnogo je mjesta naznačio izvor rješenja kao, npr., to mi je rekao moj prijatelj, to sam



Slika 4.: Pogonski kotač – a) Faustov mlin s nagaznim kolom, b) Leonardov kotač za napinjanje strelica

vidio, tako koristi taj narod i sl.. U vrijeme Fausta Vrančića, a i prije, korišteni su nagazni (pogonski) kotači u kojima je čovjek hodao unutar kotača. Faust ističe da je kod njegova rješenja veća sila (moment) jer ljudi hodaju na obodu kotača. Naglašava da se po potrebi mogu na podestu odmoriti, što unutar kotača ne mogu, slika 4a. [1] [3].

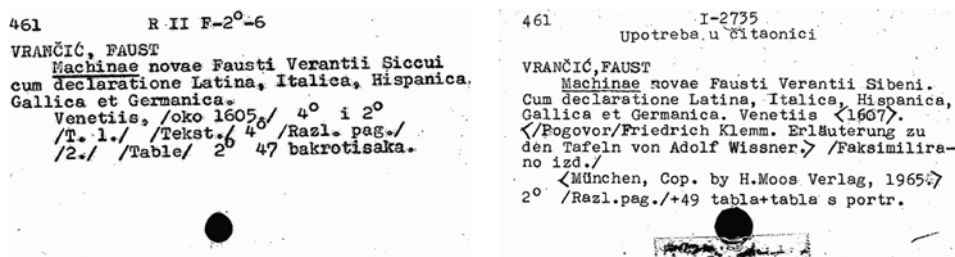
Ako bi se i prihvatila pretpostavka da je Faust vidio taj Leonardov crtež, slika 4b., dodao je rukohvat koji je bitan jer dugo hodanje i *penjanje* može kod ljudi izazvati vrtoglavicu i nestabilnost. Međutim, ako se čovjek drži za rukohvat puno je stabilniji [1]. Već samo taj detalj može odigrati presudnu ulogu u masovnijoj primjeni u praksi. Faust je jednako nagazno kolo primijenio, osim za mljevenje žita, na još nekoliko svojih rješenja: kod preše za dobivanje ulja (crtež br. 24), naprave za čišćenje morskog dna (crtež br. 41) i naprave za izradu užadi (crtež br. 43).

Postoji još niz primjera na kojima se može izvršiti slična analiza, ali opseg članka to ne dopušta. Na kraju se može tvrditi da Faust Vrančić, koliko se moglo istraživanjem utvrditi, nije nigdje plagirao neko rješenje koje je prije njega bilo izvedeno ili prezentirano. Na poznata rješenja uvijek je nadograđivao neko svoje poboljšanje i time ga tehnički unaprijedio.

Detaljnou analizom prikazanih Faustovih pronalazaka u knjizi *Machinae novae*, ustanovio sam koja su njegova rješenja izvorna, a koja je tehnički unaprijedio [1]. Po toj analizi, 51 % prikazanih pronalazaka u knjizi *Machinae novae* može se smatrati originalnim ili je tehničko unapređenje bilo toliko značajno da je dalo novo rješenje pa se može svrstati u originalne.

2. Kad je tiskana knjiga *Machinae novae*?

Kako na naslovnici knjige *Machinae novae*, najznačajnijeg djela Fausta Vrančića, nema ni godine izdanja ni izdavača, u proteklom desetljećima kolale su različite tvrdnje o tome. Navodilo se da postoje dva različita izdanja s različitim naslovnicama i jezicima u tekstu knjige. Prema H. Th. Horovitzu i G. Bottitiju [2], prva knjiga objavljena je 1595. godine, vjerojatno u Firenci, pod naslovom *Machinae novae Fausti Veranti Siceni, Venetiis cum Privilegiis* (na latinskom i talijanskom), a druga je objavljena 1605. u Veneciji pod naslovom *Machinae novae Fausti Verantii Siceni cum declaratione Latina Italica Hispanica Galica et Germanica. Venetiis cum Privilegiis*. Podaci su temeljeni na izdanju *Enciclopedia Italiana* iz 1937. godine. Slično se može naći i kod drugih autora. U knjigama Ive Livakovića [6] i Vladimira Muljevića [2] nalazi se podatak da se originali obaju izdanja nalaze u Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu. Istražujući taj podatak u karticama Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu, može se ustanoviti da postoji samo jedan naslov knjige, ali



Slika 5.: Kartice Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu s različitim godinama tiskanja Faustove knjige *Machinae novae*

različiti podaci o tiskanju, 1605. i 1607. godine, slika 5. U elektroničkom katalogu navode se dvije Faustove knjige jednakog (duljeg) naslova, ali jedna iz 1595., a druga iz 1615. godine [22]. Nacionalna i sveučilišna knjižnica navela je 2005. u digitalnom izdanju djela hrvatskih velikana da je knjiga *Machinae novae* objavljena 1615./1616. godine [4].

Spominju se i drugi podaci: npr. Frčko, M. [14] navodi da je knjiga tiskana 1607., a talijanski istraživač Fr. Sovarguan Brancca smatra da je prvo izdanje tiskano 1595., a drugo tek 1615. ili 1616. godine [2].

Dio autora navodi da postoji samo jedno izdanje: Francis Trevelyan Miller navodi da je tiskana u Veneciji 1595.; Helmar Schramm, Ludger Schwarte i Jan Lazardzig da je tiskana 1600., a autori A. Carl i W. Condit navode 1595. godinu. Može se navesti još mnogo autora koji navode 1595. kao godinu izdavanja knjige *Machinae novae*.

Da bi se utvrdilo kad je Faust tiskao knjigu *Machinae novae* i je li bilo više izdanja, valja analizirati zadnje godine njegova života. Iako se spominju dva različita djela, svi se slažu da su crteži strojeva u objema knjigama jednaki, ali razlikuju se po tome što je jedno izdanje napisano na latinskom i talijanskom (naslovnica i opis strojeva), a drugo na pet jezika. To *fantomsko* izdanje, nažalost, nigdje nije prikazano slikom na internetu niti je dostupno..

Najvjerodostojniji je tekst posmrtni govor koji je Ivan Tomko Mrnavić održao Faustu Vrančiću 22. veljače 1617. u šibenskoj katedrali, a u kojem navodi da kad su stigli u Veneciju 1615. godine:

“(...) bolest mu nije dopuštala preploviti preko mora u domovinu, izdao je u međuvremenu onaj izvrsni svezak o novim strojevima koje je sam izmislio nečuvanim odličnim darom.” [24].

Kako je Faust još tijekom boravka u Rimu konačno oblikovao tekst knjige *Machinae novae*, odmah je s graverima pripremao ploče za tisak. Slično misli i Kruno Prijatelj koji navodi da su ploče za tiskanje knjige najvjerojatnije izrađene u Rimu jer je u Veneciji prekratko boravio prije tiskanja knjige [8]. Na tim

graviranim pločama nema godine izdavanja ni izdavača jer te podatke u tom trenutku Faust još nije znao.

Da knjiga još nije bila tiskana prije 1615. može se zaključiti i iz teksta enciklopedijskih podataka nakladnika Charles Scribner's Sons o Faustu Vrančiću gdje stoji:

“Cosimo II. de ‘Medici, veliki vojvoda Toskane, odobrio je Vrančiću povlasticu (lipanj 1615.), za knjigu koju potonji želi objaviti.” [9].

Traženje privilegija od francuskog kralja Luja XIII. (1614.) i velikog vojvode Cosima II. Medicija (1615.) nije traženje sufinanciranja izdavanja, što se iz teksta jasno vidi. Zato tekst: “Njegovi naponi da objavi knjigu o strojevima u Francuskoj, Rimu ili Firenci bili su neuspješni” [9], koji povezuje mjesto tiskanja s povlasticama nije utemeljen na činjenicama.

Faust Vrančić u Veneciju je vjerojatno mogao doći u rujnu 1615. godine, slika 6. Bio je jako iscrpljen zbog bolesti i dugog putovanja. Može se zaključiti da je tek u listopadu, nakon što se odmorio, tražio izdavača. Venecija je bila sjedište tiskarske industrije i imala je u to vrijeme znatno više tiskara nego cijela Njemačka. Slova su se već slagala prema Gutenbergovu izumu. Vrančić je očito želio da se knjiga što prije tiska i da se bez dorade koriste donesene gravirane ploče za slike i naslovnicu. Po svemu sudeći, tiskanje je počelo 1615., a

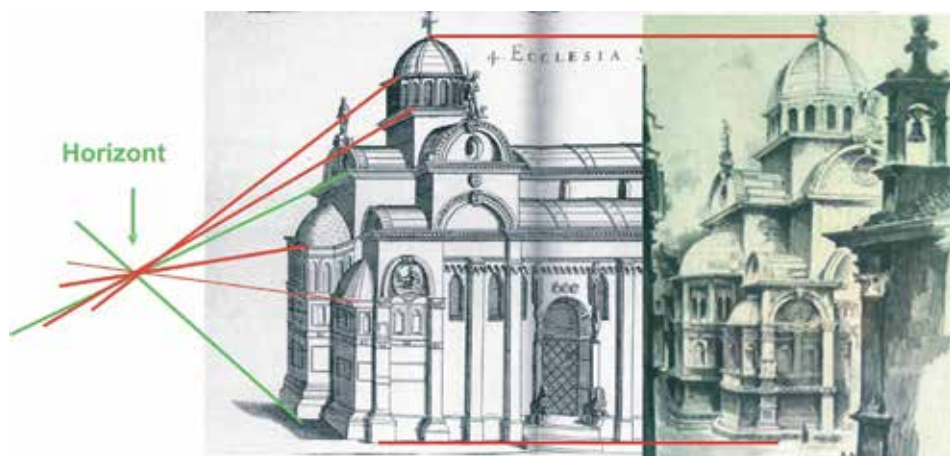


Slika 6.: Posljednje putovanje Fausta Vrančića s bitnim događajima vezanim uz tiskanje knjige *Machinae novae* [23]

završilo je početkom 1616. godine [1]. To je danas općeprihvaćen podatak [5] [21]. Kao argument da se knjiga tiskala još i početkom 1616. može poslužiti podatak da je Faust, čim je bila gotova, poslao primjerke prijateljima koji su mu u srpnju te godine zahvalili. Uzimajući u obzir tadašnje putovanje pošte u oba smjera te vrijeme za čitanje, može se procijeniti da je Faust knjigu mogao poslati u ožujku ili najkasnije u travnju te godine. Da je knjiga bila prije završena, prije bi poslao primjerke i prijatelji bi mu prije zahvalili.

Crteži u knjizi *Machine novae* također su predmet rasprave i iskazivanja različitih stajališta o tome tko ih je nacrtao. Muljević smatra da je to bio netko iz njegova kruga Šibenčana te navodi dvije mogućnosti. Prva je da ih je izradio bakrorezac, ilustrator, slikar, graver i kartograf Božo Bonifačić-Zlatarić (Natale Bonifazio, Natal Bonifacio da Sebenico, 1538. – 1592.). Kao drugog mogućeg autora spominje također vrsnog slikara, gravera, bakroresca i kartografa Martina Kolunića-Rotu (Martinus Rota Sibenicensis, 1532. – 1583.). U knjizi *Faust Vrančić prvi hrvatski izumitelj* Muljević navodi svoje mišljenje o crtežima: “(...) crteži u perspektivi djeluju kao lijepe slike, a ne kao strogi tehnički crteži,” (str. 37), ili “... vjerna slika katedrale (*Crkva u Šibeniku*)...” [2].

O graveru koji je izradio ploče za tisak slika, o kvaliteti njegovih slika, često izrađenih bez perspektive i proporcija, već je detaljno pisano u knjizi *Život i izumi Fausta Vrančića* [1]. Odbačena je mogućnost da su slike izradila ta dva vrsna slikara gravera iz Šibenika [1]. Osim onih koje je autor morao izraditi na licu mjesta, kao što je crtež br. 4 *Crkva u Šibeniku* (šibenska katedrala), te Trg sv. Marka u Veneciji za crtež br. 2 *Venecijanski zdenci*, ostale su nastale na temelju crteža koje je Faust sam izradio. Kod prva dva crteža slikar nije pokazao kvalitetu rada jer su i proporcije i perspektiva loše, slika 7. [1], i na njih Faust



Slika 7.: Usporedba loše perspektive i proporcija na Faustovu prikazu katedrale sv. Jakova u Šibeniku sa slikom Vladimira Kirina iz 1923. istog istočnog dijela katedrale [1]

nije imao utjecaja. Za ostale slike koje su izrađene prema njegovim crtežima moguće je da je inzistirao da budu točno takve i da slikar graver ništa ne mijenja, a i na njima je loša perspektiva. Možda su se i bez te upute graveri slikari bojali da nešto pogrešno ne naprave jer je bila riječ o novim strojevima i tehnicima. Za to imamo i indirektnu potvrdu. Na crtežima gdje je nacrtan čovjek ili životinje (crteži broj 11, 13, 21 i desetak drugih), ljudi i životinje crtački su dobro napravljeni, što, vjerujem nije zasluga Fausta Vrančića nego slikara gravera jer su znali što treba nacrtati. Vjerujem da na originalima Faustovih crteža ljudi i životinje nisu bili detaljno nacrtani, nego su bili samo naznačeni. U tu kategoriju spadaju i neki drugi crteži poput kola, brodova, kotača, zdanja za vjetrenjače i sl.

Slično mišljenje iznosi i Kruno Prijatelj: “Kod crtanja Katedrale sv. Jakova ispušten je vijenac Jurjevih glava oko apside, diskretno su naslikani anđeli oko natpisa nad Jurjevom signaturom i izostavljeno je još niz drugih detalja. Kipove na pobočnom portalu ... crtač je nacrtao vrlo nevješto, smanjio je udubljenja kanelirane niše ...”, a na crtežu *Fontes Venetiarum* “(...) u pozadini slike vidi se prilično nevješto naslikana bazilika sv. Marka.” Prijatelj smatra da je kvaliteta slika u Faustovoj knjizi daleko lošija od radova Bože Bonifačića-Zlatarića [23].

Temeljem osnovnih crtačkih elemenata koji daju kvalitetu prikaza, kao što su perspektiva i proporcije, za crteže u knjizi *Machinae novae* može se zaključiti da ih nije radio neki vrsni slikar graver poput navedenih autora iz Šibenika. Znatno su manje kvalitete u usporedbi s onima u radovima drugih izumitelja tog doba, poput knjige Agostina Ramellija *Le Diverse et artificiose machine del Capitano Agostino Ramelli* iz 1588. godine.

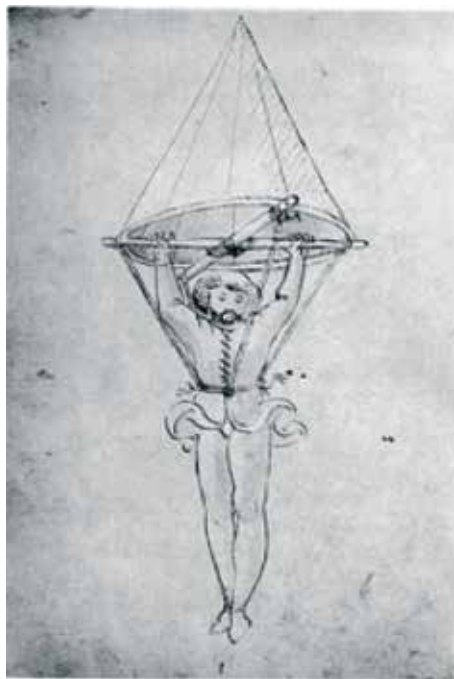
3. Faustov padobran *Homo volans*

Često se navodi da je Leonardo da Vinci (1452. – 1519.) prvi nacrtao padobran, slika 10a., a da ga je *osuvremenio* Faust Vrančić. Nije istina da je Leonardo prvi nacrtao padobran. Ako se izuzmu skokovi s krutim suncobranima prije 2000 godina u Kini, prvi koji je skočio s nekom vrstom padobrana bio je Armen Ferman koji je proučavanjem prirode došao do nekih spoznaja o mehanici leta. Konstruirao je odijelo (ili kabanicu) od svile s drvenim motkama kao ojačanjima te se 852. godine popeo na vrh minareta velike džamije u Córdoba i skočio. Tako napravljen plašt, slika 8., služio je kao neka vrsta padobrana². Daskok je bio dobar te se nije jako ozlijedio. Njegov je skok navodno promatrao mladi Abbas Ibn Firnas kojeg se jako dojmio [10].

²Arapi stoga smatraju da je on prvi osmislio padobran i skočio s njim, iako ne postoje crteži tog padobrana ili skoka [10] [12].



Slika 8.: Suvremeni prikaz Fermanova plašta



a)

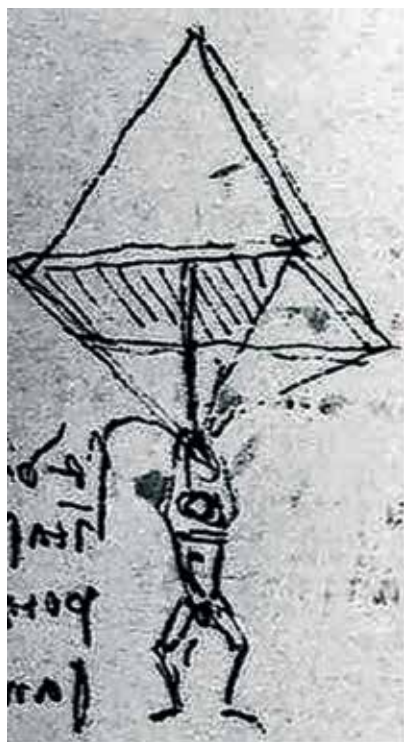


b)

Slika 9.: Izumi Francisca di Giorgia Martinija iz 1470., a) padobran, b) krila za letenje [11]

Istraživač i pisac Lynn White proučavao je u Britanskom muzeju renesansne znanstvenike i izumitelje, a svoja je saznanja objavio u djelu *The Invention of the Parachute* (poslije i u lit. [11], poglavlje 11.). Naveo je, javnosti nepoznate, izume Talijana Francisca di Giorgia Martinija (1439. – 1501.) iz 1470. godine, a posebno je zanimljiv padobran i krila za letenje. Njegov je padobran u nekoliko detalja napredniji od Leonardova. Iz usporedbe njihovih crteža može se zaključiti da se padobrancu lakše držati za prečke negoli za užad (kao kod Leonardova), a drugo, da je autor predvidio osiguranje odnosno četiri veze s pojasom, slika 9a. [11], što Leonardov nema. Njegov je letač s krilima naivno rješenje, ali ukazuje na njegova razmišljanja o takvom, slika 9b. [11].

Renesansni genij Leonardo da Vinci: slikar, arhitekt, izumitelj, glazbenik, kipar, mislilac, matematičar i inženjer, bio je višestruko nadaren čovjek neutažive znatiželje i žudnje za novim spoznajama i dao je značajne doprinose razvoju različitih grana znanosti. S idejama je bio nekoliko stotina godina ispred svojeg vremena. Na temelju proučavanja leta ptica izradio je konstrukciju naprave koja je trebala omogućiti let čovjeka, kao i crtež padobrana [13], [14] i [15].



a)



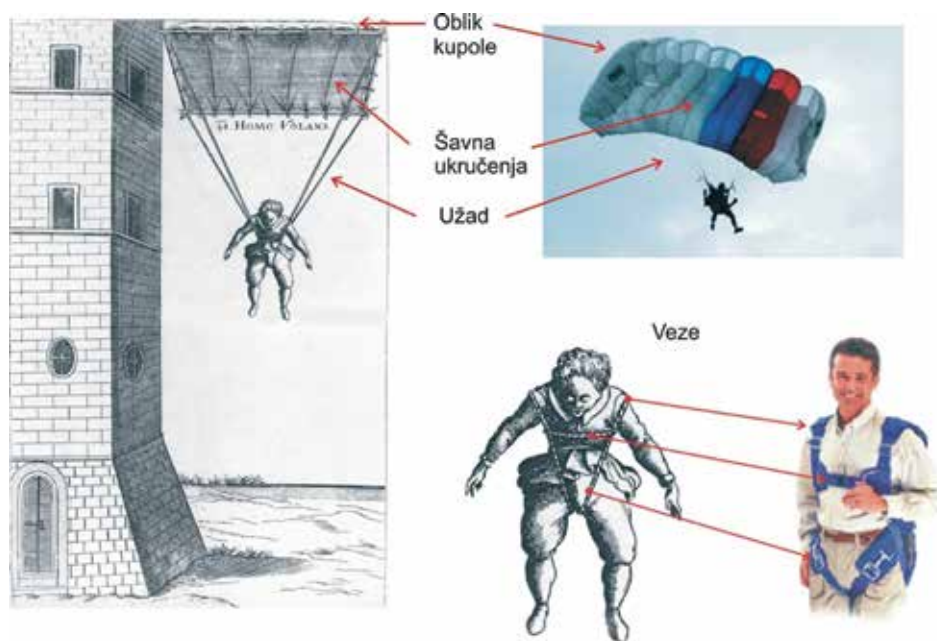
b)

Slika 10.: Padobran Leonarda da Vincija iz 1485. godine: a) crtež [16], b) replika s kojom je skočio Adrian Nicholas 2000. godine

Da bi se utvrdilo je li taj padobran prikladan za korištenje, izrađena je njegova replika s kojom je, s 3000 m visine, skočio Adrian Nicholas 2000. godine u Južnoj Africi, slika 10b. Skok je 2008. ponovio Olivier Vietta-Tepp u Švicarskoj, ali s modificiranom replikom padobrana (izbacio je motke). Oba su skoka bila uspješna.

Za padobran piramidalnog oblika, slika 10a., Leonardo je odredio i veličinu stranica i visinu, tj. 12 *braccia* (“Se un uomo ha un padiglione di pannolino intasato che sia di 12 braccia per faccia e alto 12, potrà gettarsi d’ogni grande altezza senza danno di sé”). Mjere su dane u firentinskom laktu (*braccio*) koji iznosi 0,583 m, što znači da su dimenzije oko 7 m x 7 m i visina 7 m. U poruci navodi: ako se načini takav *uređaj* da “(...) se čovjek može baciti s bilo koje velike visine bez ozljeda za sebe”. Ukazuje, dakle, na mogućnost da je Leonardo vršio pokuse, ali za to nema pismenih potvrda.

Padobran zauzima posebno mjesto u izumima Fausta Vrančića i već se pri spomenu njegova imena povezuje s letećim čovjekom (*Homo volans*), slika 11. Riječ je o suvremenoj konstrukciji padobrana, različitoj od one Giorgia Martinija i da Vincija, ali zajednički su im kruti okviri. Suvremenost Vrančićeva padobrana može se lako utvrditi usporedbom s današnjim u svim detaljima, od oblika, šavnih ukrčenja, konopa, vezova, slika 11. [1].

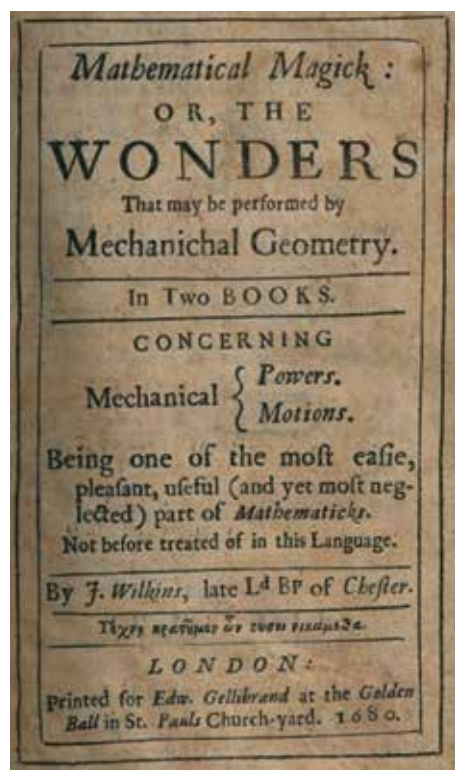


Slika 11.: Vrančićev *Homo volans* [1] [3]

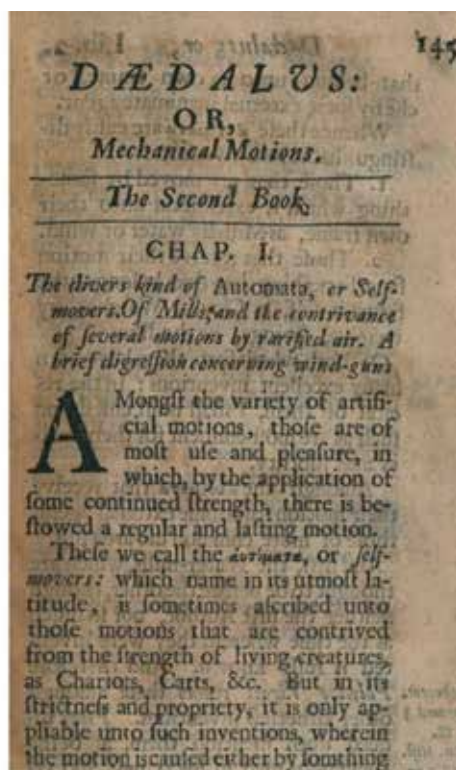
Faustov padobran ispitan je 2009. godine. S njegovom replikom skočio je engleski padobranac Ray Armstrong s 1800 m. Dimenzije padobrana bile su 5 m x 5 m, motke su bile od bambusa, a korištena je *habutai* svilenka tkanina koja je postojala i u Faustovo vrijeme. Uz stabilno spuštanje brzina padanja iznosila je cca 8 m/s (7 – 9 m/s). Skok je bio uspješan i padobranac je dao vrlo pohvalnu ocjenu.

Iz iznesenog je vidljivo da Leonardov padobran nije prvi koji je nacrtan, nego ga je 15 godina prije njega nacrtao Francisco di Giorgio Martini. Iz crteža i usporedbe s današnjim padobranom vidljivo je da Faustov padobran najviše odgovara suvremenom. Da nema krutih letvi, bio bi potpuno jednak, zato nema dvojbe da je Faust izumitelj suvremenog padobrana.

Vladimir Muljević naveo je podatak da je engleski znanstvenik J. Wilkins u knjizi *Mathematical Magic or the Wonders that may be Performed by Mechanical Geometry* [18], slika 12., napisao da je Faust Vrančić skočio sa svojim padobranom



a)

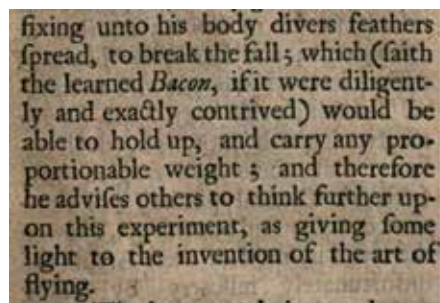


b)

Slika 12.: Knjiga J. Wilkinsa – a) naslovnica iz 1680. godine, b) drugo poglavlje, odnosno *The second book*, počinje 145. stranicom [17]

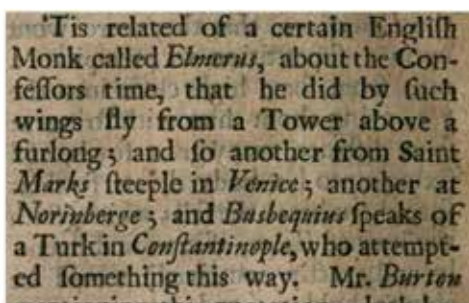
1617. godine³ [7]. Neki autori navode da je Vrančić skakao više puta, čime je navodno iskazao svoju vjeru u vlastiti izum. Neki spominju i navodni Vrančićev skok u Bologni [4]. U knjizi [1] argumentirano su pobijene te tvrdnje ne samo zato što je Faust bio u podmakloj životnoj dobi, bolestan i pred samu smrt (umro je 20. siječnja 1617.), nego zato što ni J. Wilkins nije nigdje naveo taj podatak ni ime Fausta Vrančića [1], [18] i [19]. U sljedećem tekstu dani su izvodi iz te argumentacije. Lako se može utvrditi da su autori koji su iznosili podatak o navodnom Faustovu skoku s padobranom, pozivajući se na knjigu J. Wilkinsa, kod navođenja naslova tog poglavlja stalno ponavljali istu pogrešku. Može se zaključiti da je riječ o prepisivanju istog navoda o Faustovu skoku u Wilkinsovoj knjizi nekog prvog autora te tvrdnje (u naslovu je pogreška: umjesto *Deadalus*, tj. engleski naziv za Dedala, napisano je *Deadloss* ponegdje i *Dead loss*).

Da bi se istaknuo i razumio Wilkinsov interes za letenje te njegov tekst u kojem navodi pokušaje letenja, koriste se izvadci iz drugog poglavlja njegove knjige. U 7. potpoglavlju drugog poglavlja, na 203. stranici, slika 13a., spominje se letenje i sprečavanje pada kad je površina *krila* razmjerna težini. Wilkins se u tekstu osvrće na učenje Bacona⁴, koji je najavio pojavu *letećih strojeva*. Wilkins na početku tog poglavlja definira koji su po njemu mogući načini letenja:



fixing unto his body divers feathers spread, to break the fall; which (saith the learned Bacon, if it were diligently and exactly contrived) would be able to hold up, and carry any proportionable weight; and therefore he advifes others to think further upon this experiment, as giving some light to the invention of the art of flying.

a)



'Tis related of a certain English Monk called *Elmerus*, about the Confessors time, that he did by such wings fly from a Tower above a furlong; and so another from Saint Marks steeple in Venice; another at Norinberge; and *Basbequius* speaks of a Turk in Constantinople, who attempted something this way. Mr. Burton

b)

Slika 13.: Izvadci iz knjige J. Wilkinsa – a) izvadak s 205. stranice b) izvadak s 204. stranice [17]

“Postoje četiri načina kojima se može pokušati ili letjeti kroz zrak. Dvije od njih ostvaruju se drugim silama, a dvije vlastitom snagom:

1. s duhovima ili anđelima,
2. uz pomoć ptica,
3. krilima neposredno pričvršćenim na tijelo,
4. letećim kolima.”

³Vladimir Muljević: *Hrvatski znanstvenici Antun i Faust Vrančić*, Encyclopedia Moderna, god. 14, II, Zagreb 1993.

⁴Roger Bacon (1214. – 1294.), engleski znanstvenik, teolog i filozof, začetnik eksperimentalne znanosti

Wilkins na 204. stranici, slika 13b., opisuje let s krilima i navodi engleskog svećenika Elmerusa koji je “(...) učinivši takva krila letio s tornja više od osmine milje, a isto tako drugi od tornja sv. Marka u Veneciji, drugi pak kod Norinbergea ...”, a zatim navodi “(...) da je neki Turčin u Konstantinopolu pokušao nešto slično na ovaj način”. Kako se isključivo navodi let s montiranim krilima, poput Dedala (cijela dio nosi naslov *Daedalus or mechanical motions*), taj njegov tekst i navođenje letova nema veze s padobranom, koji nigdje ni ne spominje jer se s njim nije moglo letjeti. Nigdje u tekstu Wilkins ne spominje ni Vrančića ni 1617. godinu. O tome znatno više podatka ima u navedenim radovima [1], [18] i [19].

Elmerusov let zabilježen je u dokumentima. Taj je benedektinac napravio krila i 1010. godine skočio s katedrale u Malmesburyju, slika 14a. Preletio je udaljenost od oko 200 m, naglo sletio i pritom slomio obje noge. Turčin kojeg navodi J. Wilkins vjerojatno je *Hezârfen Ahmed Çelebi* (1609. – 1640.). S obzirom na to da se nije ozlijedio, vjerojatno je sletio u more.

Wilkins je u knjizi izostavio prvog letača s krilima: andaluzijskog izumitelja, inženjera, znanstvenika, liječnika, pjesnika i glazbenika Abbasa Ibn Firnasa (810. – 887.). Prvi je poletio s umjetno izrađenim krilima 875. godine u Córdoba. Ne spominje ni Francisca di Giorgia Martinija, ni Leonarda da Vincija, kao ni Fausta Vrančića. Njihovo izostavljanje upućuje na više zaključaka: možda



a)



b)

Slika 14.: Let s krilima – a) let benedektinca Elmerusa 1010. godine, b) let *Hezârfena Ahmeda Çelebije* 1638. godine

nije naveo rješenja koja nisu praktično isprobana, a također, ni rješenje padobrana očito nije smatrao značajnim izumom jer u to vrijeme nije postojala potreba za padobranom. Ona se javila tek s pojavom balona. Može se pretpostaviti da je smatrao padobran uređajem za ublažavanje pada koji nema praktičnu svrhu. Spomenuti pretpostavljeni razlozi mogu donekle objasniti zašto uvaženi znanstvenik nije te druge izume naveo u svojoj knjizi. Za Abbasa Ibn Firnasa očito nije čuo jer su takve informacije iz nekršćanskog svijeta teško dolazile do zapadnih znanstvenika.

Iz iznesenog je jasno da su navodi nekih autora da je Wilkins naveo i opisao skok s padobranom Fausta Vrančića potpuno netočni i izmišljeni.

Niz podataka iz života Fausta Vrančića spomenut je u posmrtnom govoru koji mu je održao Ivan Tomko Mrnavić, prijatelj i pratilac u zadnjim godinama života. On nigdje ne spominje skok s padobranom, što bi sigurno naveo kao hrabrost i jednu od njegovih vrlina. Skok u tornja crkve u Veneciji nije se mogao izvršiti ni iz praktičnih ni iz tehničkih razloga, poput nošenja krutih motki i penjanja na toranj, do premale visine skoka.

4. Ključni Faustovi izumi

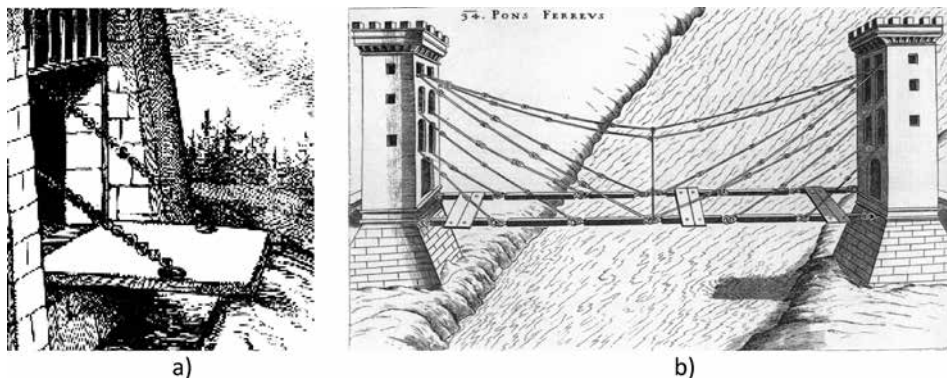
Faustovi su izumi u njegovo vrijeme imali primjenu i bili važan tehnološki napredak. Sigurno su najznačajniji oni koji su i nakon 400 godina i dalje u primjeni, s novim tehničkim rješenjima koja omogućuje suvremena tehnologija. Riječ je o inovacijama koje dugujemo Faustu i po kojima će ostati trajno zapamćen. To su prije svega viseći most (*željezni most*), željezni most (*most od zvonovine*), žičara (*most s jednim užetom*), stator i rotor (*mlin u okruglom tornju*), vjetromjer (*mlin s trokutastim krilima*), mlinac za orašaste plodove (*željezni mlin*), lisnate opruge (*viseća kola*), padobran (*leteći čovjek*).

4.1. Viseći most

Faust je taj most nazvao *željezni most* (crtež br. 34). Ideju je vjerojatno dobio gledajući podizne mostove na utverdama ili zamkovima, slika 15a. Za šire razmake multiplicirao je to rješenje s jedne i druge strane rijeke, slika 15b.

Danas je to jedan od najčešće građenih mostova, pogotovo ako treba premostiti veće raspone. Prvi je podignut 1955. u Švedskoj preko Strömsunda.

Kod nas su izrađena dva takva mosta. Prvi je dubrovački Most Franje Tuđmana, slika 17., a drugi je Domovinski most u Zagrebu.



Slika 15.: a) podizni most na utvrdi, b) Faustov željezni most



Slika 16.: Prvi ovješeni most u svijetu izgrađen 1955. u Švedskoj

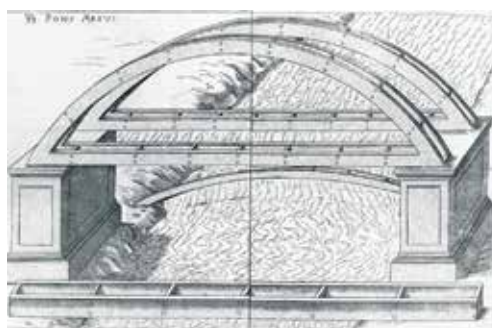
4.2. Željezni most

Faustov *most od zvonovine* (crtež br. 33) most je kojem bi se dijelovi lijevali od bronce. Tad još nije bila poznata tehnologija izrade željeznih profila. Lijevanje zvona od bronce bila je vrhunska zanatska tehnologija. Faustova je zamisao bila da se stranice mosta lijevaju iz jednog komada i onda sastavljaju, slika 18a. Smatrao je da je taj način jednostavniji, jeftiniji i brži od ondašnjeg načina gradnje, a ujedno se most može rastaviti i preseliti na drugo mjesto. Usvajanjem tehnologije izrade željeznih profila u XVIII. st. taj način gradnje mostova postaje prihvatljiv upravo iz razloga koje je naveo Faust.

Prvi željezni most, raspona luka 30,48 m, građen je od 1777. do 1779. preko rijeke Severna u Engleskoj, slika 18b.



Slika 17.: Most Franje Tuđmana



a)

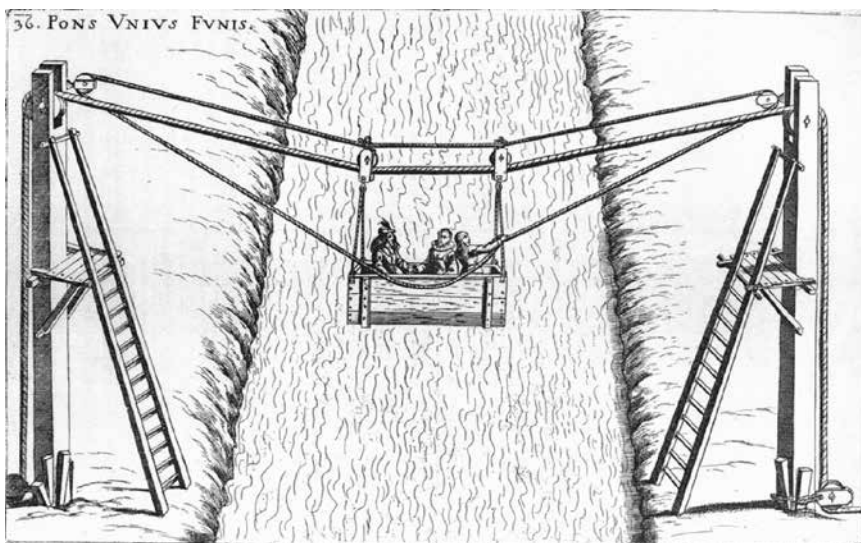


b)

Slika 18.: a) Faustov *most od zvonovine*, b) prvi željezni most izgrađen je 1779. preko Severna u Engleskoj

4.3. Žičara

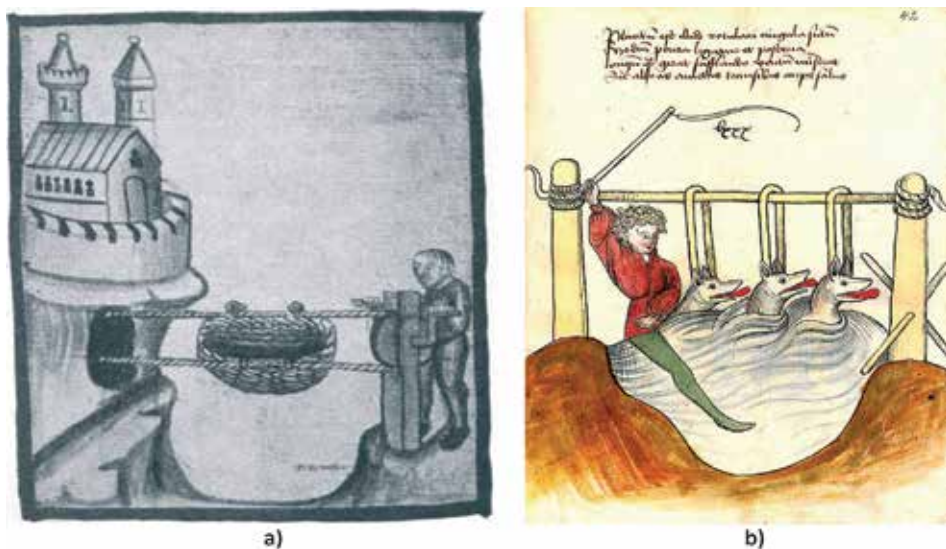
Sve elemente suvremene žičare može se naći u Faustovu *mostu s jednim užetom* (crtež br. 36). Faust je razapeo i nategnuo nosivo uže između dvaju stupova na svakoj strani obale rijeke, a po užetu se preko dvaju kotača pomicalo korito ili čun za ljude. Tanko uže povezano s čunom i preko dvaju kolotura s krajevima stupova, omogućuje kretanje čuna s ljudima. Na stupovima se nalaze platforme za ulazak i izlazak putnika, slika 19. Kako i sam naziv tog rješenja glasi, namijenjen je za prelazak preko rijeka umjesto mostova. Brzo se montira, a može se demontirati i preseliti na drugo mjesto. Treba razumjeti Fausta, kao i njegove suvremenike, što u svakoj zamisli postoji namjera za primjenu za vojne potrebe. To se nigdje posebno ne navodi, ali se podrazumijeva.



Slika 19.: Faustova žičara *most s jednim užetom*

Želja za prebacivanje predmeta, hrane, stoke i ljudi preko udolina, klanaca ili rijeka postoji od davnina, a često je bila i potreba na karavanskim putovima. Slika 20. prikazuje dva crteža iz XV. stoljeća.

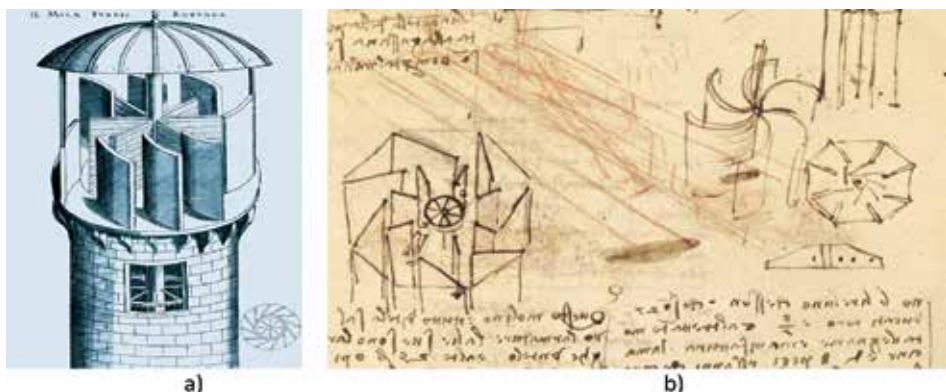
Prvu industrijsku žičaru za prijevoz tereta izgradio je 1644. godine Nizozemac Adam Wybe (1590. – 1652.). Imala je dva kabla duljine 200 m, sedam potpornih stupova i 120 košara. Prva suvremena žičara za prijevoz ljudi izgrađena je tek 1861. godine u Njemačkoj.



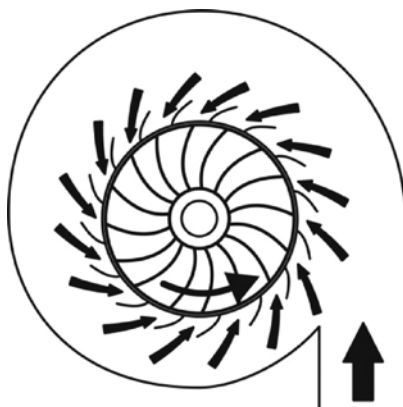
Slika 20.: Žičare u srednjovjekovnoj Europi – a) žičara u Francuskoj iz 1411., b) crtež prelaska preko rijeke s konjima (Conrad Kyeser, 1405.) [1]

4.4. Sustav statora i rotora

Iako je Leonardo da Vinci skicirao ideju statora i rotora kao koristan način usmjeravanja struje fluida i postizanje većeg momenata okretanja, slika 21b., Faust je tu ideju primijenio izradivši konstrukciju mlina vjetrenjače koja je mogla funkcionirati, slika 21a. Takva konstrukcija dotad nije bila zamisliva. Konstrukcija *mlina u okruglom tornju* (crtež br. 13) odgovara današnjim konstrukcijama za različite medije. Najčešće se ističe Francisova turbina koja koristi drugi medij – vodu, ali konstrukcija je u osnovi slična, slika 22.



Slika 21.: Stator i rotor – a) Faustov mlin u okruglom tornju, b) Leonardova skica statora i rotora

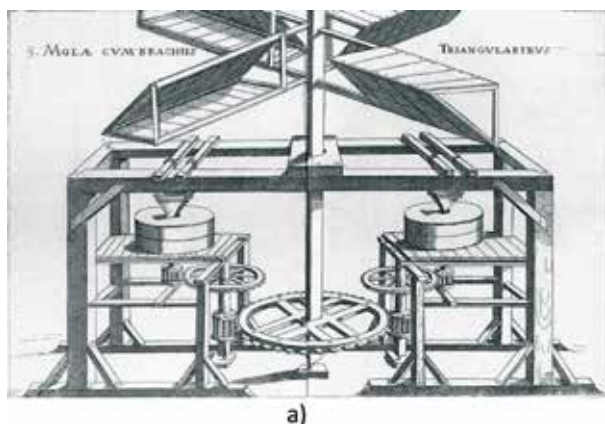


Slika 22.: Francisova turbina

Često se pogrešno navodi da je *mlin obješen na stijenu* (crtež br. 16) preteča Francisove turbine zbog zaobljenih lopatica te gornje i donje ploče koje drže te lopatice i čine vrstu kućišta. To nije točno jer su zaobljene lopatice uronjene u vodu konstruirali prije toga Leonardo da Vinci, Giovanni Branca i Agostino Ramelli [1].

4.5. Vjetromjer

Iz rješenja Faustove vjetrenjače *mlin s trokutastim krilima* (crtež br. 9, slika 23a.), nastala je poslije vjetrenjača, odnosno vjetroturbina Jamesa Blytha iz 1887. godine. Danas na tom načelu rade mjerači brzine vjetra odnosno vjetromjeri, slika 23b.



a)

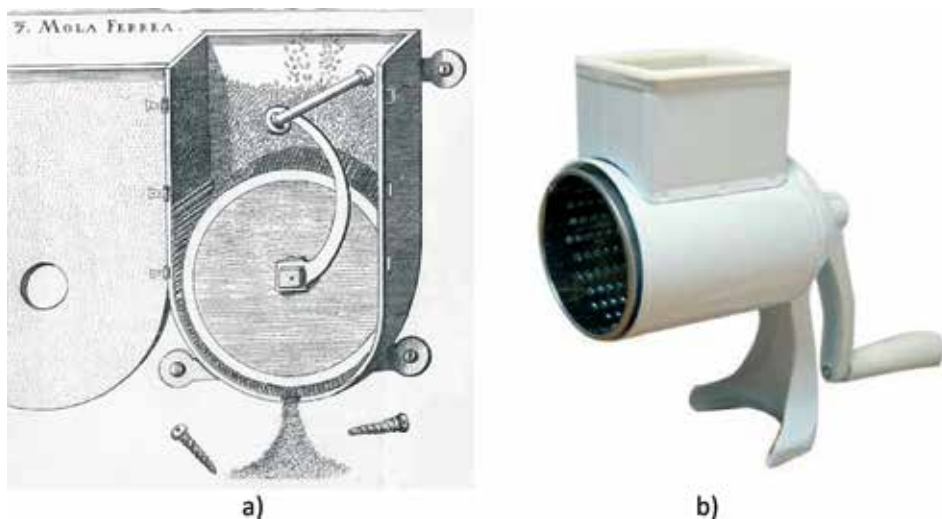


b)

Slika 23.: a) Faustov *mlin s trokutastim krilima*, b) vjetromjer

4.6. Ručni mlin za mljevenje orašastih plodova

Faust je želio izraditi prenosivi mlin za mljevenje žitarica kako bi ga se po potrebi (vojnih postrojbi) moglo premještati. Razradio je konstrukciju *željezni mlin* (crtež br. 7/1), slika 24a. Jednaka osnovna konstrukcija i danas se koristi za mljevenje orašastih plodova, slika 24b.



Slika 24.: a) Faustov *željezni mlin*, b) suvremeni ručni mlin za orašaste proizvode

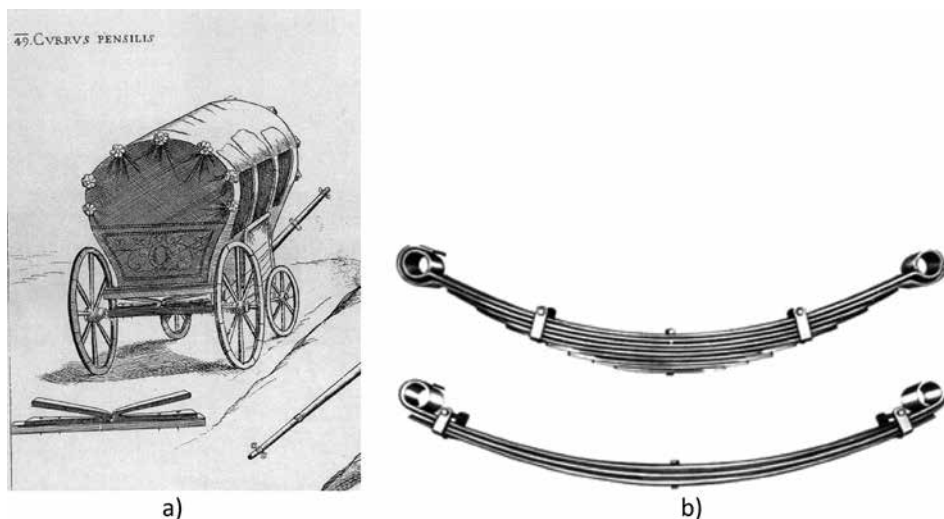
4.7. Lisnate opruge

Faust Vrančić dobro je upoznao neugodnosti koje prouzročuje neravna makadamska cesta, koristeći za prijevoz kočiju, jedino prijevozno sredstvo u to vrijeme. Da bi to otklonio, došao je na ideju da lisnato pero koje se koristilo kod uređaja za izbacivanje strelica primijeni kod kočija. U crtežu *viseća kola* (crtež br. 49) prikazao je svoju zamisao, slika 25a.

Lisnate opruge poslužile su potom za različite namjene, a najčešća je upravo za amortizaciju truskanja vozila. Doživjele su različite izvedbe, a jednu prikazuje, slika 25b.

4.8. Padobran

Može se tvrditi da je Faustov *leteći čovjek* (crtež br. 37) preteča suvremene verzije padobrana o čemu je više rečeno u prethodnom tekstu.



Slika 25.: Lisnate opruge – a) Vrančićevo viseća kola, b) lisnate opruge na vozilima

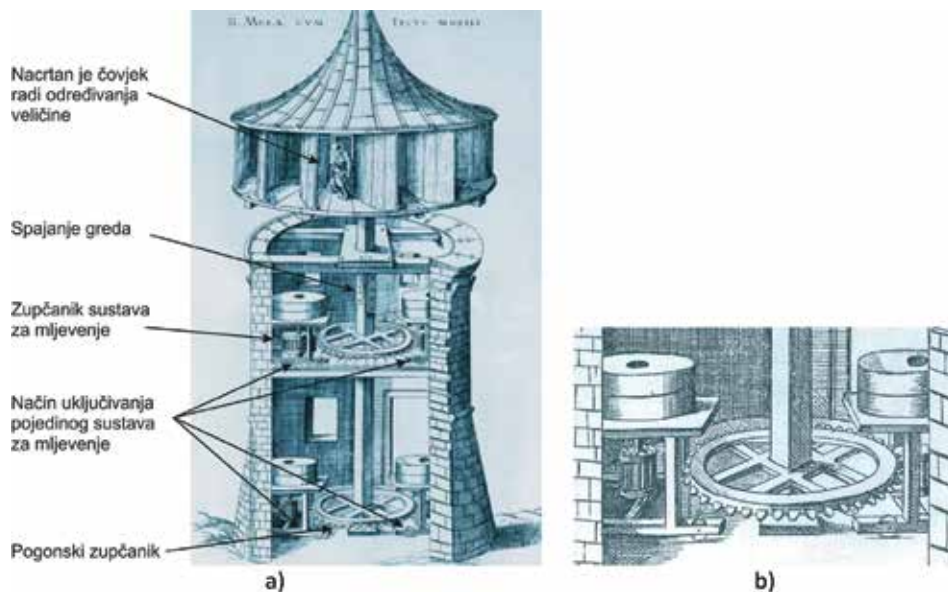
Vladimir Muljević tim izumima dodaje još dva. Smatra da je Vrančićevo rješenje *mlin postavljen na morskom tjesnacu* (crtež br. 17) preteča današnjih hidrocentrala na plimu i oseku, ali takvo je rješenje opisao još Marino di Jacopo 1438. godine. Drugo rješenje Fausta Vrančića, *kolo za bakrotiskare* (crtež br. 46), smatra se pretečom rototiska. Talijanski inženjer Vittorio Zonca bavio se tiskarskim strojevima i u knjizi *Novo Teatro di Machine et Edificii* izdanoj 1607. prikazao je tiskanje s pomoću valjka [1].

5. Interesantni detalji konstrukcija

Faust je svojim konstrukcijama pristupao vrlo promišljeno i stručno, može se reći inženjerski, vodeći računa o tehničkim detaljima. Kao primjer pokazat će se samo dvije konstrukcije.

5.1. Mlin s pomičnim krovom (crtež br. 11)

Prikazuje konstrukciju vjetrenjače s rotirajućim krovom, slika 26a. Da bi prikazao veličinu vjetrenjače i dijelova, ubacio je u rotor figuru čovjeka s pomoću koje se može dobiti njezina veličina. Vodio je računa i o snazi vjetra te razradio mehanizam uključivanja različitog broja sustava za mljevenje. U zahvat s pogonskim zupčanicima na dvjema razinama može se po volji

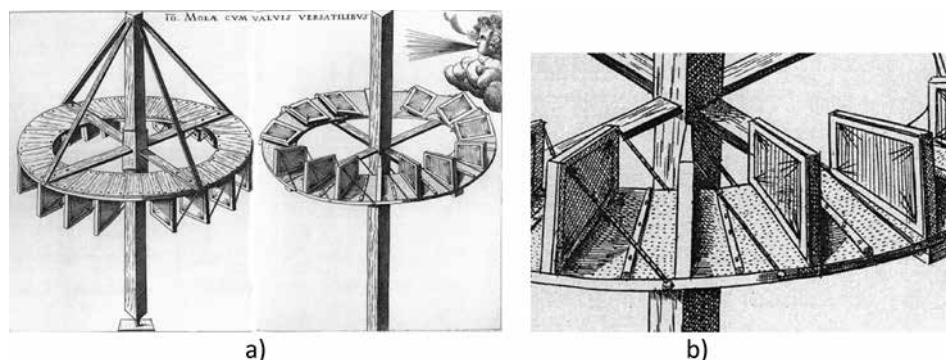


Slika 26.: a) Mlin s pomičnim krovom, b) način uključivanja sustava za mljevenje žita u zahvat s pogonskim zupčanicom

priključiti ukupno četiri takva sustava, slika 26b. Mislio je i na druge detalje, poput potrebe spajanja greda, jer je njihova duljina prevelika i sl.

5.2. Mlin s pomičnim krilima (crtež br. 10)

Primjer je gdje je Faust razmišljao o detaljima bitnim za funkcioniranje uređaja, slika 27a. Pomična krila koja su obješena (lijevi crtež na slici 27a.) zbog gravitacijske sile *čekaju spremna da uhvate vjetar*. U suprotnom smjeru



Slika 27.: a) Mlin s pomičnim krilima, b) detalj gornjih pomičnih krila

vjetar ih priljubljuje uz nosivo kolo. Lopatice koje su smještene na gornjoj strani (desni crtež na slici 27a.), zbog sile teže stalno su položene na nosivo kolo i vjetar ih mora podignuti u vertikalni položaj. Da bi omogućio vjetru zahvaćanje pomičnih krila, Faust je postavio letvice koje podižu rub krila i na taj način omogućuju vjetru da ih podigne, slika 27b.

Zaključak

Faust Vrančić jedna je od najznačajnijih povijesnih osoba u području, tehnike kao i lingvistike. Za nas tehničare on je naš hrvatski Leonardo, osoba koja je zadužila svijet svojim izumima, i omogućila nam saznanja o stanju tehnike tog doba. Nažalost, do nekoliko zadnjih godina nisu bili sustavno proučavani njegov život i djela. Četiristota obljetnica tiskanja knjige *Machinae novae*, kao i njegove smrti, potaknula je, nažalost, dosad zanemaren interes za njegova djela i njegovu ostavštinu u cjelini.

Nadam se da će nova istraživanja u području tehnike, ali i njegova života, upotpuniti naša saznanja o njemu i da će mu se njegov narod odužiti sveobuhvatnom monografijom, a također njegovim imenom obilježiti aerodrom u Trogiru jer po baki potječe i iz tog grada.

Literatura

- [1] Nikolić, G. (2016.): *Život i izumi Fausta Vrančića*, drugo dopunjeno izdanje, HATZ i POU, Zagreb 2016., ISBN 978-953-7076-24-5
- [2] Muljević, V. (2013.): *Faust Vrančić: prvi hrvatski izumitelj*, II. izdanje, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb, 2013., ISBN 978-6091-37-9
- [3] Vrančić, F.: *Novi strojevi*, pretpisak *Machinae novae* Fausti Verantii Scieni cum declaratione Latina Italica Hispanica Galica et Germanica, Venetiis cum Privilegiis, Novi Liber, Zagreb, 1993.
- [4] Frčko, M.: *Sjećanje na Fausta Vrančića*, dostupno na <http://www.hrcappuccino.org/articles/misc/Faust%20Vrancic.htm>, pristup 07. 08. 2013.
- [5] Livaković, I. (2003.): *Poznati Šibenčani*, Gradska knjižnica Juraj Šižgorić, Šibenik, 2003., ISBN 953-6163-72-1
- [6] Livaković, I. (2002.): *Tisućljetni Šibenik*, Gradska knjižnica Juraj Šižgorić, Šibenik, 2002., ISBN 953-6163-71-3
- [7] Muljević, V.: *Faust Vrančić*, dostupno na http://public.carnet.hr/zuh/do1874/nv17/nv17_1.htm#9, pristup 06. 10. 2014.
- [8] Prijatelj, K.: *Faust Vrančić i arhitektura*, Zbornik radova sa znanstvenog skupa Obitelj Vrančić u hrvatskoj književnosti i znanosti, Šibenik 12. – 14. rujna 1995., Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić", Šibenik, 2001., ISBN 953-6163-62-4, str. 45 – 62.

- [9] *Verantius, Faustus (also known as Fausto Vrancic or Veranzio)*, Charles Scribner's Sons, dostupno na <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830904464.html>, objavljeno 2008.
- [10] Ali, N. (2013.): *Forgotten Islamic History*, dostupno na <http://www.forgottenislamichistory.com/2013/11/abbas-ibn-firnas-worlds-first-pilot.html>, objavljeno 03. 11. 2013.
- [11] White, L. (1978.): *Medieval Religion and Collected essays, Centar 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.
- [12] *Prvi čovjek koji je letio*, dostupno na <http://dokazi.com/prvi-covjek-koji-je-letio/>, pristup 24. 08. 2016.
- [13] *List of works by Leonardo da Vinci*, dostupno na http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_works_by_Leonardo_da_Vinci, objavljeno 02. 02. 2015.
- [14] Lokas, L. (2016.): *Kreativno razmišljanje i Leonardo da Vinci*, dostupno na <https://www.fsb.unizg.hr/brodogradnja/UZIR-2016-Essay-Lea-Lokas.pdf>, objavljeno 18. 02. 2016.
- [15] *Ispred svog vremena – Leonardo da Vinci*, <https://nellacro.wordpress.com/2014/12/22/ispred-svog-vremena-leonardo-da-vinci/>, objavljeno 22. 12. 2014.
- [16] *Leonardo da Vinci, Images and Videos, Encyclopaedia Britannica*, dostupno na <https://www.britannica.com/biography/Leonardo-da-Vinci/images-videos>, pristup 05. 11. 2015.
- [17] Wilkins J. (1680.): *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.
- [18] Nikolić, G. (2016.): *Je li Faust Vrančić doista skočio s padobranom*, časopis EGE 4/2016., str. 132–133.
- [19] Nikolić, G. (2017.): *Letači Johna Wilkinsa među kojima nema Fausta Vrančića*, Zbornik radova KNU, Krivodol, 2017. [u tisku]
- [20] *Mariano di Iacopo, 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.
- [21] *Novi strojevi / Faust Vrančić*, dostupno na <http://db.nsk.hr/HeritageDetails.aspx?id=878>, objavljeno 2005.
- [22] Katalog Nacionalne i sveučilišne knjižnice, Baza podataka: Opac NSK01, Zagreb, (2012.) dostupno na http://katalog.nsk.hr/F/J5S8IJ92LLTPT5LCQ7FPQXCB2FE-3MJU3BDS1VKNH21CDHGBR58-05492?func=find-e&request=Machinae+novae&find_scan_code=FIND_NAS&adjacent=Y&x=48&y=12&filter_code_1=WLN&filter_request_1=&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=&filter_code_4=WFM&filter_request_4=&filter_code_5=WSL&filter_request_5, pristup 10. 10. 2014.
- [23] Nikolić, G.: *Nove spoznaje o životu i izumima Fausta Vrančića*, predavanje s PP prezentacijom na tribini Hrvatskog društva za sustave, Croatian Systems Society – CROSS, Zagreb 09. 11. 2016.
- [24] Mrnavić, I. T.: *Govor na pogrebu Fausta Vrančića* (prijevod s latinskog O. Perić), Gradska knjižnica "Juraj Šižgorić" Šibenik, 1993., UDK 871-5-862

New insights into the life and inventions of Faust Vrančić

Gojko Nikolić

Abstract: This paper describes a part of recent research about the life and work of Faust Vrančić. It answered the question whether there are more editions of the book *Machinae novae* or not, when the book is published, who was the author of drawings in the book. The statement about his sky-diving, which allegedly wrote English scientist Dr J. Wilkins in 1648, was thoroughly investigated. Allegations that Faust plagiarized some solutions were rejected. The paper proved that his drawings represent a significant technical improvement and no plagiarism, despite certain similarity with the solutions of his predecessors or contemporaries. Additionally, the inventions made by Faust Vrančić that have had a significant impact on solutions in modern technology are listed and specifically described.

Key words: Faust Vrančić, *Machinae novae*, *Homo volans*, inventions

Josip Moser

Antun Vrančić

Diplomat, književnik, kardinal, nadbiskup,
primas ugarski, odgojitelj Fausta Vrančića

Sažetak: Antun Vrančić bio je stric hrvatskog izumitelja i pisca Fausta Vrančića. Važna osoba europske kulture XVI. st., tajnik kraljeva i careva, diplomat i pregovarač s Osmanlijama koji tad prodiru u Europu, ali i visoki crkveni dužnosnik, nadbiskup i primas ugarski. Domoljub, književnik i pjesnik, latinist, ali i odgojitelj nećaka Fausta.

Ključne riječi: Antun Vrančić, diplomat, tajnik Hrvatsko-Ugarskog kraljevstva, pregovarač s Osmanskim Carstvom, književni rad, nadbiskup u Požunu, primas ugarski

1. Osnovno o Antunu Vrančiću

Antun Vrančić rođen je 29. svibnja 1504. u Šibeniku, u znamenitoj plemićkoj obitelji koja je pripadala starom hrvatskom plemstvu, ali plemstvo joj je priznavao i Venecija, kao i Hrvatsko-Ugarsko Kraljevstvo te Austrija. Obitelj je bila bogata i imala je posjede kraj jezera Vrane i na otoku Zlarinu. U mladosti je u rodnom gradu učio grčki i latinski kod znamenitog humanista Ilije Tolimerića. Njegov rođak po majci, hrvatski ban Petar Berislavić, brinuo se o njegovu odgoju te ga 1520. pozvao k sebi u Ugarsku. Kako je Berislavić te godine umro, brigu o Antunu preuzeo je njegov ujak Ivan Statilić, koji je bio vrlo ugledan u ugarskim crkvenim krugovima. Šalje Antuna na školovanje u Padovu, a četiri godine poslije, nakon Italije, nastavlja obrazovanje u Beču i Krakovu. Kako je Ivan Statilić 1528. postao erdeljski biskup i savjetnik na dvoru Ivana Zapolje, poziva Antuna



Slika 1.: Antun Vrančić, stric i odgajatelj Fausta Vrančića

Vrančića da mu bude tajnik. Samo dvije godine poslije, 1530., Ivan Zapolja imenuje Antuna Vrančića svojim tajnikom i savjetnikom na dvoru i to je početak njegove diplomatske karijere. Zbog toga, premda je završio teološke nauke, Antun Vrančić nije rukopoložen za svećenika. Treba znati da se u njegovo doba koristio latinski jezik pa su česti latinizirani oblici njegova prezimena: *Vrancius*, *Vrantius*, *Verantius*, *Verancius*, *Veranti*, *Wrancius*, *Werantius*.

U službi kralja Ivana Zapolje, koji je umro 1540., i njegove žene kraljice Izabele, ostao je Antun Vrančić punih dvadeset godina, do 1550. godine. U tih dvadeset godina, što zbog političkih, što zbog crkvenih misija, ali i po vlastitoj želji, Vrančić je proputovao cijelom Europom. Zbog prikupljanja potpore kralju vezano uz sukob s Osmanlijama, više je puta bio u Rimu, Parizu, Nizozemskoj, Austriji. Vrančić je 1546., nakon povratka iz Francuske, posjetio rodni Šibenik i ostao tri mjeseca, ali u njega se poslije toga nikad više nije vratio.

U to su doba Osmanlije sve žešće nadirali u Europu. Ujedno su izbili sukobi između Ivana Zapolje i Ferdinanda. Habsburškog. Nakon smrti Ivana Zapolje 1540. godine nastale su velike trzavice u Erdelju oko nasljedstva krune.



Slika 2.: Faust Vrančić, nećak Antuna Vrančića

Hrvatsko plemstvo također se podijelilo na pristalice jednih i drugih. Tako se Vrančić počeo osjećati nepoželjnim, a usto je glavnim savjetnikom kraljice Iza-bele postao Juraj Utješenić. S njim je Vrančić bio čas u prijateljstvu, čas u žestokim svađama. Vrančić zato koristi diplomatsko putovanje u Beč 1549. godine i ostaje kod hrvatsko-ugarskog kralja Ferdinanda I. te postaje njegov tajnik. Kad se kralj uvjerio u njegovu odanost i marljivost, te nesumnjive diplomatske sposobnosti, imenovao ga je biskupom u Pečuhu i svojim diplomatskim savjetnikom. Iste godine povjerio mu je poslanstvo k sultanu Sulejmanu radi pregovora o miru. Vrančić iz Beča preko Krakova, Slovačke, Bugarske putuje u Carigrad, gdje će provesti pune četiri godine te nekoliko mjeseci (1555.) u Maloj Aziji. Rezultat je preliminarni mir, te po povratku Ferdinand Vrančića imenuje biskupom jegarskim i kraljevskim savjetnikom.

2. Diplomatska aktivnost Antuna Vrančića

Nakon osmanlijske provale u Slavoniju i Ugarsku i Bitke kod Sigeta, kad je ondje, tijekom opsade Sulejman umro, Ferdinandov sin i nasljednik Maksimilijan II. šalje Vrančića da na čelu poslanstva otputuje u Osmansko Carstvo radi sklapanja mira sa Selimom II. To je 1568. uspješno obavio i nakon teških pregovora s Mehmed-pašom Sokolovićem sklopio ugovor o osmogodišnjem miru. Zanimljivo je da je Vrančić sa Sokolovićem pregovore vodio na

hrvatskom jeziku te je i zapisao: “Na sultanovom dvoru svi govore našim ilirskim jezikom, te se dobro razumimo!”

Nakon povratka s pregovora, kralj mu je dodijelio najvišu čast – postao je nadbiskup ostrogonski i primas ugarski te dvorski kancelar. I tek je te godine 1569. slavio svoju prvu misu i bio rukopoložen za svećenika. U Trnavi je odslužio prvu pravu pjevanu nadbiskupsku misu.

Tri godine poslije, 1572., Antun Vrančić postiže vrhunac moći u Ugarskoj i Hrvatskoj. Postao je kraljev namjesnik. Gotovo cijelu tu godinu proveo je u Požunu (Bratislavi), gdje je okrunio Maksimilijanova sina Rudolfa za hrvatsko-ugarskog kralja te održao pozdravni govor. Požun (katedrala sv. Martina) bio je krunidbeni grad hrvatsko-ugarskih kraljeva od 1563. do 1848. godine. Tu je krunjeno 12 kraljeva i jedna kraljica (Marija Terezija) i samo jednom je Hrvat bio krunitelj (Antun Vrančić).

Vrančić je u Požunu 23. veljače 1573. napisao caru Maksimilijanu znamenito pismo o Seljačkoj buni Matije Gupca. Istodobno je pripremao prenošenje ostrogonskog nadbiskupstva u Trnavu jer su Ostrogon osvojili Osmanlije. Tako je Trnava postala duhovno i crkveno središte Ugarske i Hrvatske. Trnava je presudna i za Vrančićeve posljednje dane života. Crkvene poslove obavljao je u Trnavi, državničke u Požunu (Bratislavi), a namjesničko sudovanje u Prešovu, kamo je redovito putovao preko Košica. U Prešovu je 28. svibnja 1573., dan prije svojeg rođendana, napisao oporuku. Istog je dana primio papino pismo o imenovanju kardinalom. Kardinalski šešir trebao ga je dočekati u Trnavi, ali umro je u Prešovu 15. lipnja iste godine.

U oporuci je naveo da želi biti pokopan u Trnavi i želja mu je ispunjena: prevezli su ga u Trnavu i pokopali u crkvi sv. Nikole. Desno od glavnog oltara, u posebnoj su kapeli njegovi nećaci na grobu postavili kameni spomenik s velikim natpisom na latinskom jeziku:

ANTONIO VERANTIO ARCHIEPISCOPO STRIGONIENSI
PRIMATI. LEGATO. CONSILIARIO. CANCELLARIO.
AC LOCUMTENENTI IN HUNGARIA. itd.,

a na dnu ploče:

NATUS SIBENICI. OBIT EPERIESI. ANNOS NATUS
69. DIES 16.
MDLXXIII. XVII. KAL. SEXTIL.

Na natpisu su najprije nabrojene njegove časti: nadbiskup ostrogonski, primas, savjetnik, kancelar itd. Zatim se ističu njegova čestitost, darežljivost, rječitost i značajno iskustvo. Potom se kaže da je u ime kralja Ivana obavio poslanstva gotovo kod svih kršćanskih vladara, a u ime careva Ferdinanda i Maksimilijana kod

osmanlijskih vladara Sulejmana i Selima, i to uz najveću pouzdanost i zdušnost. Sve je državne poslove obnašao najčasnije i silno je zaslužan za cijelo kršćanstvo.

Tako je Antun Vrančić svoj posljednji mir našao u srcu Europe, u Slovačkoj, u Trnavi, premda je rođen na jugu Hrvatske u Šibeniku. Bio je srcem istinski Hrvat, dok je životom bio potpuni Europljanin i veliko ime XVI. stoljeća. Danas nema niti jedne svjetske enciklopedije u kojoj nije spomenut. Istina, neki će ga smatrati Talijanom, neki Mađarom, neki Austrijancem itd. Njegov nećak Faust Vrančić, sin njegova brata Mihovila, poslije biskup u Veszprému, na Balatonu, kojeg je Antun školovao u Padovi, Parizu i Beču, objavio je 1575. u Bratislavi 1575. životopis svojeg strica (*Vita Antonii Werantii*).

Vrijeme Antunova života (1504. – 1573.) bilo je puno burnih događaja, a bio je i suvremenik brojnih znamenitih osoba. Za njegova života dogodila se Bitka kod Mohača i poraz hrvatsko-ugarskog kraljevstva, pad Budima u osmanlijske ruke, potom gubitak Segeta i pogibija Nikole Šubića Zrinskog, Seljačka buna Matije Gupca, kao i Tridentski koncil. Potkraj života doživio je (1671.) i prvu kršćansku pobjedu nad osmanlijskim snagama u Bitki kod Lepanta. Vrančić je bio suvremenik Erazma Roterdamskog i Martina Luthera, s kojima se dopisivao. Nekim je svojim tekstovima, zbog jakog intelekta i misaonog radikalizma, bio čak i blizak Erazmu i Lutheru. Može se smatrati da je potaknuo rekatalizaciju Slovačke i Ugarske, da je u Slovačku i Gradišće poticao dolazak bjegunaca pred Osmanlijama, posebno Hrvata iz Slavonije, Bosne, Like i Dalmacije. U krugu oko Požuna (Bratislave) podignuta su 64 naselja u koja su doselili Hrvati iz Slavonije, posebno iz požeške doline, te iz doline rijeke Une, a njihovi potomci još čuvaju hrvatski jezik, vjeru i običaje.

Za Vrančićeva života izmijenila su se trojica vladara: Ivan Zapolja, Habsburgovci Ferdinand i Maksimilijan, te jedanaest papa – od Julija II. do Grgura XIII. Smatran je velikim poznavateljem Orijenta (Levanta) i islamske vjere, tako da su pape i drugi dostojanstvenici često smatrali njegovo mišljenje najkompetentnijim. Evo mali primjer, u vezi s Levantom napisao je pjesniku Sambockom:

“Vrlo mi se svidio prelijepi hvalospjev, kako proznim tako i pjesničkim o razbijanju turskih snaga u korintskom zaljevu. Ali jao! kamo si se tako naglo zanio pa se osmilio tu pobjedu tako uzveličati te tvrdiš da je već uništena sila Turčina?!”

Vrančić u nastavku pisma dokazuje kako se velika moć, kakva je osmanlijska, ne može do kraja uništiti samo jednim njezinim porazom. To je, doduše, bila velika pobjeda kršćana, ali još će mnogo muke i pomoći Božje trebati da se potpuno porazi tako snažan neprijatelj. Vrančić čak sumnja da će trebati niz stoljeća da se osmanlijski osvajači istjeraju iz Europe, a da će islam pustiti za uvijek korijene i u Europi.

3. Književni rad Antuna Vrančića

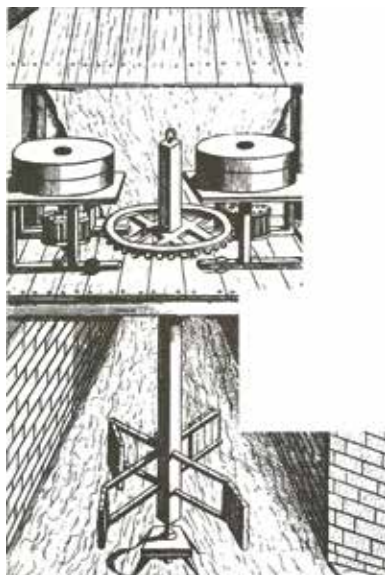
Osim spomenutih Erazma i Luthera, Antun Vrančić poznavao je niz književnika i uglednih osoba i dopisivao se s njima: Montaigne, Camões, Cellini, Rabelais, Janus Secundus, Calvin, Kochanowski, Palario, Aldo Manuzio, Philip Melanchthon, kardinal A. Farnese, N. Olah, Mehmed-paša Sokolović. Od Hrvata to su bili M. Držić, P. Zoranić, L. Paskaljević, H. Lucić i P. Hektorović od starijih, te S. Brodarić, ban N. Zrinski, P. Gregorijanec, biskup i ban J. Draško-vić, I. Statilić i drugi.

Rezultat svih tih dopisivanja, a i njegova cjelokupna stvaranja, jesu *Pisma (Epistolae)* oko 450 pisama, knjiga koja obuhvaća korespondenciju od 1538. do 1573. U njima se očituje duboko i svestrano obrazovan humanist, istančan diplomat i crkveni prelat u burama života, častan čovjek, zaštitnik rodbine, pa čak i ljubavnik. Većina pisama, premda su neka i službena, jesu po tonu duboko individualna, puna raznovrsnih osjećaja i misli. Ima tu i patetike angažiranog javnog radnika, s usponima i padovima u životu i u mislima, od ironije i taštine do ushita radosti ili gorčine i tankoćutnosti. Knjiga je nakon Vrančićeve smrti bila veliki *hit*, ne samo na latinskom, nego i u prijevodima na njemački, talijanski i francuski. Original se čuva u Trnavi. Nema prijevoda na hrvatski jezik.

Putovanja u Carigrad i Malu Aziju do Sulejmana i Selima opisao je, na hrvatskom jeziku, u svojem dnevniku. Tekstovi su pretočeni u putopis *Do Carigrada i natrag* koji je na latinskom i njemačkom tiskan u Beču i Pragu. Ta je knjiga otvorila oči kršćanskoj Europi, upoznala ih s Osmanskim Carstvom i islamom. Bila je vrlo tražena, a rukopis se čuva u Nacionalnoj knjižnici (Országos Széchényi Könyvtár) u Budimpešti. Nema prijevoda, a niti interesa, da se tiska na hrvatskom jeziku.

Antun Vrančić ponešto je pisao i na talijanskom te mađarskom jeziku, uglavnom pjesme i epigrame. Na hrvatskom je sačuvana samo *Molitva*, koju složi i govori svaki dan. To je znamenita *Šibenska molitva*, koju je napisao za samostan klarisa u Šibeniku, u kojem je njegova sestra bila opatica. Molitva je objavljena mnogo kasnije (1699.) u *Nauku kršćanskom* Ivana Tomka Mrnavića. Od pjesama Antuna Vrančića objavljene su *Otia (Pjesme u dokolici)*, u Krakovu 1742. godine. To je zbirka od 41 pjesme na latinskom, većinom epigrama političke, kulturno-književne, autobiografske i ljubavne tematike. Nema prijevoda na hrvatski.

Vrančić je skupio i pisma koje je pisao prijatelju Manuziju u Padovu, pišući upute o odgoju nećaka Fausta koji je kod Manuzija stanovao dok je studirao. Ta su pisma objavljena u Veneciji pod naslovom *Upute za odgoj mladića*. Prva je to knjiga koja se odnosi na pedagogiju i odgoj, posebno bonton, i bila je popularna u Europi. Utjecala je na to da je gotovo stotinu godinu poslije engleski lord i državnik Chesterfield napisao knjigu *Dragi sine* s uputama o odgoju mladog čovjeka, u obliku pisama koje lord piše svojem nezakonitom sinu.



Slika 3.: Faustov mlin

U prozi Antuna Vrančića ima političkih spisa, radova iz povijesti hrvatske i ugarske crkve, o događajima nakon smrti Matije Korvina 1490. godine, ali i djela putopisne, geografske i etnografske tematike. Od njegovih govora, pisanih biranim retoričkim stilom, nije se mnogo sačuvalo. Zanimao se i za arheologiju. Prikupljao je i obrađivao rukopise drugih. Posebno je volio Cicerona i njegove govore, a smatralo se i da je bio njegov najveći poznavatelj.

Da ilustriramo stil Vrančićeva pisanja, citirajmo dio vrlo dugog, ali i sentimentalnog pisma prijatelju Stjepanu Radecu, varadinskome biskupu, koji se potkraj života povukao u rodnu Slovačku. U ranu jesen 1568. on piše:

“Zavidim ti, prijatelju, što možeš daleko od poslova trajati mirne dane u blagoj samoći. Pa ipak nisi nikad osamljen! Tebe okružuje u Karpatima blaga živahna priroda sa svojim šumskim stanovnicima i pjevačima. Meni starcu ne da sudbina da kod svog Znjia, također u Karpatima, otpočinem i uživam samoću, daleko od gradova i dvorova. Sit sam svjetskih časti i slave. Težim već za nebeskim stanom.”

I na kraju, još jedan podatak iz njegove oporuke. Naime, među različitim vrednotama, od obuće i namještaja do novca i ponešto nakita, svojim je nasljednicima ostavio knjižnicu. Poslije će tu knjižnicu njegov nećak Faust ostaviti spomenutoj budimpeštanskoj knjižnici. U oporuci Antun je napisao da ako se među njima nađe koja heretička knjiga, neka je spale, ali djela Martina Luthera neka se predaju crkvi sv. Nikole u Trnavi da posluže – za pobijanje krivovjernika!

Zaključak

Nadam se da sam prikazom života i rada Antuna Vrančića opravdao zaključak da je svoj posljednji mir našao u srcu Europe, u Slovačkoj, u Trnavi, premda je rođen na jugu Hrvatske, u Šibeniku. Bio je srcem istinski Hrvat, dok je životom bio potpuni Europljanin i veliko ime XVI. stoljeća. Ipak, nije lijepo što je u Hrvatskoj gotovo potpuno zaboravljen. Vrijedilo bi početi prevoditi i izdavat njegovu radove.

Literatura

- [1] Faust Vrančić, *Vita Antonii Werantii*, Požun, 1575. [Országos Széchényi Könyvtár, Budimpešta]
- [2] Agneza Szabo, *Antun Vrančić*, Predavanje Radio Marija, travanj 2016.
- [3] Grupa autora, *Znameniti Hrvati*, Matica Hrvatska, Zagreb, 1925.
- [4] Hrvatska enciklopedija, *Antun Vrančić*, HEMK, Zagreb, 2005.

Antun Vrančić

Diplomat, writer, Cardinal and Archbishop,
Prince-Primate of the Croatia-Hungarian Kingdom

Josip Moser

Abstract: Antun Vrančić was an uncle of the first famous Croatian inventor and writer, Faust Vrančić. As one of the most important people in European culture of the 16th century, Antun Vrančić was highly educated and involved in many different activities. He was secretary to kings and emperors, and a diplomat and negotiator with the Turks, who were advancing into Europe at that time, but he was also a high-ranking Church prelate, Archbishop and Prince-Primate of the Croatia-Hungarian Kingdom. He was also a writer and a poet, a great Croat, Latinist, and also raised his nephew Faust.

Key words: Antun Vrančić, diplomat, writer, Archbishop, secretary in the Croatia-Hungarian Kingdom, Prince-Primate of the Croatia-Hungarian Kingdom, Požun, teacher of Faust Vrančić

Marijana Borić

Marko Antun de Dominis – fizičar na pragu novovjekovlja

Sažetak: Marko Antun (Markantun) de Dominis, istaknuti fizičar, matematičar, filozof i pisac teoloških djela, djelovao je na prijelazu iz XVI. u XVII. stoljeće, u razdoblju kad se u području koje danas ubrajamo u prirodne znanosti zbivaju velike promjene. Nasuprot tradicionalnom Aristotelovskom pristupu, u istraživanja prirode uvodi se novi pristup, nove metode uz primjenu pokusa i motrenja. Premda je Dominis temeljno pripadao aristotelovcima, koristio se i novim pristupom, u prvom redu pokusom i primjenom matematike. Njegova optika te dokazivanja da Zemlja ima sferni oblik sadrže geometrijske izvode i matematička zaključivanja što ga, bez obzira na tradicionalno polazište, približava tendencijama novovjekovne znanosti.

Ključne riječi: Marko Antun de Dominis, optika, duga, plima i oseka mora, Aristotelova peripatetička filozofija, pokus, primjena matematike

Uvod

Marko Antun (Markantun) de Dominis (1560. – 1624.), istaknuti je fizičar, matematičar, filozof i pisac teoloških djela s prijelaza iz XVI. u XVII. stoljeće. Rođen je u Rabu, u uglednoj plemićkoj obitelji. Tijekom života bio je isusovac, potom senjski biskup, splitski nadbiskup, primas Dalmacije i Hrvatske te windsorski dekan.

Obrazovanje je započeo u rodnom Rabu, a u dobi od dvanaest godina nastavio u isusovačkom Ilirskom kolegiju u Loretu. Godine 1579. u Novellari je ušao u isusovački red. U Veroni potom studira filozofiju te predaje književnost.

Od 1587. do 1591. u Padovi studira teologiju, a istodobno je i lektor matematike i prirodopisa.¹

1. Početak znanstvenog rada

Dominis je napisao koncept za oba svoja fizikalna djela još u vrijeme dok je predavao matematiku u padovanskoj isusovačkoj gimnaziji. Tad napisana djela s vremenom je dopunjavao te ih objavio dvadesetak godina poslije, u vrijeme kad je obnašao dužnost splitskog nadbiskupa i nosio naslov primasa Dalmacije i Hrvatske. Pisanje djela potaknulo je njegovo istraživanje optike kojom se intenzivno bavio za vrijeme studija u Padovi.²

Na kasnije dopunjavanje i objavu tog djela Dominisa je potaknulo Galilejevo otkriće dalekozora 1609. godine.³ Prvo je tiskao spis naslova *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride* (*Rasprava o zrakama vida i svjetlosti u lećama i dugi*, Venecija 1611.), u kojem raspravlja o teoriji leća, dalekozora i duge. Zbog činjenice da je Dominis pisao djelo dvadesetak godina prije objavljivanja, mnogi su zaključivali da je poznao dalekozor i prije nego je ta sprava pronađena.⁴ Međutim, s obzirom na to da je s vremenom djelo proširivao te ga objavio nakon otkrića dalekozora, tu tvrdnju nije moguće dokazati. Ako se u općim crtama želi izložiti najvažniji Dominisov doprinos u tom djelu, onda se to odnosi na njegovo teoretsko objašnjenje dalekozora i zaključak da je povećanje slike predmeta ovisno o povećanju vidnog kuta, koji je prethodno ispravno definirao.⁵

Radeći pokuse s lećama Dominis je stekao ispravnu, premda samo kvalitativnu predodžbu o lomu zrake svjetlosti, te je proučavao teorijske uvjete uz koje bi leća djelovala kao Galilejev dalekozor. Prvi dio te rasprave smatra se jednim od prvih znanstvenih prinosa teoriji dalekozora. U istraživanjima se služio pokusom kao metodom propitivanja prirodnih zakonitosti, što se upravo u renesansi metodološki postupno uvodilo u istraživanja. Eksperimentirajući sa

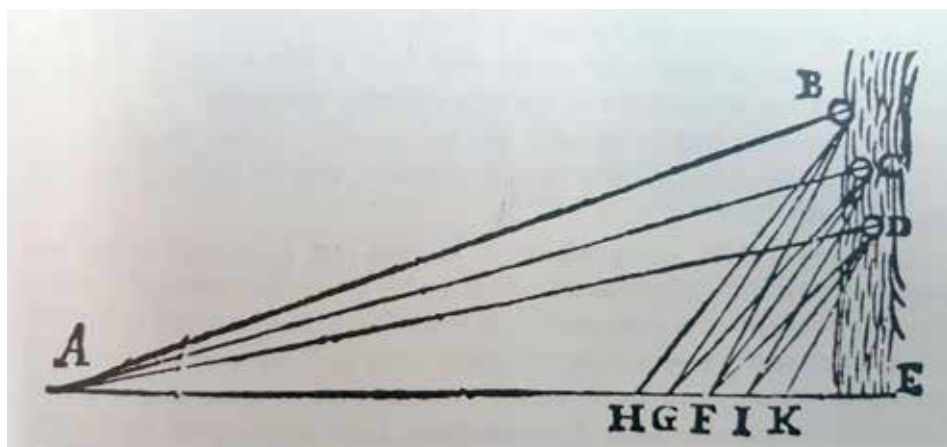
¹Vesna Tuđina Gamulin, "Dominis, Marko Antun de", *Hrvatski biografski leksikon* (ur. Trpimir Macan), Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 1993., str. 495.

²Žarko Dadić, "Dominis, Marko Antun de", *Hrvatski biografski leksikon* (ur. Trpimir Macan), Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 1993., str. 497.

³Zdravko Faj, "O fizikalnim raspravama M. A. Dominisa i mišljenju nekih istaknutih fizičara o njima", *Rapski zbornik*, Zbornik radova sa znanstvenog skupa o otoku Rabu, Zagreb, 1987., str. 359–354, posebno 360.

⁴Josip Torbar, "Ob optici Markantuna de Dominisa", *Rad JAZU*, knj. 43, Zagreb, 1878., str. 196–219, posebno 205.

⁵Žarko Dadić, *Hrvati i egzaktne znanosti u osvitu novovjekovlja*, Zagreb, 1994., str. 138–144.



Slika 1.: Dominisov crtež uz tekst o tumačenju postanka duge iz njegova djela *Rasprava o zrakama vida i svjetlosti u lećama i dugi*

staklenim kuglama ispunjenim vodom, utvrdio je da se svjetlost odbija i na unutarnjoj stijenci kišne kapi i tako protumačio nastanak unutarnjeg luka duge.

Dominisovo je tumačenje tijekom XVIII. i početkom XIX. st. doživjelo mnoge različite prosudbe, od pohvala Isaaca Newtona, Christiana Wolffa i J. W. Goethea do kritika Christiaana Hygensa, Ruđera Boškovića i Josepha Priestleyja. Newton, koji je posjedovao to Dominisovo djelo, dvaput ga spominje u svojem glasovitom djelu *Optics* (*Optika*) tiskanom u Londonu 1704. godine, pripisujući mu objašnjenje duge s pomoću dvaju odbijanja na unutarnjoj strani kapljice. Međutim, Newton je u tim navodima pretjerao opisujući Dominisove zasluge koje su zapravo pripadale Descartesu⁶. Ruđer Bošković je analizirajući Dominisova tumačenja vrlo oštar u kritikama. Smatrao je da je Dominis imao pogrešne predodžbe o lomu kad je držao da ostaje nelomljenih zraka kad je svjetlost jaka te da u tankom sloju vode nema loma.⁷ Većina autora je ipak razmatrajući Dominisova istraživanja smatrala da su bila vrijedan doprinos razvitku tog problema u njegovo doba.⁸ Dominisa spominje i Goethe u svojem prirodoslovnom spisu *Zur Farbenlehre*. Djelo je sadržavalo opsežnu povijest optike, u sklopu koje Goethe daje prikaz Dominisove optičke rasprave i kaže: “Ovim je djelom nevelika opsega Antun de Dominis postao čuvenim među istraživačima prirode, i to s pravom: ta tu se prepoznaje rad obaviještena čovjeka, dobro upućena u matematiku i fiziku, štoviše iskonskog motritelja”.⁹

⁶Žarko Dadić, *Hrvati i egzaktne znanosti u osvitu novovjekovlja*, Zagreb, 1994., str. 144–145.

⁷Žarko Dadić, isto, str. 145.

⁸Žarko Dadić, isto, str. 146.

⁹Ivica Martinović, “Johan Wolfgang Goethe”, *Znanost u Hrvata: Prirodoslovlje i njegova primjena*, Zagreb, 1996. str. 407.

2. Uspon u crkvenoj hijerarhiji

Dominis 1596. napušta isusovački red i nasljeđuje svojeg strica Antuna, senjskog biskupa, koji te godine pogiba kod Klisa. U tom razdoblju zbog potreba znanstvenog rada često boravi u Veneciji, Grazu i Rijeci, te ga optužuju da zanemaruje administraciju senjske biskupije. U Senju je Dominis imao neprilika jer su mletačke vlasti preko njega pokušavale riješiti probleme s uskocima. Vjerojatno potaknut time, 1602. odlazi u Rim i biva priman u Bratovštinu sv. Jeronima.¹⁰ Smatra se da primanje u bratovštinu pokazuje kako je bio na strani svojeg naroda, što mu je tim činom i priznato.

Imenovan splitskim nadbiskupom u studenom 1602., ubrzo seli u Split i nastavlja rad na području optike i filozofije. U to je vrijeme napisao recenziju *Logike* Fausta Vrančića, u kojoj se mišljenjem suprotstavlja Vrančiću te zastupa tradicionalni aristotelovski pristup logici. Za vrijeme boravka u Splitu dovršava spis *Rasprava o zrakama vida i svjetlosti u lećama i dugi* koji će 1611. objaviti u Veneciji. Potajno je radio na teološkom djelu *De Republica Ecclesiastica* (*O crkvenoj državi*) u kojem razvija ideje o osnovnom crkvenom jedinstvu, ali i oštro nastupa protiv ustrojstva Katoličke Crkve, daje kritiku papinstva i poriče mnoge dogme. Zbog tih stavova osuđivan je u katoličkim, ali i hvaljen u protukatoličkim zemljama.¹¹ Splitsko plemstvo i kaptol optužili su Dominisa poglavarima Katoličke Crkve, tvrdeći da se ogriješio o dogme i moral, te je naglo 1615. otputovao u Veneciju gdje je Vijeće desetorice odbilo izručiti ga Rimu.¹² Odbivši mirovinu koju mu je ponudila Rimska kurija, prekinuo je sve veze s Katoličkom Crkvom te je prvo otišao u Njemačku koja je u to doba bila središte protukatoličkog pokreta. Dominis je odbacivao radikalni protestantizam te se seli u London nadajući se prijateljskom prijmu na engleskom dvoru. Nakon saznanja o Dominisovu bijegu, u Rimu je javno spaljena slamom napunjena njegova oličina, a papa Pavao V. ustanovio je sudski postupak protiv njega “u odsustvu”.¹³

¹⁰Josip Burić, *Iz prošlosti hrvatske kolonije u Rimu*, Rim, 1966., str. 15.

¹¹O tome opširnije vidi u: Mirko Breyer, “Markantun de Dominis”, *Hrvatska enciklopedija*, sv. V, Zagreb, 1945., str. 188–189; Ivan Supek, Marko Antonije de Dominis – poruka mira, *Encyclopedia moderna*, god. II, br. 5–6, Zagreb, 1967., str. 111–118; Josip Turčinović, Markantun de Dominis iz teološke perspektive, *Encyclopedia moderna*, god. II, br. 5–6, Zagreb, 1967., str. 119–123. To Dominisovo djelo, za razliku od njegova doba kad nije bilo prihvaćeno u katoličkim krugovima, u novije se vrijeme potpuno drukčije prihvaća i interpretira, priznajući mu da se zalagao i za potrebu jedinstva svih kršćanskih crkava, za usmjeravanje djelovanja Crkve isključivo na duhovne ciljeve i za mir među narodima. Djelo je dobilo na vrijednosti tek danas, kad je Katolička Crkva prihvatila pojedine stavove koji su vrlo blizu Dominisovim idejama.

¹²V. T. Gamulin, isto, str. 496.

¹³Edo Pivčević, “De Dominis u Londonu”, *Forum*, br. 10–12, listopad–prosinac 2009., str. 1272.

3. Dominis u Londonu

Posebnu popularnost i uspon u Londonu doživljava 1617. nakon objavljivanja prvog sveska (knjiga 1–4) djela *O crkvenoj državi*.¹⁴ Prije objavljivanja djela *O crkvenoj državi*, Dominis je još na putu iz Venecije za London svojevrsan sažetak svojeg glavnog djela objavio u obliku pamfleta naslova *Consilium profectionis* i tiskao ga u Heidelbergu (potom više puta pretiskan), da bi ga zatim kao cjelinu pretiskao i stavio kao uvod u djelo *O crkvenoj državi* koje posvećuje kralju. Premda su oba djela stavljena na Indeks zabranjenih knjiga, u Londonu su dobro primljena, ne samo na dvoru i u Anglikanskoj crkvi, nego i u cijeloj engleskoj javnosti. Na Cambridgeu mu je svečano dodijeljen doktorat iz teologije čime je postao prvi Hrvat koji je stekao tu titulu na nekom engleskom sveučilištu.¹⁵ Da bi mu osigurali prihode, bio je imenovan ravnateljem zadužbine Savoy u Londonu.¹⁶ Kralj Jakov I. imenovao ga je 18. svibnja 1618. kao uglednog teologa dekanom kraljevskog kaptola u Windsoru. To je vrhunac Dominisova uspona u Londonu, čime je postao i kraljev privatni kapelan, što mu je donijelo novi status, ugled i utjecaj. Stekao je položaj koji je bio u rangu biskupa i osigurao mu mjesto na dvoru, a zauzvrat je morao položiti formalnu prisegu kralju, prihvaćajući njegovu jurisdikciju ne samo u svjetovnim, nego i u crkvenim pitanjima. Prisegom je tako postao članom Anglikanske crkve. De Dominis je položaj windsorskog dekana zadržao sve do ožujka 1622., kad je kratko prije odlaska iz Londona na taj položaj podnio ostavku.¹⁷

4. Istraživanja o plimi i oseki mora

U Londonu je nastavio rad i na fizikalnim problemima. Već je znatno prije, dok je predavao u Padovi, koncipirao djelo *Euripus seu de fluxu et refluxu maris sententia* koje se uglavnom bavi problemima morske plime i oseke. Osim toga, veliki dio djela zauzimaju Dominisova razmatranja o obliku Zemlje, što se u to doba često javljalo u knjigama koje se bave plimom. Na prijelazu iz XVI. u XVII. st. problem plime i oseke mora, premda su se znale mnoge pojedinosti, bio je još uvijek daleko od rješenja. U tom je smislu i Dominisovo djelo jedan je od pokušaja rješenja problema u sklopu Aristotelove peripatetičke filozofije.¹⁸

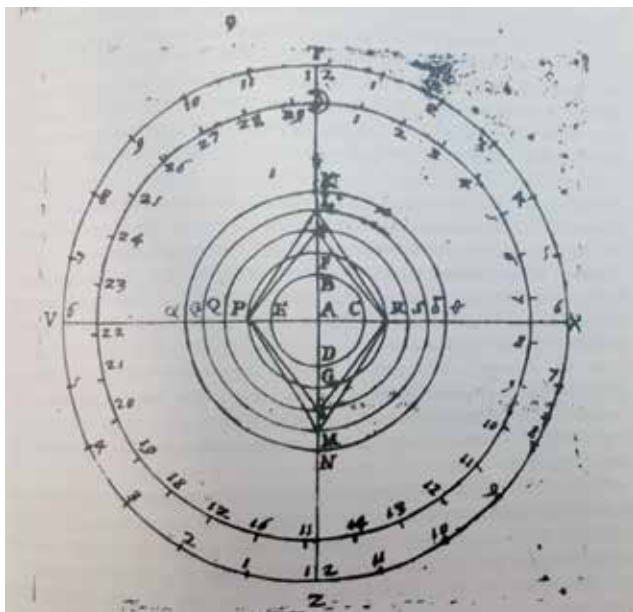
¹⁴Djelo je ukupno tiskano u tri sveska: drugi svezak (knjiga 5 i 6, London 1620., pretiskana iste godine u Frankfurtu na Majni, treći svezak (knjiga 7 i 9, u Hanauu 1662. i u Frankfurtu na Majni 1658.). Osmi i deseti knjiga nedostaju i nije poznato što se s njima zbilo.

¹⁵V. T. Gamulin, isto, str. 496.

¹⁶E. Pivčević, isto, str.1281.

¹⁷E. Pivčević, isto, str.1281–1282.

¹⁸Ž. Dadić, isto, str. 146.



Slika 2.: Crtež koji prikazuje zbrajanje elevacija mora koje nastaje djelovanjem Sunca i Mjeseca iz Dominisova djela *Euripus seu de fluxu et refluxu maris sententia*

Dominis je u kontaktima s engleskim znanstvenicima postupno dopunjavao djelo. Istaknut položaj i stavovi koje je zastupao donose mu i protivnike u Anglikanskoj crkvi, posebno među radikalnim protestantima. Kralj Jakov I. nastoji ženinom svojeg sina ostvariti savez s katoličkom Španjolskom, što bi izmijenilo dotad povoljne prilike za Dominisa.¹⁹ Godine 1621. za novog je papu ustoličen Grgur XV. (Alessandro Ludovisi), koji je bio Dominisov učitelj i prijatelj. Vjerojatno potaknut takvim događanjima i na nagovor španjolskog poslanika u Engleskoj, koji je djelovao prema skrivenoj nakani inkvizicije, Dominis se vraća u Rim.²⁰ Nakon što se pokajao za djelovanje protiv Katoličke Crkve, dobio je oprost od pape Grgura XV. U Rimu se nastavio baviti fizikalnim pitanjima. Ondje je dovršavao započeto djelo *Eurip* ili *O plimi i oseci mora* te ga priredio za objavljivanje. Djelo je tiskano u Rimu 1624. godine, pred sam kraj Dominisova života. Pojave plime i oseke protumačio je uporabom transpolarne kružnice.²¹

Tumačenje ga je ponukalo na sustavno izlaganje razloga u prilog okruglosti Zemlje. Zemljinu plohu definirao je kao plohu koja se na razini mirnog mora proteže i kroz kopnene predjele.²² Predložio je također da se na globusu uvedu

¹⁹E. Pivčević, isto, str. 1284.

²⁰V. T. Gamulin, isto, str. 496.

²¹Ž. Dadić, isto, str. 148–153.

²²Ž. Dadić, isto, str. 146–153.

dva stalna bliska meridijana, tako da „(...) ako bi u istočnijem započeo dan Porođenja Gospodinova, u zapadnijem bi gotovo odmah počeo dan sv. Stjepana“.

Dominis je djelovao u vremenu kad se u znanosti zbivaju velike promjene. Nasuprot tradicionalnom aristotelovskom pristupu, u istraživanja prirode uvodi se novi pristup, nove metode uz primjenu pokusa i motrenja. Premda je Dominis temeljno pripadao aristotelovcima, koristio se i novim pristupom, u prvom redu pokusom i primjenom matematike. Njegova optika te dokazivanja da Zemlja ima sferni oblik sadrže geometrijske izvode i matematička zaključivanja, što ga bez obzira na tradicionalno polazište, približava tendencijama novovjekovne znanosti.²³

Dio njegova rada sadržan u neobjavljenim spisima ostaje zauvijek skriven. Naime, nakon smrti pape Grgura XV. godine 1623., ponovno je postavljeno pitanje Dominisova protukatoličkog djelovanja u Engleskoj. Papa Urban VIII. ponovno pokreće istragu te ga zatvara u travnju 1624. u Anđeosku tvrđavu u Rimu, gdje je nenadano obolio i iste godine preminuo. Prema osudi inkvizicije posmrtno je proglašen krivim 21. prosinca 1624., a sutradan su mrtvo tijelo, slika i svi spisi spaljeni na lomači na trgu Campo dei Fiori u Rimu.²⁴

Marko Antun de Dominis – a Physicist at the Threshold of Modern History

Marijana Borić

Abstract: Marko Antun de Dominis prominent physicist, mathematician, philosopher and author of theological works, who worked at the turn of the 16th to the 17th century at a time when great changes were happening in the field we today classify as natural science. In that time contrary to the traditional Aristotelian approach, the research of nature introduces a new approach, new methods with the use of experiments and observations. Although Dominis fundamentally belonged to the Aristotelian tradition, he used this new approach, primarily experiment and application of mathematics. Dominis optics, and his attempt to prove that the Earth has a spherical shape, containing geometric and mathematical reasoning, which regardless of his traditional starting point connects his work with the tendencies of modern science.

Key words: Marko Antun de Dominis, optics, rainbow, tide and ebb tide of the sea, Aristotle Peripatetic philosophy, experiment, application of mathematics

²³Opširnije vidi u Ž. Dadić, isto, 153–154.

²⁴V. T. Gamulin, isto, str. 497.

Darko Žubrinić

Školovanje Nikole Tesle u Hrvatskoj i njegov profesor Martin Sekulić¹

*Veoma sam se zainteresirao za elektricitet,
potaknut utjecajem svog profesora fizike,
koji je bio genijalan čovjek.
(Nikola Tesla: Moji pronalasci)*

Sažetak. Nikola Tesla pohađao je Veliku realku u mjestu Rakovac (koje je danas dio grada Karlovca) u Hrvatskoj, od 1870. do 1873., u dobi od 14 do 17 godina, gdje se nastava u to vrijeme održavala na njemačkom jeziku (osim za povijest i vjeronauk, koji su predavani na hrvatskom). Među njegovim profesorima osobito je važan Martin Sekulić, koji mu je predavao Elektrotehniku i Matematiku. Osim toga, Sekulić je bio aktivan istraživač, zbog čega je 1873. izabran za dopisnog člana Akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, u Odjelu za matematiku i prirodoslovlje. Sekulić je utemeljio fizikalni laboratorij na Velikoj realci, koji je ranih 1870-ih imao iznimno bogatu zbirku od čak 579 instrumenata. U svojoj *Autobiografiji* Tesla spominje Sekulićeve genijalne eksperimente u školi, što ga je već u ranoj dobi potaknulo da odabere elektrotehniku kao svoj životni poziv. Među nastavnim predmetima koje je Tesla slušao bio je i njegov materinski jezik, *Kroatische Sprache* (hrvatski jezik). Iznenaduje da je u toj školi Tesla imao čak do devet sati nastave matematike tjedno. Sve to pokazuje da je Nikola Tesla imao veoma dobre nastavnike te da je prošao temeljitu srednjoškolsku izobrazbu. U postojećim suvremenim monografijama i knjigama koje se bave Teslom, uloga Martina Sekulića u izobrazbi mladog Nikole gotovo je posve prešućena.

Ključne riječi. Nikola Tesla, Martin Sekulić, Velika realka, Rakovac, izobrazba, Karlovac, Hrvatska, Hrvatsko-slavonska Vojna krajina.

¹Kratka inačica članka napisana je 2015. godine, a znatno proširena 2017. godine.

1. Nikola Tesla i njegov profesor Martin Sekulić

Godine 1870. – 1873. Nikola Tesla je nakon završene niže realke u Gospiću, u dobi od 14 godina nastavio školovanje u iznimno kvalitetnoj Velikoj realci (točnije, u Carskoj i kraljevskoj velikoj realci) u Rakovcu. U ono se vrijeme ta škola (sadašnja Karlovačka gimnazija) nalazila blizu Karlovca, na lijevoj obali Korane, a danas je ta ista zgrada unutar grada, koji je u međuvremenu jako narastao. Nastava se u vrijeme Teslina školovanja odvijala na njemačkom jeziku (osim povijesti i vjeronauka, koji su poučavani na hrvatskom), ali je među školskim predmetima mladi Nikola Tesla slušao i polagao i predmet pod nazivom Hrvatski jezik (njem. *Kroatische Sprache*), koji je njegov materinski jezik. Iako je hrvatski jezik već od 1868. u svim krajiškim gimnazijama i realkama izjednačen s njemačkim, u Rakovcu se tek od 1874. cjelokupna nastava počela odvijati na hrvatskom jeziku. Dotad se hrvatski jezik predavao kao poseban predmet kao materinski jezik. Spomenimo da su osim Nikole Tesle tu gimnaziju u raznim razdobljima pohađali i još neki drugi istaknuti hrvatski intelektualci, kao npr. Ljudevit Gaj, Juraj Dobrila, Stjepan Radić i Rudolf Strohal (koji je poslije bio i njezin ravnatelj).

Posebno važan u Teslinu školovanju bio je već spomenuti profesor Martin Sekulić (1833. – 1905.), koji je predavao fiziku i strojarstvo, a vodio je i izvrstan fizikalni kabinet. Zna se da je taj kabinet bio opremljen s čak 579 (pet stotina sedamdeset i devet) sprava! Izvor tog važnog podatka je *Statistika nastave u kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji i hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini školske godine 1871.–72.*, objavljena u Zagrebu 1873. godine. Činjenica da je Nikola Tesla u svojim mladim danima imao priliku u rakovačkoj Velikoj realci vidjeti mnoge od tih instrumenata i s njima eksperimentirati, dosad je, čini se, bila potpuno prešućena.

Mladi je Nikola Tesla, oduševljen raznim živopisnim pokusima koje je izvodio Martin Sekulić, osobito s elektricitetom, postao njegov (neslužbeni) pomoćnik za njihovu pripremu i izvođenje. Možemo samo zamisliti kakva je to čast bila za mladog Nikolu. (Taj podatak navodi [Južnič], ali bi ga još trebalo potkrijepiti dodatnim izvorima.) Da je Martin Sekulić bio doista izvrstan stručnjak, govori nam to da je godine 1873., kad je Tesla završavao svoje školovanje u Velikoj realci u Rakovcu (danas Gimnazija Karlovac), postao dopisni član JAZU u Zagrebu (danas HAZU, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, osnovana u Zagrebu 1866.), i to u Akademijinu Odjelu za matematiku i prirodoslovlje. Bio je također i član Hrvatskog pedagoškog zbora u Zagrebu, a poslije i zastupnik u Hrvatskom saboru.

Tesla se pod utjecajem svojeg profesora Martina Sekulića odlučuje za studij tehnike, te već radi toga Martin Sekulić ima vrlo istaknuto mjesto u njegovu školovanju i buđenju interesa za znanstveno-istraživačke teme. I ne samo to.



Slika 1.: Državna realna gimnazija u Rakovcu (danas dio Karlovca), koju je od 1870. do 1873., tj. od svoje četrnaeste do sedamnaeste godine, pohađao Nikola Tesla

Nikola Tesla je nakon školovanja u Karlovcu, za studij tehnike i za kasniju karijeru bio izvrsno pripremljen.

Tesla je 24. srpnja 1873., na pragu punoljetnosti (točnije, u dobi od 17 godina) položio maturu na Rakovačkoj gimnaziji pred jedanaesteročlanom profesorskom komisijom (sic!). Evo koje je predmete polagao na maturalnom ispitu:

- Materinski jezik (hrvatski)
- Drugi živi jezik (njemački)
- Geografija i povijest
- Matematika
- Nacrtna geometrija
- Prirodopis
- Fizika
- Kemija
- Prostoručno risanje.

Martin Sekulić (1833. – 1905.), bio je, kao i njegov talentirani učenik Nikola Tesla, podrijetlom Ličanin, rođen u Lovincu, malom mjestu na obroncima zaleđa južnog Velebita. U vrijeme Sekulićeve rođenja Lovinac nosi ime Sv. Mihael; štoviše, u knjizi [Friedrich Gatti] navedeno je da je Sekulić “topnik, rođen 23. rujna 1833. u Sv. Michaelu u Hrvatskoj”, iz čega je vidljivo da je pohađao Carsku i kraljevsku topničku (tj. artiljerijsku) akademiju u Olomoucu



Slika 2.: Martin Sekulić, profesor matematike i fizike u Rakovcu (Karlovcu), jedna je od najvažnijih osoba tijekom cjelokupnog školovanja mladog Nikole Tesle

u Moravskoj (dio Češke), gdje je stekao temeljitu izobrazbu iz matematike i fizike; podrobnije vidi u [Vuković i Valent, str. 104].

Imenovan je 24. kolovoza 1863. dekretom ratnog ministarstva učiteljem Velike realke u Rakovcu, vjerojatno radi bolesti (ibid., str. 105). Unatoč tomu, Sekulić je bio aktivan član društva “Pokupski stol za tjelovježbu” u Karlovcu, a godine 1887. predsjedao je Godišnjoj skupštini tog društva. Godine 1873., u vrijeme Teslina školovanja u Rakovcu, bio je sudionik Kongresa slavenskih pedagoga održanog u Beču, gdje je uz Ivana Filipovića bio izabran u Narodno-sni odbor Hrvata (ibid., str. 105).

Prema [Vuković i Valent, str. 104], Sekulići bi mogli biti plemićkog podrijetla. Naime, u djelu [Ljubojević] spominje se da su Sekulići plemićki rod podrijetlom iz Senja, koji su nakon oslobođanja Like od Turaka doselili u te krajeve.

2. Nikola Tesla o svojem profesoru Martinu Sekuliću

Martin Sekulić bio je profesor matematike i fizike koji je mladog Nikolu Teslu tijekom njegova školovanja 1870. – 1873. u Rakovcu oduševio za elektricitet. Tesla u svojoj autobiografiji ističe da je Sekulić bio genijalan čovjek. Evo što Nikola Tesla piše u svojem životopisu o srednjoškolskim danima provedenim u Rakovcu od 1870. do 1873., tj. od svoje četrnaeste do sedamnaeste godine (izvor [Nikola Tesla, *Moji pronalasci*, str. 37]):

“Veoma sam se zainteresirao za elektricitet, potaknut utjecajem svog profesora fizike (kurziv D. Ž.), koji je bio genijalan čovjek, a često je demonstrirao osnovne zakone aparaturama koje bi sam izumio. Sjećam se jedne sprave u obliku staklenog balona, obavijenog staniolom, koji se brzo okretao kad je bio spojen s elektrostatičkim strojem. Ne mogu vam ni približno objasniti moje uzbuđenje dok sam bio nazočan njegovim pokusima s ovim tajanstvenim fenomenom. Svaki pokus proizveo je tisuće odjeka u mojem umu. Želio sam o toj izvanrednoj snazi saznati više; žudio sam za pokusima, za istraživanjem, ali predao sam se teška srca sudbini.”

Iako Tesla u navedenom odlomku ne spominje izrijekom ime svojeg profesora, nema nikakve dvojbe da je riječ o Martinu Sekuliću. Nastava se na rakovačkoj Velikoj realki u Teslino vrijeme odvijala na njemačkom jeziku, točnije do 1874., iako je još prije, 1868. godine, na svim krajiškim gimnazijama i realkama hrvatski jezik u nastavi izjednačen s njemačkim; vidi [Petešić, str. 29]. Rakovac je u to doba bio malo selo na lijevoj obali rijeke Korane, dok je danas dio Karlovca. Bivša Realka sad se zove Gimnazija Karlovac, a nalazi se na adresi Rakovac 4.

Martin Sekulić je, kao što je navedeno, bio je profesor matematike i fizike na Velikoj realnoj školi u Rakovcu, istaknut znanstveni pedagog i eksperimentator, dopisni član JAZU (danas HAZU) i narodni zastupnik u Zemaljskom saboru Kraljevine Hrvatske, Slavonije i Dalmacije. Podsjetimo da je Akademija znanosti i umjetnosti u Zagrebu osnovana godine 1866. (sedam godina prije nego što je Sekulić postao njezin dopisni član), u doba bana Josipa Šokčevića. Nešto poslije, 1874., osnovano je i Sveučilište u Zagrebu u doba bana Ivana Mažuranića, i to na temeljima nekadašnjeg isusovačkog sveučilišta u Zagrebu iz 1669. godine. Martin Sekulić objavio je kao srednjoškolski profesor nekoliko vrijednih radova na njemačkom jeziku (i u njemačkim časopisima) iz područja fizike, elektrotehnike i fizikalne kemije, koje ćemo vidjeti niže.

U [Južnič] se navodi da je Sekulić završio i pedagoški studij matematike i fizike u Pešti, međutim prema osobnoj informaciji Ivice Vukovića, to je malo

vjerojatno. Godine 1859./1860. Sekulić je prema navedenom izvoru bio jedan od asistenata na Državnoj realci u Pešti. U Pešti, koju je napustio nakon ljeta 1860. godine, Sekulić je nabavio razmjerno modernu opremu za svoju rakovačku Veliku realku (kasniju Gimnaziju u Karlovcu), kao i vrijedne knjige za školsku knjižnicu. U Velikoj realci je radio kao knjižničar, profesor strojarstva, hrvatskog jezika i aritmetike.

U vrijeme početka Teslina školovanja godine 1870. postao je kustos fizikalnog kabineta, zadužen također za sastavljanje električnih naprava, kao i nadzornik školske meteorološke postaje. Taj je fizikalni kabinet, kao što je istaknuto, u vrijeme Teslina školovanja posjedovao čak 579 sprava.

Ispred Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu je još 1863. bio ureden botanički vrt, u kojem je Sekulić postavio nekoliko meteoroloških uređaja, kao npr. anemometar za mjerenje brzine vjetra, koji je bio nabavljen u Milanu u Italiji. Više pojedinosti o botaničkom vrtu Velike realke u Rakovcu, te o nastavi biologije u toj školi, vidi u [Milinović], gdje se na str. 165 navodi da je Botanički vrt službeno osnovan travnja 1870. Kao što se tvrdi u [Južnič], Sekulić je mladog Nikolu Teslu, oduševljenog njegovim pokusima, uzeo za svojeg neformalnog pomoćnika.

3. Stručni i znanstveni rad Teslina profesora Martina Sekulića

Martin Sekulić postao je 1873. dopisni član JAZU u Zagrebu (Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti), u Razredu za matematiku i prirodoslovlje pri Akademiji. Njegov učenik Nikola Tesla je nešto više od dvadeset godina poslije postao počasnim članom te iste Akademije u Zagrebu, točnije, godine 1896., u dobi od 40 godina. Nije isključeno da i Martin Sekulić ima zasluge za nominaciju Tesle za počasno članstvo u zagrebačkoj Akademiji, o čemu bi se trag možda mogao pronaći u arhivu Akademije. (Ovdje valja pripomenuti da je i Sekulićeva unuka prof. dr. Srebrenka Sekulić-Gvozdanović, “prva dama hrvatske arhitekture”, također bila članica HAZU u Zagrebu.)

Martin Sekulić proučavao je fluorescenciju, iskrenje i munje, što je pobudilo golemo zanimanje Nikole Tesle, tad mladog srednjoškolca. Sekulić je Teslu oduševio i za Ruđera Boškovića, jer je, kao što je vidljivo iz njegovih objavljenih radova, zagovarao Boškovićevu zamisao da bi se cijela fizika mogla utemeljiti na jednom tipu sile. Opširan prikaz o Martinu Sekuliću i njegovoj važnosti za Nikolu Teslu dan je u člancima [Južnič], [Muljević: Martin Sekulić], te [Vuković i Valent].

Martin Sekulić je u Carskoj i kraljevskoj velikoj realci u Rakovcu počeo raditi od 1863. godine. U to se vrijeme predavalo 14 obveznih i 3 neobvezna predmeta. Među njima su bili sljedeći stručni predmeti: Aritmetika, Matematika, Geometrija s geometrijskim crtanjem, Nacrtna geometrija i konstruktivno crtanje, Prirodopis, Fizika, Kemija, Poljoprivreda, Prostoručno risanje. Martin Sekulić, profesor matematike i fizike, predavao je hrvatski jezik i bio je voditelj školske knjižnice ([Muljević: Martin Sekulić, str. 331-332]).

Pogledajmo objavljene radove Martina Sekulića (izvori su uglavnom njemačka Wikipedia i [Muljević: Martin Sekulić], a najpotpuniji popis daje [Valent, Vuković]):

- *Ultraviolette Strahlen sind unmittelbar sichtbar*, *Annalen der Physik* **222**(5) (1872.), 157–158.
- *Eine merkwürdige Interferenzerscheinung*, *Pogg. Ann.* (tj. Poggendorffs *Annalen*), **225**(5) (1873.), 126–128. (Johann Christian Poggendorff bio je u to vrijeme glavni urednik časopisa, danas *Annalen der Physik*; D. Ž.)
- *Fizika atoma i molekula*, *Rad JAZU*, knj. **26** (1874.), 109–152.
- *Burnjak*, *Rad JAZU*, knj. **27** (1874.), 69–76.
- *Ueber die an bestäubten und unreinen Spiegeln sichtbare Interferenzerscheinung*; u: *Annalen der Physik*; Vol. **230**(2) (1875.), 308–316.
- *Beziehungen zwischen der elektromotorischen Kraft und der chemischen Wärmetönung*, *Wien. Anz. Jahrg.* (XVI) (1878.), 129–130.
- *Uzrok munjotvornoj sili* (I., II. i III. razprava), *Rad JAZU*, knj. **41** (1877.), 105–121, knj. **50** (1879.), 1–31, knj. **58** (1881.), 171–190.
- *O ledenoj dobi sjeverne polutke naše Zemlje*, *Rad JAZU* knj. **64** (1882.), 153–172.

Za vrijeme Teslina školovanja u Rakovcu, Sekulić je, osim prvih dvaju radova na njemačkom jeziku, objavio i svoje članke:

- *Fluorescencija i calcescencija* (1871.)
- *Polarna zora kao učinak zemaljske munjine* (1872.)
- *Istraživanje Sunčeve duge* (1873.),

sve u akademijinu časopisu *Rad JAZU* u Zagrebu. Mladi Nikola Tesla kao srednjoškolac imao je priliku promatrati Sekulićeve fascinantne eksperimente, među inim i s umjetnom polarnom svjetlošću.

Martin Sekulić jednom je prigodom javio Akademiji u Zagrebu da mu je pošlo za rukom opaziti neposrednim putem ultraljubičaste zrake, o čemu je objavio i jedan rad (gore spomenuti *Eine merkwürdige Interferenzerscheinung*; *Pogg. Ann.*, 1873.). Sa Sekulićem je nakon objavljivanja tog rada kontaktirao g. Lettson iz uglednog engleskog zavoda Royal Institution of Great Britain, raspitujući se o njegovim eksperimentima; vidi [Muljević: Martin Sekulić, str. 333]. Sve su te spoznaje bile važne mladom Nikoli Tesli u njegovu kasnijem radu 1890-ih godina u SAD-u na fluorescentnim (poslije neonskim) žaruljama.

XI. Ueber die an bestäubten und unreinen Spiegeln sichtbare Interferenzerscheinung;

von M. Sekulic,

Prof. zu Rokovac in Kroatien.

(Aus dem Kroatischen übersetzt.)

Anknüpfend an die in diesen Annalen Bd. 149, S. 126 gebrachte Notiz werde ich im folgenden die seit jener Zeit gemachten Wahrnehmungen beschreiben, eben so die Methode meiner Versuche. Ich operirte anfänglich mit zwei Lichtern, weil ich glaubte, durch die größere Helligkeit die Intensität der Interferenzstreifen zu erhöhen; das zweite Licht mußte jedoch eine solche Lage haben, damit es keine Streifen warf; später überzeugte ich mich, daß dieses zweite Licht überflüssig sey, weil die durch dasselbe hervorgebrachte Intensitätsverstärkung unbedeutend war, und weil dasselbe mich in vielen Fällen störte.

Die Herstellung des Spiegels für diese Versuche kann auf vielfache Art geschehen, jedoch sind zweierlei Herstellungsweisen wesentlich zu unterscheiden und zwar die Präparirung des Spiegels mit trockenem Staube oder mit fetten Substanzen. Die Präparirung des Spiegels mit Staub geschieht einfach dadurch, daß man Staub von was immer für einem Körper in einem ganz kleinen Blasebalg anfüllt, die Düte mit Muselin zumacht, und dann gegen

Slika 3.: Članak Martina Sekulića objavljen 1875. u uglednom njemačkom časopisu Annalen der Physik. Umjesto Rakovac u naslovu zabunom piše Rokovac. Ispod Sekulićeva imena istaknuto je da je profesor u Rakovcu u Hrvatskoj te da je članak preveden s hrvatskog jezika.

Annalen der Physik, iznimno ugledan njemački znanstveni časopis, u kojem je mladi Martin Sekulić objavio čak tri znanstvena rada (1872., 1873. i 1875.), jedan je od najstarijih časopisa s područja fizikalnih znanosti u svijetu, utemeljen još godine 1799. u Leipzigu. Spomenimo da je 1887. u tom časopisu svoj znameniti članak o fotoelektričnom efektu objavio Heinrich Hertz, a budući nobelovac Max Planck u njemu objavljuje 1901. svoj čuveni rad o zračenju crnog tijela. Iste te 1901. godine Albert Einstein objavljuje rad o kapilarnosti, a godine 1905. svoja epohalna otkrića o fotonima, o Brownovu gibanju, o ekvivalenciji mase i energije te o specijalnoj teoriji relativnosti. Jedan od glavnih urednika tog uglednog časopisa je od 1907. do 1943. godine (a još od 1895. pridruženi urednik) bio već spomenuti njemački nobelovac Max Planck. Spomenimo usput da je 15. rujna 1942., Max Planck održao u dobi od 84 godine pregledno znanstveno predavanje u Zagrebu, u prepunoj predavaonici

Tehničkog fakulteta u Kačićevoj ul. 26, pod naslovom *Smisao i granice egzakt-nih prirodnih znanosti*, u kojem je među inim najavio opasnost od proizvodnje atomske bombe; vidi str. 9 u [Pejnović: Predavanje Maxa Plancka u Zagrebu 15. rujna 1942.], kao i [Randić]. Čini se da je, kao što tvrdi Leo Randić, zagrebački popularno-znanstveni časopis *Priroda* bio prvi u svijetu koji je javno obznanio opasnost od proizvodnje atomske bombe, gotovo tri godine prije tragedije u japanskom gradu Hirošimi (vidi str. 9 u Pejnovićevu članku, tj. u [Randić]).

Bilo bi interesantno ustanoviti je li netko od hrvatskih fizičara tijekom XIX. stoljeća (osim Martina Sekulića) imao objavljen koji rad u *Annalen der Physik*.



Slika 4.: Spomenica Velike realke u Rakovcu za konac školske godine 1871./1872. (u vrijeme Teslina školovanja), objavljena u Agramu, tj. u Zagrebu. Na njoj se temelje činjenice o školovanju Nikole Tesle objavljeni u ovom članku.



Slika 5.: Rakovac u Carskoj i kraljevskoj Hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini

Treba istaknuti da Nikola Tesla nije pohađao gimnaziju, nego Carsku i kraljevsku veliku realku u Rakovcu. Ta je Velika realka u Rakovcu 1882./1883. spojena s postojećom Kraljevskom gimnazijom u Karlovcu, nakon čega nastaje Kraljevska velika realna gimnazija (smještena u zgradi bivše Velike realke u Rakovcu). Ta je Kraljevska velika realna gimnazija bila u to vrijeme jedinstvena po svojem ustrojstvu u cijeloj Austro-Ugarskoj, vidi www.gimnazija-karlovac.hr. Zahvaljujem Ivici Vukoviću na tim informacijama.

4. Školski predmeti koje je mladi Nikola Tesla u Rakovcu slušao od 1870. do 1873. godine

Pogledajmo školske predmete koje je mladi Nikola Tesla slušao 1871. i 1872. godine. Kao svoj materinski jezik, Nikola je u Carskoj i kraljevskoj velikoj realci u Rakovcu slušao predmet hrvatski jezik. Taj se predmet pod nazivom *Kroatische Sprache* predavao svake školske godine, po tri sata tjedno.

I. Klasse.

Kroatische Sprache. Lautlehre, Flexion des Nomen. Wöchentlich 3 Stunden.

Mathematik. Dekadisches Zahlensystem bis zum Rechnen mit mehrnamigen ganzen und gebrochenen Zahlen. Wöchentlich 3 Stunden.

Darstellende Geometrie. Geometrische Gebilde in der Ebene, Zeichnen nach Modellen. Wöchentlich 6 Stunden.

II. Klasse.

Kroatische Sprache. Fortsetzung der Formenlehre. Die zur Bildung einfacher und erweiterter Sätze nöthigen syntaktischer Regeln. Wöchentlich 3 Stunden.

Mathematik. Verhältnisse und Proportionen sammt Anwendung auf Mass-, Gewicht- und Münzreduktionen. Einfache Zinsrechnung. Alligationsrechnung. Wöchentlich 3 Stunden.

Darstellende Geometrie. Zirkel-Linealzeichnen, Planimetrie. Wöchentlich 3 Stunden.

III. Klasse.

Kroatische Sprache. Wiederholung der gesamten Formenlehre, Ergänzung durch seltenere Beispiele. Syntax Casus- und Proportionslehre. Wöchentlich 3 Stunden.

Mathematik. Zusammengesetzte Proportionen, Anwendung auf das Gesellschaftsleben. 4 Grundoperationen mit allgemeinen Zahlen. 2. und 3. Potenz und Wurzel. Wöchentlich 4 Stunden.

Physik. Allgemeine Eigenschaften der Körper, Wärmelehre und ihre Anwendung auf feste, flüssige und gasförmige Körper. Magnetismus. Elektrizität. Wöchentlich 4 Stunden.

Darstellende Geometrie. Anwendung auf technische Objekte, Stereometrie. Wöchentlich 3 Stunden.

IV. Klasse.

Kroatische Sprache. Fortsetzung der Syntax Tempus-Moduslehre. Zusammengesetzter Satz. Wörbildungslehre, Wiederholung der gesamten Syntax. Einiges über Poesie und Metrik. Wöchentlich 3 Stunden.

Mathematik. Wissenschaftliche Durchführung der 4 Grundoperationen mit allgemeinen Zahlen, Brüche, Gleichungen des 1. Grades mit 1 und 2 Unbekannten. Geradlinige Planimetrie. Wöchentlich 4 Stunden.

Physik. Allgemeine Gesetze der Statik und Dynamik auf Körper in allen 3 Aggregationszuständen. Akustik. Licht. Wöchentlich 3 Stunden.

Chemie. Uebersicht der wichtigsten Grundstoffe ohne ausführliche Theorie in Behandlung der Reaktionen. Wöchentlich 3 Stunden.

Darstellende Geometrie. Aufgaben aus der Planimetrie und Stereometrie, Ebene, Kurven, orthogonale Projektion des Punktes und der Geraden. Wöchentlich 3 Stunden.

V. Klasse.

Kroatische Sprache. Fortsetzung der syntaktischen Uebungen. Neuere Literatur und Lektüre der neueren Schriftsteller. Völkedichtungen mit vorragender Berücksichtigung der Prosa. Wöchentlich 2 Stunden.

Mathematik. Zusammenfassende Wiederholung der allgemeinen Arithmetik. Gleichungen mit mehreren Unbekannten. Logarithmen, Zahlensystem, Theilbarkeit der Zahlen, Potenzen, Wurzeln. Imag. et complexe Zahlenverhältnisse, Proportionen, Gleichungen des 2. Grades, Kreis- und ebene Trigonometrie. Woch. 6 Stunden.

Chemie. Eingehende Theorie der Metalloide, Metalle, Alkalien, alkalische Erden und Erze. Woch. 3 Stunden.

Darstellende Geometrie. Lehre von der Ebene, Projektion von Körpern, Schnitte mit Ebenen, Durchschnitte mit Körpern und Kurven. Wöchentlich 3 Stunden.

VI. Klasse.

Kroatische Sprache. Neue Literatur, Lektüre der Schriftsteller und der Volkspoesie bei vorragender Berücksichtigung der Poesie. Abhandlung aus dem Erkenntniskreise der Schüler. Wöch. 2 Stunden.

Mathematik. Kettenbrüche, diplomatische Gleichungen, Gleichungen des höheren Grades, Progressionen, Convergenz und Divergenz; Combinationslehre, Bynomischer Lehrsatz, Stereometrie, Elemente der sphärischen Trigonometrie. Wöchentlich 5 Stunden.

Physik. Wilrmelehre, Elektrizität, Magnetismus, Statik fester, flüssiger und gasförmiger Körper. Wöchentlich 4 Stunden.

Chemie. Schwere Metalle. Chemie der Kohlenstoffverbindungen. Wöchentlich 3 Stunden.

Darstellende Geometrie. Ergänzung und Darstellung krummer Flächen, Tangentialebenen. Schiefe Projektion. Wöchentlich 3 Stunden.

VII. Klasse.

Kroatische Sprache. Ueberblick aus der alteren Literaturperiode, Abhandlung aus dem Erkenntniskreise der Schüler, Elemente der Logik. Wöchentlich 2 Stunden.

Mathematik. Erweiterung der sphärischen Trigonometrie, Grundlehren der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Reihen der höheren Ordnung. Analytische Geometrie. Wöchentlich 4 Stunden.

Physik. Dynamik, Schwingende Bewegung, Akustik, Licht und Wärme. Mathematische Geographie und populäre Astronomie. Wöchentlich 4 Stunden.

Chemie. Chemie der Kohlenstoffverbindungen, Rekapitulation. Wöchentlich 2 Stunden.

Darstellende Geometrie. Zentrale Projektion und Rekapitulation. Wöchentlich 3 Stunden.

Kao što vidimo, u 5. razredu je mladi Nikola Tesla imao čak devet sati matematike tjedno (matematika i nacrtna geometrija), u 6. razredu osam sati tjedno, a u 7. razredu sedam sati tjedno.

Pogledajmo izborne predmete:

Freie und relative – obligate Gegenstände.

Kroatische Stenographie. Po Gabelsbergerovu stenografičkom sustavu prilagodjenom hervatskomu jeziku od Magdića.

Gesang. Das Notensystem in zwei Schlüsseln; die Vorsetzungszeichen; die Taktarten; zugleich praktisch die Intervalle, Scalen, kleine Lieder, Canons 2- und 3-stimmig, der 4-stimmige Gesang. Die Lieder wurden sowohl kroatisch als deutsch durchgeführt.

U tom je godišnjem izvješću na početku naveden i Martin Sekulić, kao predavač strojarstva i aritmetike u navedenom razdoblju (1871./1872.), te kao voditelj (kustos) fizikalnog kabineta: “Professor Martin Sekulić, für Maschinenlehre und Arithmetik; Custos des physikalischen Kabinetes”.

Evo kakva je pitanja i pismene zadaće imao Nikola Tesla tijekom svojeg školovanja u Rakovcu (izvor je Godišnje izvješće objavljeno u Agramu (Zagreb) 1871./1872.):

Pismene zadaće iz hrvatskoga jezika.

U V. razredu.

1. Pismo nekomu iz roda (po slobodnu izboru).
2. Pogled na prirodu u jesensko doba.
3. Dobro i zlo učeničkoga života.
4. Dostojna pripovjedka il basna (po slobodnu izboru).
5. Zahvalnica roditeljem na svršetku 1. poljeća.
6. Prenos pjesme: “Starac Marko i sunčani zapad” na prozu.
7. Potreba pučkih učiona.
8. Imamo li paziti u govoru i pismu na pravilnost i čistoću jezika, pa što je vam raditi u tom pogledu?
9. Sravnjivanje proljetnog i ljetnog doba za djetinjom i mladenačkom dobom ljudskog života.
10. Sravnjivanje jesenskog i zimskog doba za muževnom i staračkom dobom ljudskog života.
11. (Izpitna radnja). Početak pisma u obće, napose kod Slavena.

U VI. razredu.

1. Korist tiskanja knjiga.
2. Vašarski dan u Karlovcu.
3. Odgovorite [tj. odvratite, D. Ž.] lěna sudruga od lěnosti.
4. Dobro je znati više jezika.
5. Prednost gradskoga života nad seoskim.
6. Zasluge Hervata za civilizaciju i susēdne im narode u borbi protiv Mongoli.
7. Načela i posljedice Husove nauke.
8. Koj stališ držite za najbolji i rad šta?
9. Kakovih ima škola i čemu su?
10. Govor u oči znamenite i odlučne narodne bitke, ili na grobu koga znamenitoga narodnjaka.
11. Kako i čim ćete sprovesti školske praznike?

U VII. razredu.

1. Po čem će minuli školski praznici navlastito ostati u vašoj uspomeni? (Dostojan opis).
2. Misli bogoljubna kršćana na grobju.
3. Obširniji opis naše školske zgrade.
4. Jezik je najblagotvornije al i najpogibeljnije udo čovječje.
5. O željezu (razpravica).
6. Je li kazalište za mladež od koristi i od kakove ?
7. Navika je druga narav.
8. Važnost naravopisa i lučbe (razpravica).
9. Korist sjaja i toplote sunčane.
10. Glavne crte o križarskih vojna.
11. O izboru stališa.
12. (Izpitna radnja). Dramatički rad Gjona Palmotića.
13. (Izpit zrelosti). Dubrovačka drama od god. 1666 do propasti republike god. 1806.

Kroatische Sprache. Neue Literatur, Lektüre der Schriftsteller und der Volkspoesie bei vorragender Berücksichtigung der Poesie. Abhandlung aus dem Erkenntnisskreise der Schüler. Wöchentlich 3 Stunden.

Slika 6.: Neki od predmeta koje je Nikola Tesla slušao u VI. razredu Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu. Izvor je godišnje izvješće Velike realke u Rakovcu za razdoblje 1872. – 1874.

Mathematik. Kettenbrüche, diophantische Gleichungen, Gleichungen des höheren Grades. Progressionen, Konvergenz und Divergenz; Kombinationslehre, Binomischer Lehrsatz, Stereometrie, Elemente der sphärischen Trigonometrie. Wöchentlich 5 Stunden.

Slika 7.: Sadržaj matematike u vrijeme kad je Višu realku u Rakovcu pohadao Nikola Tesla

Physik. Wärmetheorie, Elektrizität, Magnetismus, Statik fester, flüssiger und gasförmiger Körper. Wöchentlich 4 Stunden.

Slika 8.: Sadržaj fizike

Svi su nastavni predmeti u Godišnjem izvješću Carske i kraljevske velike realke u Rakovcu iz 1872. – 1874. opisani i na hrvatskom jeziku:

Hrvatski 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.

Slika 9.: Sadržaj nastave hrvatskog jezika u vrijeme kad je taj predmet (materinski jezik) slušao mladi Nikola Tesla

Mathematika. Suvisni ulomci, diofantičke jednačbe, jednačbe višeg stupnja, progresije, konvergencija i divergencija, kombinacija, binomijalni poučak. Stereometrija, počela sferičke trigonometrije. 5 sati na tjedan.

Slika 10.: Sadržaj matematike opisan na hrvatskom jeziku, koji je slušao Nikola Tesla. Sadržaj obuhvaća čak i *diofantičke jednačbe*, kao i temelje *sferičke trigonometrije*, te uvod u kombinatoriku.

Prirodoslovje. Toplina, munjina i magnetizam. Statika krutih i tekućih tvari na temelju pokusa i popularne matematike.

Slika 11.: Predmet Prirodoslovje, tj. Fizika, dao je mladom Nikoli Tesli osnovne ideje o munjini (tj. elektricitetu) i magnetizmu, kroz predavanje i eksperimente njegova profesora Martina Sekulića. To su područja u kojima će postati jedan od vodećih stručnjaka u svijetu.

5. Teslino školovanje na Carskoj i kraljevskoj velikoj realci u Rakovcu

Niža realca u Rakovcu osnovana je godine 1851. Godine 1863. proširena je na Veliku realku sa šest razreda, a 1871. otvoren je i najviši 7. razred. Od godine 1878. neki su se predmeti predavali na hrvatskom jeziku (Hrvatski jezik, Prirodopis – tj. fizika, zemljopis, vjeronauk), a ostali *realni* predmeti na njemačkom. To je bilo sve dok Hrvatsko-slavonska Vojna krajina nije bila pripojena Bansknoj Hrvatskoj.

Navest ćemo dio relevantnih podataka iz godišnjeg izvješća Carske i kraljevske Velike realke u Rakovcu za razdoblje 1872.–1874. koji se odnose na Teslino školovanje.

- Direktor. Sigmund Šošarić von Letovanić, Mitglied des Landesschulrates für die kroatisch-slavonische Militärgrenze; für Naturgeschichte, Mathematik und Physik.
- Professor. Martin Sekulić für Maschinenlehre und Mathematik; Custos des physikalischen Kabinetes.
- Ravnatelj Sigmund Šošarić pl. Letovanić, član zemaljskoga školskoga vjeka za hrvatsko-slavonsku Krajinu; za prirodopis, matematiku i fiziku.
- Profesor Josip Jagunić, član kotarskoga školskoga vjeka, za rimo-katoličku vjerkou i hrvatski jezik.
- Profesor Nikola Živković, prisjednik duhovnoga stola, za grčko-iztočnu vjerkou i hrvatski jezik.

Hrvatski fizičar Dušan Pejnović (Sisak, 1883. – Zagreb, 1958.) objavio je nekoliko članaka o Nikoli Tesli, a osobito je zanimljiv kratak rad objavljen u časopisu Matematičko-fizički list (Zagreb) o ocjenama koje je Tesla dobivao

tijekom svojeg školovanja u Rakovačkoj realci (članak je objavljen 1956./1957., na str. 112).

Tesla je ujesen 1870. došao u Karlovac kako bi upisao Veliku realku u Rakovcu. To je mjesto spadalo u Hrvatsko-slavonsku Vojnu krajinu (taj je naziv u to vrijeme u službenoj uporabi), u kojoj se nastava odvijala na njemačkom jeziku. Za školske predmete postojalo je ovih šest ocjena:

- odlično (njem. *ausgezeichnet*)
- izvršno (njem. *vorzüglich*)
- veoma dobro ili pohvalno (njem. *lobenswert*)
- dobro (njem. *befriedigend*)
- dovoljno (njem. *genügend*)
- nedovoljno (njem. *ungenügend*).

Tesla je samo peti razred završio s odličnim uspjehom, a ostale s dobrim i vrlo dobrim. Najbolji je bio u njemačkom jeziku, gdje je ponajviše ocjenjivan s odličnim. Najslabije ocjene je imao u nacrtnoj geometriji i prostoručnom risanju. Na ispitu zrelosti (maturi) imao je sljedeće ocjene:

- izvršno: zemljopis, povijest, njemački jezik
- veoma dobro: fizika, kemija, prirodopis, francuski jezik, vjeronauk
- dobro: matematika, deskriptivna geometrija, hrvatski jezik
- dovoljan: prostoručno risanje.

U školskim zapisima spomenuto je da su mu 29. lipnja 1885. izdani duplikati svjedodžbi. Tesla ih je tražio očito zato da ih preda kao prilog molbi kojom je tražio državljanstvo SAD-a koje je i dobio 1891. godine.



Slika 12.: Šoštarčić pl. Šišman Letovanički, ravnatelj rakovačke Velike realke (počevši od godine 1868.), u vrijeme kad je ondje učio mladi Nikola Tesla. Izvor [Cuvaj, str. 215].



Slika 13.: Živko Vukasović (1829. – 1874.), jedan od prvih hrvatskih akademika (u području biologije), bio je mladom Nikoli Tesli član maturalne ispitne komisije kao školski nadzornik za cijelu Hrvatsko-slavonsku Vojnu krajinu. Ispit je održan na njemačkom jeziku.

Tesla je godine 1873. maturirao u grupi od ukupno sedam učenika, pred komisijom sastavljenom od čak jedanaest profesora. To su bili:

- Živko Vukasović, zemaljski inspektor srednjih škola
- Šoštarić pl. Šišman Letovanički, Franjo Kreminger, zapisničar,
- Martin Sekulić, Augustin Löffler (podrijetlom iz Češke, autor prvog udžbenika tjelovježbe u Hrvatskoj; vidi [Vuković i Valent]), N. Gr. Živković, Petar Tomić, Gjuro Fridrich, Josip Jagunić, M. Brašnić, Ivan (Johannes) Jamnicky.

Augustin Löffler predavao je matematiku i fiziku, a vodio je i gimnastiku, te je u školi osnovao *gombalište* (gimnastička dvorana). Podrijetlom je iz Češke, autor prvog udžbenika tjelovježbe u Hrvatskoj; vidi [Vuković i Valent]). Spomenuti Petar Tomić (1839. – 1918.), rodom iz Zaboka u Hrvatskom zagorju, profesor povijesti i zemljopisa, bio je također član maturalne ispitne komisije, a iduće je godine (1874.) doktorirao u Grazu.

Nikola Tesla je maturirao 24. srpnja 1873. god. U *svjedočbi* s ispita zrelosti (na njemačkom jeziku) Tesla je zabilježen pod brojem 7 i pogrešno je kao datum njegova rođenja naveden 2. studenog 1856. godine. Ovdje je važno naglasiti da se u Velikoj realci u Rakovcu ispit zrelosti (matura) održavao od godine 1871./1872., te otad njezini polaznici nisu morali polagati prijamni ispit na višim tehničkim školama. Zbog toga je Nikola Tesla mogao upisati Višu tehničku školu u Grazu bez polaganja prijamnog ispita.



Slika 14.: Izvor podataka je Arhiv Gimnazije Karlovac.

Nikola Tesla je Carsku i kraljevsku veliku realku u Rakovcu upisao školske godine 1870./1871. u dobi od 14 godina. Sljedeće je godine upisao šesti razred, a 1872./1873. sedmi razred. Prijelaz iz četvrtog u šesti razred nastao je stoga što je škola dobila sedmi razred pa je između triju nižih i triju viših ubačen još jedan.

Zanimljivo je da je Nikola Tesla potkraj svojeg školovanja 1873. godine u Rakovcu imao problema s matematikom (vjerojatno radi bolesti), te je dobio ukor zbog loše ocjene. Ocjena je, međutim, do kraja školske godine bila ispravljena, te je u završnoj svjedodžbi iz predmeta Matematika dobio ocjenu izvrstan. Vidi [Gimnazija Karlovac].

Prema školskom izvješću Kraljevske Velike realke u Rakovcu za školsku godinu 1881./1882., čini se da je ta škola svoj vrhunac imala upravo u godini Tesline mature: “Kao zagrebačkoj rastao je i rakovačkoj realci i ugled i broj djaka sve do 1873.”

Najveći broj učenika imala je rakovačka Realka godine 1874., i to 201, nakon čega taj broj osjetno pada:

“Godine 1873. počeo padati blagostanje naroda. Industrija, trgovina postradaše silno usljed bečkog, kako ga zovu ‘kracha’ (tj. burzovne krize;

op. D.Ž., temeljem osobne informacije Ivice Vukovića). Sviet se vrlo ustraši ove ekonomičke katastrofe.”

U spomenutom izvješću Kraljevske Velike realke u Rakovcu iz 1881./1882. naveden je i “popis učenika koji su svršili podpunoma ovu školu”, iz kojeg se vidi da je ona pratila buduće stručno napredovanje svojih bivših učenika, među kojima je i dvadestšestogodišnji telefonist Nikola Tesla:

- Medić Mojsija (profesor na Realki u Zemunu)
- Prica Nikola (profesor na Realki u Petrinji)
- Bartolović Julius (častnik)
- Bielić Jovan (profesor na Realki u Rakovcu)
- Kordić Isak (profesor na Realki u Rakovcu)
- Ljuština Jovan (činovnik pošte)
- Šir Dragutin (činovnik pošte)
- Tesla Nikola (telefonist)
- Amšel Gjuro (činovnik pošte)
- König Julius (ekonom).

Igrom sudbine, prva žena telefonistica u Zagrebu bila je Laura Sekulić rođ. Kofranek, druga supruga Teslina profesora Martina Sekulića (vidi [Vuković i Valent]). U suvremenoj se literaturi ime Laure Sekulić pogrešno spominje kao Izidora.

Jedan od razloga naglog opadanja broja upisanih učenika Kraljevske Velike realke u Rakovcu bilo je i to što je Sveučilište u Zagrebu primalo samo završene učenike hrvatskih gimnazija, a ne i realki, koje su pripremale učenika za tehnička zvanja. Stoga se već koncem XIX. st. u Hrvatskoj osjetila potreba za osnivanje tehničkog učilišta nalik na ona u Grazu i Beču. Iz tih je razloga Društvo inženjera i arhitekata (prvo tehničko društvo u Hrvatskoj, osnovano 1878.), odlučilo 1896. izraditi predstavku Kraljevskoj zemaljskoj vladi o potrebi osnivanja dvogodišnjeg tečaja za geometre pri Sveučilištu u Zagrebu, pri čemu je osnovan i Odbor koji su činili:

- arhitekt Janko Josip Grahor
- inženjer Mihajlo Ursiny
- profesor Martin Sekulić
- inženjer Franjo Tomšić.

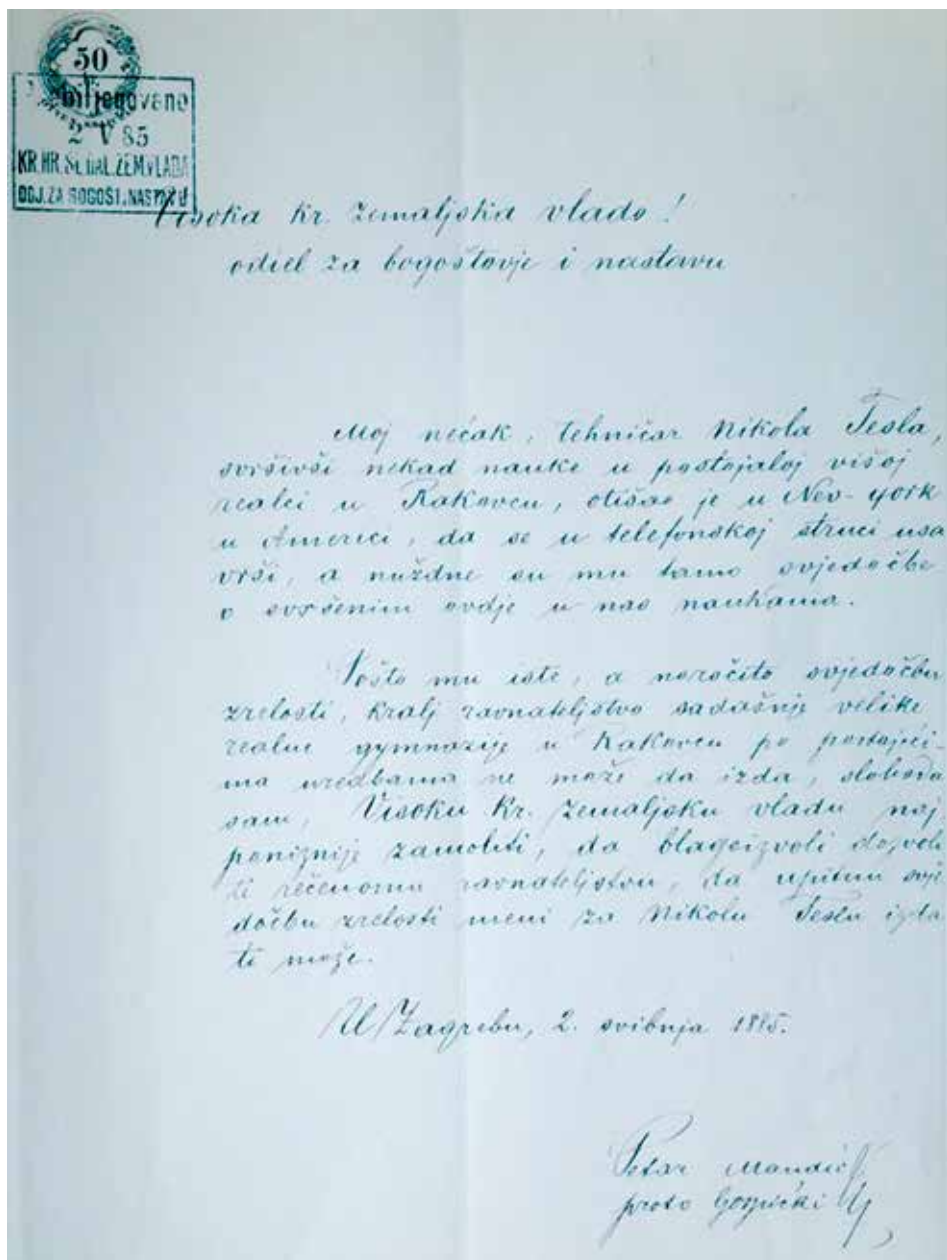
To je na neki način bila jezgra za pokretanje buduće Visoke tehničke škole u Zagrebu, osnovane tek 1919. godine. Kao što je poznato, 1926. je Visoka tehnička škola ušla u sastav Sveučilišta u Zagrebu. Više podataka može se pronaći u [Jurić]. Zahvaljujem Ivici Vukoviću na informacijama iz zadnjih dvaju odjeljaka.



Slika 15.: Teslina potvrda o maturiranju godine 1873. u Velikoj realnoj školi u Rakovcu. (Prijepis iz 1885.; izvor fotografije Tehnički muzej u Zagrebu.) Primijetite (u predzadnjem redu) da je Nikola Tesla polagao i materinski hrvatski jezik (*Kroatische Sprache*).



Slika 16.: Gimnazija Karlovac posjeduje impresivnu zbirku koralja iz Tihog oceana, Indijskog oceana i s Bahama, iz vremena kad je mladi Tesla pohađao tu školu. Zbirka i danas služi u nastavi biologije. (Informacija ljubaznošću profesora Antuna Milinkovića iz Gimnazije Karlovac.)



Slika 17.: Molba Petra Mandića, prote gospićkog, pisana u Zagrebu 2. svibnja 1885., predana Kraljevskoj hrvatsko-slavonsko-dalmatinskoj vladi, Odjelu za bogoštovlje i nastavu, da mu se “izda svjedočba zrelosti za potrebe tehničara Nikole Tesle, koji je otišao u New-York”

ZAPISNIK O MATURALNOM ISPITU ORGANIZIRANOM U G. K. VELIKOJ
REALCI U KARLOVCU NA KRAJU ŠKOLSKÉ GODINE 1876./1877.

ISPITANIKOVO IME	VJERA	BROJNO MJEŠTO	DOMOVINA	STAROST	ZANIMANJE RODITELJA	STUĐIO GIMNAZIJE
Nikola TESLA	grčke nesjedi- njene	Smiljani u Vojnoj Krajinai	Hrvatska	rođi. 2. novembra 1856. god.	sin grškone- sjednaje- nog pro- tojeraja milutina Tesla	bio nizu gimnaziju u Gospiću, a višu u Svršio u Kakovu

PRISUDILI	OCJENA
Vorsiao vladanje	pohvalno
Vjeronauk	pohvalno
Materijski jezik / hrvatski /	zadovoljava
Drugi živi jezik / njemački /	odličan
Geografija i povijest	odličan
Matematika	odličan
Nacrtao geometrija	zadovoljava
Prirodosna	pohvalno
Fizika	pohvalno
Kemija	pohvalno
Prostorno risanje	dovoljno
Zrelost za tehničku višku školu	zreo

Potpisani imenima komisije:
 Živko Vukosović, zemaljski inspektor srednjih škola,
 Božtarić, Franjo Kremliker, zapisničar, Sekulić, A. Boeffter,
 N. gr. Živković, Petar Tomić, G. Fridrich, Jasanić, M. Hrašnić,
 Joh. Jasanićki
 Maturu položilo sedam kandidata. Tesla je na popisu sedmi.

Slika 18.: U Gimnaziji Karlovac čuva se prijepis zapisnika o maturalnom ispitu Nikole Tesle (s njemačkog na hrvatski jezik), s popisom imena profesora i drugim informacijama. Kao njegova domovina navedena Hrvatska, a kao materinski jezik hrvatski. Primijetiti ćemo i jednu pogrešku, koju smo već spomenuli: Nikola Tesla nije rođen 2. novembra (studenog) 1856., nego 10. jula (srpnja) 1856.

Stk. 10. Duplicat (Original von 8. Febr. 1878.)

Zeugnis.

Tesla Nikola aus Smiljan in der Militärgrenze, griech.-orient., *Salzburger*
 Schüler der *siebenten* Klasse an der Ober-Realschule in Rakovac erhält
 hiemit über das *erste* Semester des Schuljahres 187¹/₂ ein Zeugnis der
ersten Klasse.

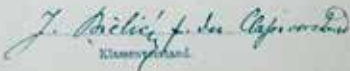
Location: _____
 Sittliches Betragen: *lobenswert.*
 Fleiss: *ungleichmäßig.*

Leistungen in den einzelnen Unterrichtsgegenständen:

Religionslehre	<i>lobenswert.</i>	/
Kroatische Sprache	<i>befriedigend.</i>	
Deutsche Sprache	<i>vorzüglich.</i>	
Französische Sprache	<i>lobenswert.</i>	
Geographie, Geschichte	<i>lobenswert.</i>	
Mathematik	<i>flüssigend.</i>	
Geometrie, geometrisches Zeichnen, darstellende Geometrie	<i>glänzend.</i>	
Naturgeschichte	<i>befriedigend.</i>	
Physik	<i>befriedigend.</i>	
Chemie	<i>vorzüglich.</i>	
Logik	_____	/
Freihandzeichnen	<i>flüssigend.</i>	
Kalligraphie	_____	
Sprache	_____	
Turnen	_____	
Gesang	_____	/
_____	_____	

Aussere Form der schriftlichen Arbeiten: *schön.*
 Zahl der verordneten Lehrstunden: *2 Monate Griech.*
 Rakovac am 29. Juni 1885.





Director. Klassenlehrer.

Druck von G. Altmann in Agram.

Slika 19.: Duplikat Tesline svjedodžbe, izdan 1885. u Zagrebu, s prijepisom ocjena iz prvog polugodišta školske godine 1872./1873.

Religionslehre	lobenswert.
Kroatische Sprache	befriedigend.
Deutsche Sprache	vorgüglich.
Französische Sprache	lobenswert.
Geographie, Geschichte	lobenswert.
Mathematik	glänzend.
Geometrie, geometrisches Zeichnen, darstellende Geometrie	glänzend.
Naturgeschichte	befriedigend.
Physik	befriedigend.
Chemie	vorgüglich.
Logik	—
Freihandzeichnen	glänzend.

Slika 20.: Ocjene Nikole Tesle iz prvog polugodišta šk. god. 1872./1873, u Rakovcu, u prijepisu iz 1885. Uz materinski hrvatski jezik, Nikola Tesla polagao je njemački i francuski.

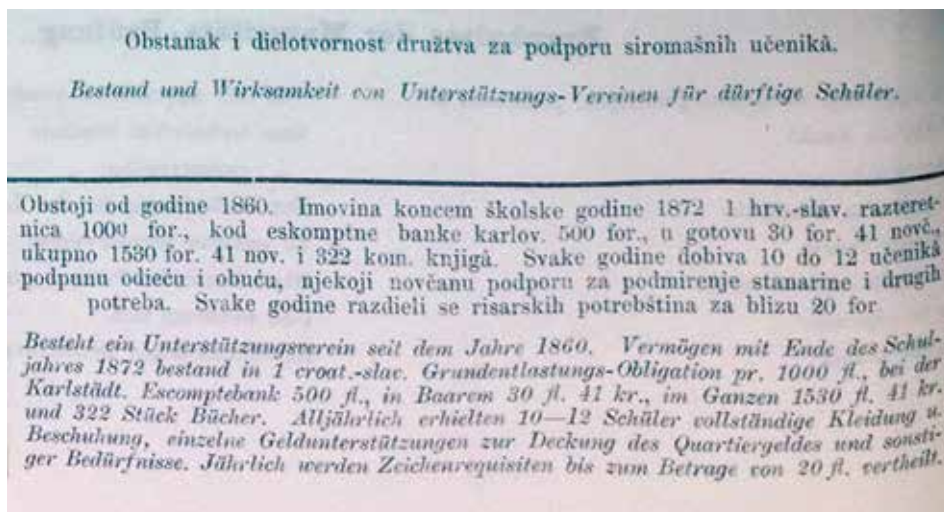
Spomenuto Društvo, osnovano 1878. pod nazivom Klub inžinirah i arhitekatah, na Osnivačkoj je skupštini imao 35 stručnjaka, a nakon četiri godine rada broj članova narastao je na čak 200. Godine 1884. mijenja ime u Društvo inžinira i arhitekata u Zagrebu.

Ugledno austrijsko društvo Elektrotechnischer Verein osnovano je 1886. u Beču, a među 181 osnivačem čak je 40 iz Hrvatske. Među njima su bili:

- Bogoslav Šulek (1816. – 1895., rodом Slovak, znameniti hrvatski filolog, leksikograf i utemeljitelj hrvatskog znanstvenog nazivlja)
- Martin Sekulić (Lovinac, 1833. – Zagreb, 1905.)
- Ferdinand Kovačević (Smiljan, 1838. – Zagreb, 1913.)
- Nikola Tesla (Smiljan, 1856. – New York, 1943.)
- Vinko Dvořák (Češka, 1848. – Zagreb, 1922.)
- Stanko Plivelić (Karlovac, 1868. – Krapina, 1925.)
- Oton Kučera (Petrinja, 1857. – Zagreb, 1931.)
- Ivan Šah (Češka, 1824. – Zagreb, 1904.).

Sbirke učevnih sredstva		Broj
Lehrmittel-Sammlungen		Anzahl
Učiteljska knjižnica	svezaka — <i>Bände</i>	986
Lehrer-Bibliothek	svezčica — <i>Hefte</i>	419
	komada — <i>Stücke</i>	—
Učenička knjižnica	svezaka — <i>Bände</i>	1034
Schüler-Bibliothek	svezčica — <i>Hefte</i>	389
	komada — <i>Stücke</i>	—
Inventarski komadi. — Inventarstücke.		
Fizikalnih sprava		579
Physikalische Apparate		
Kemičkoga laboratorija		111
Chemisches Laboratorium		
Zoologička sbirka: Kraježnici		141
Zoologische Sammlung: <i>Wirbelthiere</i>		
druge životinje — <i>Anderer Thiere</i>		2105
ini zoologički predmeti — <i>Sonstige zoolog. Gegenstände</i>		—
Botanička sbirka: Listovi biljevnika		743
Botanische Sammlung: <i>Herbariumblätter</i>		
ini botanički predmeti — <i>Sonstige botan. Gegenstände</i>		bot. bašca bot. Garten
Mineralogička sbirka: naravni komadi		3858
Mineralsammlung: <i>Naturstücke</i>		
ledačni modeli — <i>Krystallmodelle</i>		120
Naravoznanstvene slike		280
Naturwissenschaftliche <i>Wandtafeln</i>		
Zemljopis: zemljovid		79
Geographie: <i>Wandkarten</i>		
reljefkarta — <i>Reliefkarten</i>		3
atlanti — <i>Atlanten</i>		2
reljef atlas — <i>Reliefatlas</i>		1
globi — <i>Globen</i>		2
tellurija — <i>Tellurien</i>		1
Matematika: stereometrička tjelesa		
Mathematik: <i>stereometrische Körper</i>		
Modeli za graditeljstvo i strojništvo		109
Modelle für <i>Baukunst und Maschinenlehre</i>		
Druge sbirke zavoda.		
Sonstige Sammlungen an der Lehranstalt.		
Za tjelovježbu aparata — <i>Turnapparate</i>		156
Meteorologičkih aparata (anemometer Brusotti)		
<i>Meteorologische Apparate (Anemometer von Brusotti)</i>		5
Za risanje prostorno — <i>Für Freihandzeichnen</i>		1145
Sprave za mačevanje — <i>Fechtopparate</i>		65

Slika 21.: Opremljenost Velike realke u Rakovcu 1871., u vrijeme dok ju je pohađao Nikola Tesla. Izvor: *Statistika nastave u kraljevini Hrvatskoj i Slavoniji i Hrvatsko-Slavonskoj Vojnoj Krajini školske godine 1871-72.*, Zagreb 1873. Kao što vidimo, u Kraljevskoj Velikoj realci u Rakovcu je, kao i u preostalom dijelu Hrvatsko-slavonske Vojne krajine, nastavni jezik u školama bio njemački, s osim vjeronauka i povijesti, koji su predavani na hrvatskom jeziku. Realca u Rakovcu (danas dio Karlovca) bila je izvanredno dobro opremljena nastavnim pomagalicama. Vidi str. 61 spomenute Statistike nastave iz godine 1871. Npr., fizikalnih sprava ima čak **579**, a učenička knjižnica ima **1034** sveska i **389** sveščića.



Slika 22.: U Velikoj realci u Rakovcu uspješno je djelovalo Društvo za podporu siromašnih učenika, osnovano još 1860.

Nastavni jezik po razredih i predmetih: hrvatski i njemački.
Unterrichtssprache nach Classen und Gegenständen: croatische und deutsche.

Živuci jezici, koji se osim nastavnoga predavaju:
Lebende Sprachen, welche ausser den Unterrichts-Sprachen am Gymnasium gelehrt werden:

	Prof. učenika koncem II. polugodišta Schülerzahl am Ende des II. Semesters	Polegatična nagrada od jednog učenika Halbjähriges Honorar für einen Schüler
1. Zemaljski: — Landessprachen:		
a) Bezuvjetno obligatni: hrvatski i njemački. — Unbedingt obligat: die croatische und deutsche.		
b) Relativno obligatni: — Relativ obligat: —		
c) Slobodni: — Frei: —		
2. Strani: — Ostali:		
a) francuski i talijanski (relativ, oblig.)	96	
b) latinski (slobod.)	16	
c) latinske (frei)		
Nazagredni predmeti: — Nebengegenstände:		
Glasba — Musik	39	300 for. plaća erar.
Pjevanje — Gesang	39	300 fl. von Aerar.
Tjelovježba — Turnen	160	160 " " "
Modelovanje — Modelliren	10	40 " " "
Stenografija — Stenographie	37	100 " " "
Pravilavno crkveno pjevanje — Griech.-orient. Kirchengesang	50	50 " " "

Slika 23.: Nastavni jezici u Velikoj realci u Rakovcu bili su hrvatski i njemački

Podatke smo dobili od Josipa Mosera, člana Upravnog odbora Elektrotehničkog društva Zagreb ([J. Moser]).

Spomenuti Ferdinand Kovačević (1838. – 1913.), jedan je od pionira telegrafije u Hrvatskoj. Izumio je telegrafsku vezu putem jedne jedine žice (dupleks veza), dok su prije njegova otkrića bile potrebne četiri žice. Spomenimo da je Zagreb imao prve telegrafske veze već 1850., samo šest godina nakon što je prve telegrafske veze u svijetu uspostavio Samuel Morse (Washington – Baltimore, 1844.). Telegrafske veze s Likom, gdje je Kovačević rođen, uspostavljene su već 1854. godine. Kovačević je objavio nekoliko elektrotehničkih knjiga



Slika 24.: Profesori rakovačke Velike realke snimljeni siječnja 1868., dvije godine prije dolaska mladog Nikole Tesle: Franz Kreminger, Christ. Niper, Vinz. Knapp, Franz Sehr - Josef Vitanović, Eman. Kregcz, Karl Pallasmann, Moritz Antolić, Martin Sekulić, Chrisli. Lechleitner, Nikolaus Živković. Obje su fotografije vlasništvo Hrvatskog školskog muzeja u Zagrebu.



Slika 25.: Martin Sekulić (1833. – 1905.), elegantno odjeven profesor matematike i fizike u Rakovcu, bio je jedna od najvažnijih osoba tijekom Tesline izobrazbe. Fotografija je iz siječnja 1868., snimljena dvije godine prije nego što je mladi Nikola Tesla započeo pohađati rakovačku Veliku Realku u svojoj 14. godini.



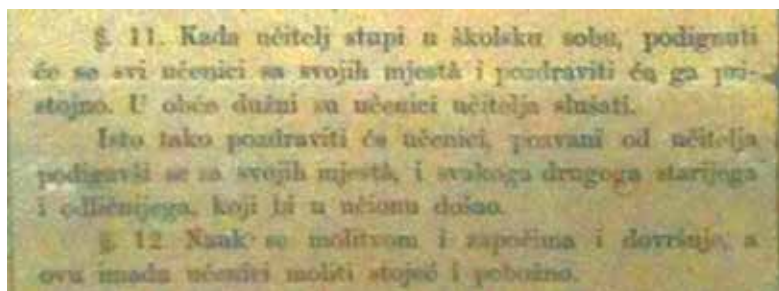
Slika 26.: U Hrvatskom školskom muzeju u Zagrebu čuva se opsežan disciplinarni propis za pučke učione u hrvatsko-slavonskoj vojničkoj Krajini objavljen godine 1874. u Zagrebu.



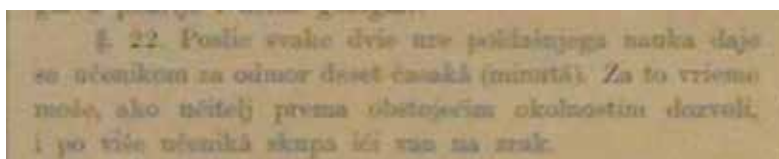
Slika 27.: Pravila vladanja bila su propisana

u Zagrebu na njemačkom jeziku, a rođen je u Smiljanu, kao i njegov zemljak Nikola Tesla. Vjerujemo da su se poznavali jer se obojica nalaze na navedenom popisu osnivača Elektrotehničkog društva u Beču.

U opsežnom izvješću o Velikoj realki u Rakovcu, koje je 1882. sastavio Franjo Valla, profesor povijesti u toj školi, navodi se: “(...) malo imade zavoda, koji bi imali ljepših i vrednijih kabineta i ljepše i vrednije učiteljske i učeničke knjižnice”. Velika realka u Rakovcu je, prema [Muljević: Martin Sekulić, str. 336], godine 1880./1881. imala:



Slika 28.: 11. Kada učitelj stupi u školsku sobu, podignuti će se svi učenici sa svojih mjesta...
12. Nauk se molitvom i započima i dovršuje... (detalj sa slike 27.)



Slika 29.: 22. Posle svake dvie ure poldašnjega nauka daje se učenikom odmor deset časaka
(minuta)... (detalj sa slike 27.)

“(...) fizikalni kabinet s 277 aparata i sprava; prirodopisni kabinet s preko 7000 primjeraka, 20 sprava i 125 slika. Matematički i geometrijski kabinet sa 181 modelom i 101 instrumentom; kemijski laboratorij sa 111 aparata i 87 sprava. Za prostoručno crtanje bilo je 1500 predložaka i 201 model. Učenička knjižnica imala je oko 1700, a učiteljska oko 2400 svezaka.”

Štoviše, Statistika nastave iz godine 1871. (petnaestogodišnji Nikola Tesla bio je tad učenik rakovačke Velike realke), navodi da fizikalni kabinet u rakovačkoj Velikoj realci posjeduje čak 579 sprava! Taj je kabinet, kao što smo već rekli, vodio profesor Martin Sekulić.

To sve pokazuje da je mladi Nikola Tesla imao izvrsne profesore, a škola u Rakovcu (Karlovcu) bila je upravo zavidno opremljena nastavnim pomagali-ma, posebno iz područja elektrotehnike. Koliko srednjih škola u Hrvatskoj ima danas vlastiti botanički vrt i meteorološku postaju, kao što je imala škola u Karlovcu, koju je od 1870. do 1873. godine pohađao Nikola Tesla?

Vrijedi dodati da je u karlovačkoj gimnaziji još u vrijeme dok ju je pohađao Nikola Tesla djelovalo Društvo za podršku siromašnih učenika.

Malo je poznato da se zadnji osmanlijski napad na grad Karlovac, s pokušajem njegova osvajanja, zbio godine 1878., tj. pet godina *nakon* završetka Teslina školovanja u Rakovcu. (Podatak dugujem profesoru Antunu Milinkoviću iz Karlovca.)



Slika 30.: Dio sprava iz fizikalnog kabineta Gimnazije Karlovac iz XIX. st., izložen u posebnom ormaru (snimljeno 2015.). Podsjetimo da je u vrijeme Teslina školovanja fizikalni kabinet imao čak 579 sprava!



Slika 31.: Grob akademika Martina Sekulića, vrlo važnog Teslina profesora, nalazi se blizu glavnog ulaza na zagrebački Mirogoj. Martin Sekulić nosio je visoku titulu kr. (kraljevskog) profesora. (Na istom je mjestu pokopana i njegova unuka arhitektica Srebrenka Sekulić-Gvozdanović.)



Slika 32.: Martin Sekulić, kr. Professor, 1833 – 1906. (Zahvaljujem profesoru Ivici Vukoviću i dr. Željku Hanjšu na informacijama.)

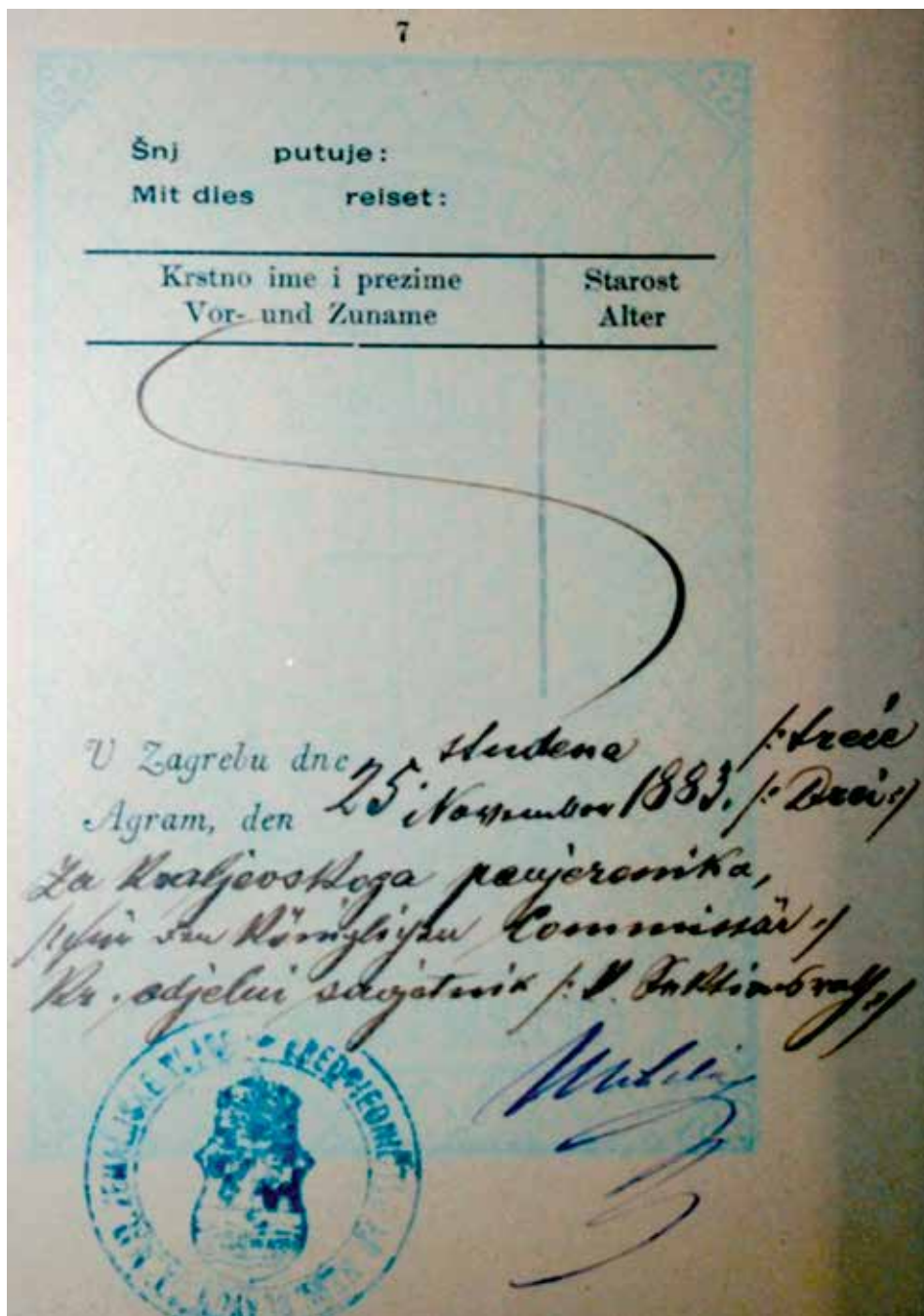
Tesla je u Grazu upisao studij matematike i fizike, u želji da postane profesor. Arhimed mu je bio životni ideal. Nema dvojbe da je toj želji bitno pridonijela osobnost Martina Sekulića, njegova gimnazijskog profesora.

Na koncu htjeli bismo istaknuti da je povijest elektrotehnike XX. st. osim Nikole Tesle obilježio još jedan hrvatski znanstvenik – Franjo Hanaman, koji je u suradnji s Aleksanderom Justom konstruirao žarulju s volframovom niti. Patentna je prava otkupila američka korporacija General Electric, a prilikom posjeta SAD-u Hanaman je sreo i svojeg zemljaka Nikolu Teslu. Nije nam poznato postoji li njihova zajednička fotografija. Podrobnije vidi u [Kaštelan-Macan]. Tijekom više od stotinu godina, od početka XX. st. do XXI. stoljeća, proizvedene su širom svijeta milijarde žarulja s volframovom niti, koje se temelje na patentima Hanamana i Justa, a u uporabi su i danas.

Nikola Tesla održavao je veze s nekolicinom istaknutih hrvatskih umjetnika u SAD-u, kao što su:



Slika 33.: Putovnica je Nikoli Tesli izdana u Zagrebu godine 1883., na hrvatskom jeziku, kad je imao 27 godina. Odobrila ju je Kraljevska hrvatsko-slavonsko-dalmatinska zemaljska vlada.



Slika 34.: Teslino je ime navedeno kao Nikolaus (na dnu fotografije). Na sredini vidimo grb Kraljevine hrvatsko-slavonsko-dalmatinske. Putovnica je izdana 1883., u Zagrebu, kad je Nikola Tesla imao 27 godina.

- operna pjevačica Milka Trnina (njezino se prezime često piše kao *Ternina*)
- violinist Zlatko Baloković
- kipar Ivan Meštrović.

Bilo bi od interesa doći do njihovih zajedničkih fotografija s Teslom. Prema [Kutniak], Milka Trnina je Nikoli Tesli osobno pjevala na jednom njegovu rođendanu, a prema Robert & Katherine Johnson (www.teslamovie.com/johnson_ontesla1.html), s prijateljima je bila u Teslinu Laboratoriju (uništenom tijekom požara 1895.) na Južnoj Petoj aveniji (South Fifth Avenue) u New Yorku. Ivan Meštrović se s Nikolom Teslom upoznao i sprijateljio tijekom svoje prve izložbe u SAD-u, održane 1925. u New Yorku. Vidi [Prpić, str. 281]. Milka Trnina često je viđana u društvu Nikole Tesle u njujorškom Metropolitaniu gdje je Tesla, veliki ljubitelj opera, imao stalno rezervirano mjesto u loži (www.infozagreb.hr/neuigkeiten/milka-ternina-world-famous-opera-diva).

Sljedeći primjer pokazuje kako je Nikola Tesla pomagao svojim zemljaci-
ma u SAD-u. Hrvatski slikar Ivan Benkovich, rođen 1866. u Rečici pored Karlovca, zalaganjem Nikole Tesle dobio je posao izvijestitelja i ilustratora u jednim novinama u Chicagu; vidi [Prpić, str. 286]. Umro je 1918. u Chicagu od tzv. španjolske groznice.

Zahvale

Zahvaljujem Hrvatskom školskom muzeju u Zagrebu na velikodušnoj pomoći u prikupljanju relevantnih podataka o školovanju Nikole Tesle u njegovoj domovini Hrvatskoj te na dopuštenju njihova objavljivanja u ovom članku, kao i Jadranki Lisek, voditeljici Središnje knjižnice FER-a Sveučilišta u Zagrebu. Susedljivošću profesorice Sande Furjanić i profesora Antuna Milinkovića iz Gimnazije Karlovac dobio sam uvid u Teslin gimnazijski arhiv. Zahvaljujem dr. Željku Hanjšu i dr. Branku Hanžeku na pomoći oko literature, mr. sc. Ivici Vukoviću na korisnim savjetima, te prof. dr. Zvonku Benčiću na poticaju da članak bude napisan. Članak je nastao na temelju postojećeg mrežnog prikaza [Žubrinčić].

Izvori

- [1] Arhiv Gimnazije Karlovac: Carska i Kraljevska Velika realka u Rakovcu, digitalizirana školska izvješća iz XIX. st., www.gimnazija-karlovac.hr/digitalizirana-skolska-izvjesca/carska-i-kraljevska-velika-realka-u-rakovcu.html
- [2] Gimnazija Karlovac: *Nikola Tesla*, www.gdimnazija-karlovac.hr/ucenici/poznati-bivsi-ucenici/49-nikola-tesla.html
- [3] Zlatko Jurić: *Rasprave o osnivanju Visoke tehničke škole u Zagrebu na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće*, PROSTOR, 10 (2002) 2[24], 135-153.

- [4] Stanislav Južnič: *Nikola Tesla študira kemiju* (ob 70-letnici smrti), *Acta chimica slovenica*, vol 60., no. 2. (2003), 46–55.
- [5] Marija Kaštelan-Macan: *Franjo Hanaman*, FKIT, Zagreb, 2017.
- [6] Karl Kutniak: *Bilješka o pjevanju Milke Ternine na Teslinu rođendanu*, pisana 28. studenog 2015. uz prikaz povodom 150. obljetnice rođenja Milke Trnine (Zum 150. Geburtsstag von Milka Ternina), <http://operallounge/features/portraits-interviews/zum-150-geburtstag-von-milka-ternina>)
- [7] Enver Ljubojević: *Grbovi plemstva Like, Gacke i Krbave*, Megrad, Zagreb, 2003.
- [8] Antun Milinković: *Botanika u srednjim školama grada Karlovca od druge polovice XVII. st. do početka XX. st.*, Karlovac 2011. ISBN 978-953-56626-0-0 (knjiga sadrži mnoge podatke vezano uz rad Gimnazije Karlovac u vrijeme dok ju je po-
hlađao Nikola Tesla)
- [9] Vladimir Muljević:
 - *Nikola Tesla, slavni izumitelj*, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb, 2000.
 - *Martin Sekulić* (1833. – 1905.), *Elektrotehnika*, br. 5., 1973., str. 331–338.
 - *Život i djelo Nikole Tesle / The life and work of Nikola Tesla*, *Energija*, 55, br. 2 (2006), str. 218–235.
- [10] Vladimir Njegovan: *Nikola Tesla 1856.–1956.*, Prosvjeta, Zagreb, 1956.
- [11] Dušan Pejnović:
 - *Iz života i rada Nikole Tesle*, *Nastavni vjesnik*, Zagreb, 1927., str. 192–202.
 - *Iz života i rada Nikole Tesle*, *Priroda* 7 (1936.), 196–205 (članak je digitalizirala <http://library.foi.hr>)
 - Predavanje Maxa Plancka u Zagrebu 15. rujna 1942. (iz dnevnog tiska NDH, sačuvao Tihomir Šurina), vidi također [Randić]
 - *Nikola Tesla* (10. VII. 1856. – 1943.), *Priroda* 7 (1944.), 100–108 (članak je digitalizirala <http://library.foi.hr>)
 - *Iz života i rada Nikole Tesle, II. Tesline struje*, *Nastavni vjesnik*, Zagreb, 1927., str. 299–306.
 - *Iz života i rada Nikole Tesle* (svršetak), *Nastavni vjesnik*, Zagreb, 1927., str. 345–354.
 - *Teslina istraživanja u vezi s razvojem brzjava bez žice*, *Nastavni vjesnik*, Zagreb, 1930, str. 46–56.
 - *Uz osamdesetgodišnjicu Nikole Tesle*, *Nastavni vjesnik*, Zagreb 1935./36, str. 200–205.
 - *Iz djetinjstva Nikole Tesle*, *Matematičko-fizički list*, Zagreb, br. 2, 1954./1955., str. 65–66.
 - *O školovanju Nikole Tesle u Rakovcu*, *Matematičko-fizički list*, Zagreb, br. 3, 1956./1957., str. 112.
- [12] Ćiril Petešić: *Genij s našeg kamenjara / Život i djelo Nikole Tesle*, Školske novine, Zagreb, 1977. (knjižica je imala sedam izdanja, a prvo je tiskano u 10 000 primj-
eraka; podatak ljubaznošću prof. dr. Ante Bežena)
- [13] Greta Pifat-Mrzljak (ur.): *Znanost u Hrvata*, Klovečevi dvori, Zagreb, 1996.
- [14] Jure Prpić: *Hrvati u Americi*, Hrvatska matica iseljenika, Zagreb, 1997. ISBN 953 6525-09-7 (engl. izvornik: George J. Prpich: *The Croatian Immigrants in America*, Philosophical Library, New York)

- [15] Leo Randić (ur.): *Pola stoljeća od boravka nobelovca Max Plancka u Zagrebu, Priroda* 3-4-5 (1992), 8-9 (prilog sadrži članak Dušana Pejnovića iz 1942., vidi [Pejnović: Predavanje Maxa Plancka u Zagrebu 15. rujna 1942.])
- [16] Nikola Tesla: *My Inventions*, The Electrical Experimenter magazine, USA, 1919.
- [17] Ana Tomljenović: *Smiljan i okolica*, Državni arhiv Gospić, 2011.
- [18] Ivica Vuković i Anda Valent: Autori matematičkih rasprava u izvješćima rakovačke Realke, *Prirodoslovlje* 16 (2016.) str. 89–110 (osobito 103-109).
- [19] Josip Moser: *Osnutak Austrijskog elektrotehničkog društva u Beču 1886. godine*, predavanje održano u rujnu 1986. na ETH Graz.
- [20] Darko Žubrinić: *Školovanje Nikole Tesle u Hrvatskoj*, www.croatianhistory.net/etf/tesla.html

Education of Nikola Tesla in Croatia and his professor Martin Sekulić

Darko Žubrinić

Summary. Nikola Tesla attended Higher Real School in the town of Rakovac (now a part of the city of Karlovac) in Croatia, from 1870 to 1873, when he was between 14 and 17 years of age, and where the lectures were still held in German language (except for History and Religion, which were taught in Croatian). Among his professors, especially important was Martin Sekulić, who lectured Electrical Engineering and Mathematics. Furthermore, Sekulić was also an active researcher, due to which in 1873 he was elected as a corresponding member of the Academy of Sciences and Arts in Zagreb, in the Department of Mathematics and Natural Sciences. Sekulić also founded physical laboratory at the Real School, which in the early 1870s had an exceptionally rich collection of as many as 579 instruments. In his *Autobiography*, Nikola Tesla mentioned Sekulić's ingenious experiments in the school, which enthused him at an early age in choosing Electrical Engineering as his lifelong profession. Among school subjects that Tesla listened to was his mother tongue Kroatische Sprache (Croatian language). It is surprising that at the mentioned school he had up to 9 hours of Mathematics lectures weekly. All this indicates that Tesla had very good teachers and obtained excellent high school education. In the existing contemporary monographs and books dealing with Tesla, the role of Martin Sekulić in the formation of young Nikola has been almost entirely neglected.

Key words. Nikola Tesla, Martin Sekulić, Higher Real School, Rakovac, education, Karlovac, Croatia, Croatian-Slavonian Military Frontier.

*Zvonimir Jakobović*¹

Oton Kučera – predsjednik Matice hrvatske i prvi promicatelj radija u Hrvatskoj²

Malo je poznato kako je dr. Oton Kučera, svojedobno predsjednik Matice hrvatske, osim što je bio veliki promicatelj znanstvenih i tehničkih dostignuća i osnivač Zvezdarnice u Zagrebu, predsjednik Hrvatskog prirodoslovnog društva, bio i naš prvi promicatelj i popularizator radija u njegovim počecima u Hrvatskoj. Zbog toga je prije više od devet desetljeća izabran za prvog predsjednika Radiokluba Zagreb osnovanog 29. ožujka 1924. U njemu su se okupili ljudi koji su nešto znali o radiju s ciljem promicanja radija, onodobnog čuda tehnike, te kao prvom zadaćom pokretanjem radiopostaje u Zagrebu, koja će pod nazivom Radio Zagreb početi rad 15. svibnja 1926. godine. Devedeseta godišnjica prigoda je da se dr. Kučere sjetimo kao prvog promicatelja radija u Hrvatskoj.

Uvod

Dr. Oton Kučera (Petrinja, 1857. – Zagreb, 1931.), bio je fizičar te je radio kao gimnazijski profesor u Požegi i Zagrebu. Bio je veliki promicatelj prirodnih znanosti i onodobnih tehničkih izuma, kao i plodan pisac znanstveno-popularnih napisa u novinama i časopisima te niza knjiga. Bio je osnivač Zvezdarnice u Zagrebu, prvi promicatelj radija u nas, te prvi predsjednik prvog Radiokluba Zagreb, u kojem su se okupili tadašnji *prijatelji radija*, kako su sami sebe

¹Dr. sc. Zvonimir Jakobović, umirovljeni fizičar i leksikograf, istraživač povijesti tehnike i autor niza napisa o povijesti radiokomunikacija i radiotehnike.

²Predavanje pod naslovom *Oton Kučera – prvi promicatelj radija u Hrvatskoj*, održano je 15. svibnja 2014. u ogranku Matice hrvatske u Zadru.



Slika 1.: Portret dr. Otona Kučere iz 1927. godine

nazivali. Oton Kučera bio je predsjednik Matice hrvatske u razdoblju 1909. – 1916. godine.

Za razumijevanje Kučerina doprinosa valja se vratiti na same početke radija. Njemački fizičar Heinrich Hertz (1857. – 1894.) dokazao je 1886. – 1888. postojanje elektromagnetskih valova koje je u svojoj elektromagnetskoj teoriji još 1865. predvidio genijalni engleski fizičar James Clerk Maxwell (1831. – 1879.). Takva elektromagnetska promjena koja se rasprostire u prostoru, nastaje među drugim pojavama i pri preskakanju električnih iskri. Hertz je istraživao svojstva tih valova, ne nalazeći u njima neku praktičnu primjenu, u čemu ga je spriječila i prerana smrt. Francuski fizičar Édouard Branly (1840. – 1940.) konstruirao je 1890. detektor za otkrivanje takvih valova koji je nazvan *kohererom* (lat. *cohaerere*: prijanjati). To je bila vrlo jednostavna naprava: staklena cjevčica s dvjema elektrodama, ispunjena željeznom piljevinom. Pri dolasku elektromagnetskih valova piljevina se usmjeravala prema elektrodama i bolje povezivala, što je povećavalo električnu vodljivost cijele naprave.

1. Počeci radija

Na osnovi Hertzovih pokusa i u njima proizvedenih elektromagnetskih valova, tad nazivanih Hertzovim valovima, ponajprije su Nikola Tesla (1856. – 1943.), Aleksandr Stepanovič Popov (1859. – 1906.) i Guglielmo Marconi (1874. – 1937.), ali ubrzo i mnogi drugi, postavili na samom kraju XIX. stoljeća tehničku primjenu za prijenos signala, nazvanu prvotno bežičnom telegrafijom i bežičnom telefonijom, a potom radijom. [1]

Nikola Tesla je u Americi od 1891. istraživao pojave prouzročene visokofrekvencijskim strujama u električnoj rasvjeti, prijenosu električne energije i dr. Za *bežični prijenos* električne energije upotrebljavao je od 1893. godine *elektrode istaknute u okolni prostor*, tj. *antene*, te o tome održavao javna predavanja po SAD-u i Europi. Tesla je od 1896. godine prijavio nekoliko patenata s četirima načelima *bežičnog prijenosa* električne energije i signala: 1. primjena VF struja, 2. uporaba antene, 3. uporaba po dva titrajna kruga na odašiljačkoj i prijamnoj strani, te 4. primjena rezonancije svih krugova. U najvažnijem od tih patenata Tesla navodi: »Aparati koje sam pokazao imat će – bez ikakve sumnje – mnoge druge korisne primjene, kao npr., kada se želi prenijeti razumljive vijesti na veliku daljinu.«

Aleksandr Stepanovič Popov je u Rusiji izradio 1895. godine prijamnik elektromagnetskih valova koji nastaju pri električnom izbijanju u atmosferi, tzv. *vjesnik oluje*. Popov je 7. svibnja 1895. održao predavanje o elektromagnetskim valovima u Sankt Peterburgu, a na jednom takvom predavanju 24. ožujka 1896. prenio je prvi radiotelegram, s tekstom *Heinrich Hertz*. Njegovi su uređaji postavljani na brodove ruske ratne mornarice, s kojima je u ljeto 1897. održana prva veza između brodova na Baltiku, na udaljenosti od 5 km.

Guglielmo Marconi obavljao je pokuse s Hertzovim valovima, prvo u Italiji, a potom je prešao u Veliku Britaniju, nastojeći za takvu *bežičnu vezu* zainteresirati englesku poštu i mornaricu. U tu je svrhu javno priređivao dojmljivo premošćivanje mora i oceana. Tako je 14. svibnja 1897. radiovezom premostio Bristolski kanal (na udaljenosti 14 km), a 27. ožujka 1899. premostio je Engleski kanal (187 km). U javnosti je osobito odjeknula vijest kako je Marconi 12. prosinca 1901. radiovezom premostio Atlantik (3400 km) na frekvenciji oko 800 kHz (valna duljina oko 375 m), ulaznom snagom odašiljača od 18 kW. Od cijelog su radioteograma poslanog iz Poldhua u Cornwallu (Engleska), u St. John'su na Newfoundlandu (Kanada) razabrana između atmosferskih šumova samo tri kratka signala (•••), što je telegrafski Morseov znak slova S. Bez obzira na to je li taj prijenos uistinu bio ostvaren ili su sudionici o tome imali samo dojam, taj se prijenos smatra početkom *era radija*.

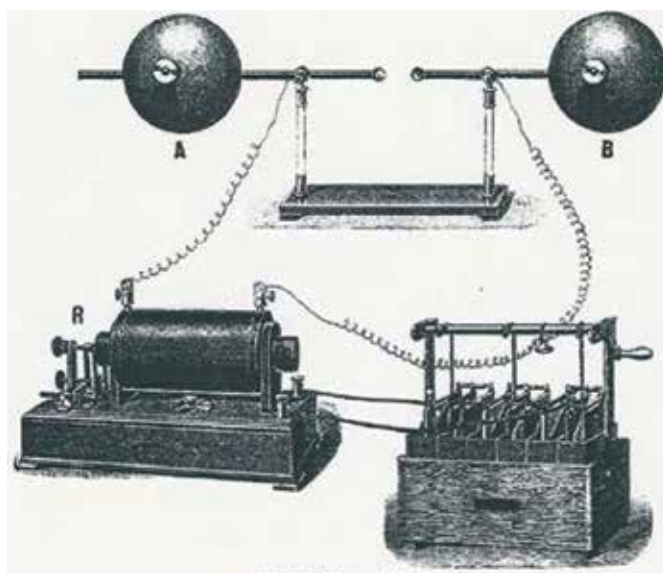
Danas neki nazivi iz početaka radija izazivaju zabunu jer su nestali ili su poprimili druga značenja:

- *bežičan* (bežična telegrafija, bežična telefonija, bežično upravljanje itd.)
- prvotni nazivi za neke od primjena radija
- *bežična telegrafija* i *bežična telefonija* – nazivi koji su se rabili početkom XX. stoljeća; nakon Prvog svjetskog rata prevladava naziv *radio*; u drugim jezicima nazivi su: engl. *wireless*, njem. *drahtlose*, franc. *sans fil*, tal. *senza fili*, rus. *беспроволочный*, itd.
- *wireless*, suvremeni engleski naziv za bežične računalne veze i mreže
- *radio šport*, u nas prvotni naziv za *radioamaterizam*

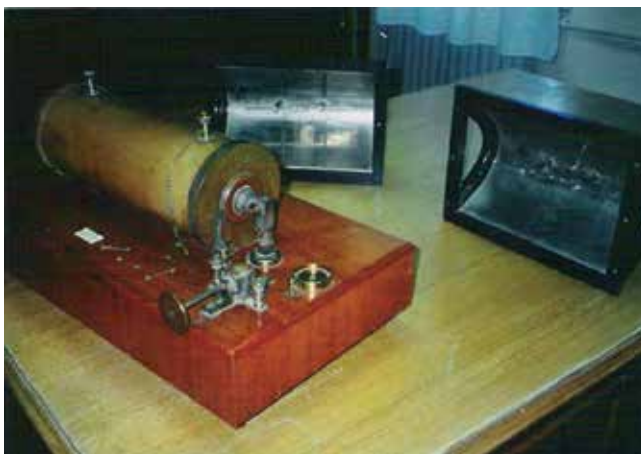
- *radio* (franc. *la radio*, prema lat. *radiare*: zračiti), općenit naziv za komuniciranje s pomoću umjetno proizvedenog elektromagnetskog zračenja u području od nekoliko stotina kiloherca do nekoliko gigaherca (tzv. Hertzovi valovi ili radiovalovi)
- *radijski*, suvremeniji pridjev (radijski prijamnik, radijski program itd.)
- *radiokomunikacije*, suvremeni stručni naziv za *radio*
- *radiodifuzija*, primjena radiokomunikacija kao sredstva javnog informiranja
- *radioamaterizam* (engl. *amateur-radio*; njem. *Amateurfunk*, tal. *radio-amatoriale*, rus. *радиолюбительство*), hobističko bavljenje radiom
- njem. *Rundfunk* (~ kružna iskra), kraće *Funk*, prema prvotnom stvaranju radiovalova električnim iskrama, rabi se u nazivima *Funkverkehr*: radiokomunikacije, *Rundfunkdienst* ili *Funkdienst*: radijska služba i dr., potom u nazivima radiodifuzijskih postaja, programa i sl.

2. Kučera i Hertzovi pokusi

Kučera je u razdoblju od 1886. do 1892. bio gimnazijski profesor fizike u Požegi. Prema predaji, Kučera je 1890. – 1892. u požeškoj gimnaziji izradio Hertzov oscilator s iskrištem i prijamnik s kohererom. Uređaji koji se pripisuju Kučeri sačuvani su u kabinetu za fiziku požeške gimnazije. [2]



Slika 2.: Pribor za Hertzov oscilator s iskrištem (onodobni crtež)



Slika 3.: Ruhmkorffov induktor te koherer i iskrište smješteni u paraboličnim zrcalima u kabine-
tu fizike požeške gimnazije, za koje se vjeruje da je s njima radio dr. Oton Kučera, ili makar
potaknuo njihovu izradu (oko 1890. – 1892.)

Od jeseni 1892. profesor je na Realnoj gimnaziji u Zagrebu. Doktorirao je 1899. godine u Zagrebu te je postavljen za “učitelja matematike i fizike s mehanikom” na Šumarskoj akademiji Mudroslovnog fakulteta u Zagrebu.

3. Prve primjene radija

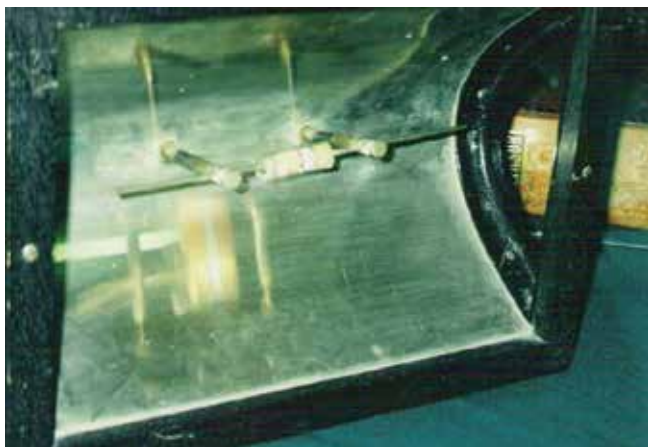
Radio se na samim počecima počeo primjenjivati za *radiotelegrafiju* – prijenos telegrafskih signala, ponajprije Morseovim znakovima, potom slovo-broječanim znakovima. Slijedilo je *daljinsko upravljanje* (telekomanda) – upravljanje mehanizmima s pomoću radijskih signala.

U razdoblju od 1909. do 1920. primjenjivao se u SAD-u za pokusne radioprijenose zvuka, ponajprije govora i glazbe, što je nazvano *radiotelefonijom* ili *radiofonijom*. Odašiljanje zvučnih obavijesti namijenjeno širokom krugu korisnika, bez povratne informacije, nazvano je u SAD-u (*radio*) *broadcasting* (*širenje*), u drugim jezicima *radiofonija*, a potom se ustalio naziv *radiodifuzija*.

Ubrzo je shvaćeno kako se u tome otvaraju mogućnosti novog oblika javnog priopćavanja, te čak i gospodarske djelatnosti.

Prva licencirana radiodifuzijska postaja s pozivnom oznakom KDKA (Pittsburg, SAD), počela je rad 27. listopada 1920., prva radiodifuzijska postaja u Europi (Eiffelov toranj u Parizu), u veljači 1921., a u Londonu je 14. studenog 1922. počeo odašiljati British Broadcasting Corporation (BBC).

Prva radiodifuzijska postaja na jugoistoku Europe bio je Radio Zagreb, koji je počeo odašiljati 15. svibnja 1926. godine.



Slika 4.: Koherer iz Kučerinih uređaja

4. Prve primjene radija u Hrvatskoj

Na području Hrvatske prvo su bile postavljene radiotelegrafske postaje austrougarske mornarice u Puli i Šibeniku (oko 1909.), a od 1912. godine i na nekim ratnim brodovima.

U jesen 1918. godine skinuta je radiotelegrafska postaja s krstarice *Novara* i postavljena na Gornjem gradu u Zagrebu. U doba kratkotrajne Države SHS trebala je služiti za održavanje radiotelegrafskih veza između Zagreba i europskih gradova u kojima su održavane sjednice mirovne konferencije. Nazvana je Radio Grič. Velika žičana antena bila je desetljeće razapeta između Lotrščaka i zgrade Geofizičkog zavoda, te je bila znak novovjeke tehnike!

5. Radioamateri

Nova tehnika komuniciranja radiovalovima izazvala je neobično velik interes pa su, osim profesionalnog rada, mnogi znatiželjnici počeli pokuse s radiovezama kao slobodnim bavljenjem. Nazvali su se *radioamaterima*. Radioamateri u SAD-u su se 1914. godine, prvi u svijetu, udružili radi promicanja radija i uspostave radiomreža za prijenos obavijesti diljem SAD-a. Udruga je nazvana Američkom radiorelejnou udrugom (ARRL, prema engl. *American Radio Relay League*), kako se i danas naziva radioamaterska udruga u SAD-u. Radioamaterski se pokret neobično brzo širio svijetom.

U Hrvatskoj su *prijatelji radija*, kako su se u nas tad nazivali radioamateri, osnovali 29. ožujka 1924. u Zagrebu Radioklub Zagreb. [3]



Slika 5.: Na naslovnici prvog godišta *Radio športa* nalazi se crtež dojmљive antene Radio Griča

Bili su to redom uglednici iz javnog života, visokog školstva, gospodarstva: profesori, liječnici, bankari, odvjetnici, potom direktor i tehnički upravitelj Zagrebačkog zbora (prethodnika Zagrebačkog velesajma), predsjednik novinarskog udruženja i dr. Za predsjednika Radiokluba Zagreb izabran je dr. Oton Kučera.

Radioklub Zagreb imao je dva osnovna cilja: promicanje radija u javnosti i osnivanje radiofonijskih postaja u Hrvatskoj, ponajprije Radio Zagreba. Odmah je pokrenut časopis *Radio šport*, koji je izlazio 1924. i 1925. godine. Glavni urednik bio je dr. Svetozar Varićak, kemičar, sveučilišni profesor. Nakladnik je bio Radiokonzern Zagreb, osnovan da bi ustanovio Radiopostaju Zagreb. [4]

Na II. Glavnoj skupštini *Radiokluba Zagreb*, održanoj 25. travnja 1925., dr. Oton Kučera izabran je za prvog počasnog člana i počasnog predsjednika: "Skupština je burnom aklamacijom prihvatila taj prijedlog." Za novog predsjednika Radiokluba Zagreb izabran je dotadašnji potpredsjednik inženjer Velimir Stiasni, direktor Zagrebačkog zbora.

Dr. Oton Kučera bio je zbog svojeg popularizatorskog rada cijenjen u cijeloj zemlji. Tako je u Zagrebu 19. rujna 1925. održan Prvi kongres prijatelja telefonije bez žica, iz cijele tadašnje države, na kojem je pri otvaranju održao govor "počasni predsjednik Radiokluba u Zagrebu, prof. dr. Oton Kučera". Govor je objavljen u glasilu *Telegraf i telefon* iz 1925. godine.



Slika 6.: Radijski prijamnik s početka 1920-ih godina, s elektronskim cijevima, pomičnim zavojnicama, uz prijam na slušalice

6. Osnivanje *Radio Zagreba*

Dioničarsko društvo Radio-Zagreb obavilo je od 1924. sve pripreme za osnivanje Radio Zagreba. Osiguran je novac, iznajmljena zgrada, uređen potreban prostor za studio i opremu. Odašiljač je nabavljen od njemačke tvrtke Telefunken, a već je radio u Salzburgu koji ga je zamijenio snažnijim. Studio, tehnička oprema i visoka štapna antena postavljeni su u dvorišnoj zgradi na uglu Markova trga i Ćirilometodske ulice. Nakon velikih poteškoća oko dopuštenja za osnivanje i rad Radio Zagreba, koje je trebalo izdati tadašnje Ministarstvo pošta i telegrafa, što se oduljilo na više od godinu dana, početak odašiljanja predviđen je za prve dane svibnja, ali su zadnji čas nastale poteškoće s napajanjem električnom energijom.

Zagrebački *Jutarnji list* najavio je 1. svibnja 1926. pod naslovom *Radio Zagreb – broadcasting na Griču*: “Dan 15. maja znači za Zagreb jedan veliki događaj. Od toga će naime dana široki svijet znati da i na ovom kraju svijeta koji Zapad vrlo rado naziva Balkanom, živi narod koji znade kročiti uz bok ostalim zapadnim kulturnim narodima, kad se radi o jednoj ovakovoj kulturnoj ustanovi kao što je radio.”



Slika 7.: Slušanje radija u počecima Radio Zagreba

Radio-Zagreb, prva hrvatska radiodifuzijska postaja, prva i na jugoistoku Europe, prvijenac današnjeg Hrvatskog radija, počeo je odašiljati *uživo* bez prethodnih pokusa, u subotu 15. svibnja 1926. godine u 20:30 sati, dakle prije devet desetljeća. Odašiljanje je počelo *Lijepom našom*, koju je na početku i na kraju programa na glasoviru izveo skladatelj Krsto Odak, te najavom naše prve spikerice, književnice Božene Begović: “Halo, halo, ovdje Radio-Zagreb.” Odašiljao je na valnoj duljini od 350 m, snagom od 350 W. Prve su radioemisije bile velika senzacija, a primane su u krugu oko 300 kilometara oko Zagreba, sve do Beča. Bio je to tad velik uspjeh skupine *prijatelja radija*, na čelu s dr. Otonom Kučerom, koji su prije više od dvije godine počeli pripreme za osnivanje *radio-fonijskih postaja* u Hrvatskoj.

7. Kučerino pisanje o radiju

Kučera je 1902. objavio u Matičinu *Viencu* prvi članak na hrvatskom jeziku *Hertzovi električni valovi i Marconijev telegraf bez žica* [5]. Taj je članak Kučera iste godine objavio kao knjižicu [6], a sljedeće ga je godine uklopio u svoju knjigu *Valovi i zrake* u izdanju Matice hrvatske [7].



Slika 8.: Početak Kučerina članka u *Vienu* iz 1902. godine.

Za povijesno su razmatranje zanimljivi početak i kraj tog Kučerina teksta. Na prvoj stranici Kučera navodi poticaj:

“Početkom godine 1902. pronio je telegraf po zemaljskoj kugli senzacionalnu vijest, da je mladi talijanski inženir *Marconi* poslao iz Poldhua u Engleskoj preko atlanskog oceana u New Foundland telegram bez žica. (.....) Ta za Marconijev telegraf zemaljskih je daljina gotovo nestalo.”

Napis završava oduševljen Teslinim radom:

“..... I tu upire ovaj čas čitav svijet oči svoje u *sina hrvatske zemlje Nikolu Teslu*, koji istražuje prirodu onkraj oceana. Što danas Evropa u tom smjeru upotrebljava i izvodi, to upravo iščezava spram rezultata *Teslinih*. Iskrene što ih on umjetnim načinom dobiva, pravi su orijaši spram evropskih iskara.”

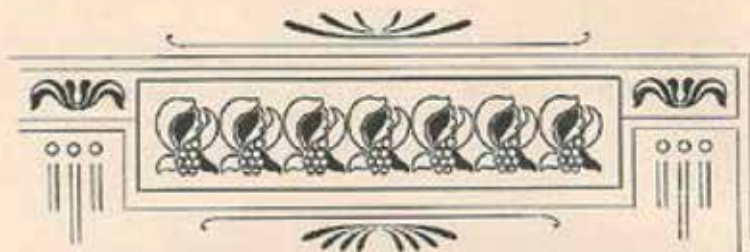
Matica hrvatska izdala je 1925. godine Kučerinu knjigu *Telegraf i telefon bez žica* kao 5. knjigu Novovjekih izuma. To je prva knjiga na hrvatskom jeziku koja temeljito obrađuje radio. Na više od stotinu stranica, uz brojne ilustracije, sustavno opisuje radio i radiotehniku. Knjiga je pisana nekoliko godina prije, pa je Kučera, nažalost, u naslovu zadržao tad već zastarjeli naziv radija *Telegraf i telefon bez žica*. Ta je Kučerina knjiga desetljećima bila početna literatura hrvatskim radiotehničarima, inženjerima, fizičarima i radioamaterima.



Slika 9.: Naslovnica prve knjige o radiju na hrvatskom jeziku iz 1902. godine, koja je pretisak Kučerina članka iz *Vienca*



Slika 10.: Naslovnica Kučerina djela *Telegraf i telefon bez žica* objavljenog 1925. godine

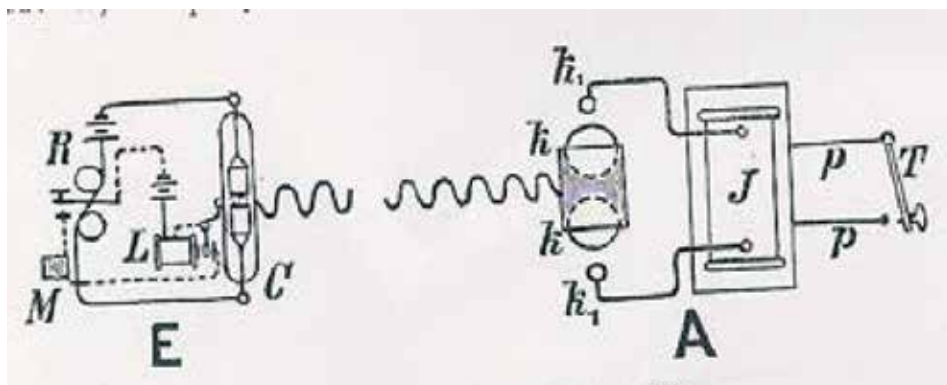


XII.

Električni valovi.

Hertzova otkriće električnih valova u eteru. — Što je električna valna. Leydenke boce. — Električno titranje. — Righijev oscilator. — Električna resonancija. — Brualjev lukohker. — Marconijev telegraf bez žica. — Testini pokusi.

Jedva je prošlo pò stoljeća, što su se po našem planetu razapele prve žice za električni telegraf: godine 1843. predana je prometu prva telegrafska linija po sustavu Morseovu između Washingtona i Baltimora. Još je dosta ljudi na životu, koji su kao mladići gledali na svoje oči prvo uređjivanje telegrafskih linija u Americi i Evropi i čudom se čudili tomu najnovijemu obretu fizičara. A nije bila ni šala: nespomena je i na oko mrtva pred njima bila žica; no kako bi joj čovjek na jednom kraju predao neke znakove, oživjele bi sprave namještene na drugom kraju žice i te bi sprave vjerno ponavljale sve znakove predane žici! Brzinom se strijele prenose ti znaci po žici dugačkoj tisuće kilometara i jedva si trenno okom, a znaci su već na drugoj staciji. Tad je prvi put u šire vrste obrazovane publike došao neki pojam o tajinstvenom djelovanju električnih sila, koje se brzo kao strijela šire pomoću žica; danas već svako dijete zna nešto o „električnim strujama“ u žicama, o njihovim zakonima i prevažnim učincima, i ako još nitko na Zemlji ne zna, što je za pravo ta elektriciteta. No ako i ima vidoka prvih telegrafskih linija još na životu, oni za stalno nijesu ni u snu tada mogli slutiti, što je taj izum ljudima vrijedio, i koliku će revoluciju izvesti u njihovim kulturnim i materijalnim prilikama. To



Slika 12.: Ilustracija bežičnog telegrafiranja iz Kučerina napisa

Zbog osobite važnosti za hrvatsku tehničku literaturu, Matica hrvatska i Hrvatska zajednica tehničke kulture objavile su 1995. godine pretisak *Telegrafa i telefona bez žica* [8] s kritičkim pogovorima u *Dodatku pretiska* [9].

8. Duboki razlozi Kučerina promicatelskog rada

Istraživanjem Kučerinih napisa postavlja se pitanje: Zašto se Kučera toliko predano bavio promicanjem prirodnih znanosti i tehnike? [10], [11]

U predgovoru knjige *Crte o magnetizmu i elektricitetu* (Matica hrvatska, 1891.), Kučera piše kako je:

“(…) pisac ove knjige kušao da hrvatsku inteligenciju povede k spoznaji danas jamačno najvažnijih i najzanimljivijih dviju prirodnih sila: *magnetizma i elektriciteta* (...) pa će biti sretan, ako je išta tome doprinesao, da se ljubav k promatranju i izpitivanju prirodnih sila u hrvatskom narodu razširi.”

Napis *Hertzovi električni valovi i Marconijev telegraf bez žica* (Vienac, Matica hrvatska, 1902.) Kučera završava zazivom:

“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.”

Kučera je vizionarski vidio tehniku u “općoj naobrazbi hrvatske inteligencije”. U predgovoru knjige *Valovi i zrake* (Matica hrvatska, 1903.) piše:

“(…) da bi se mnogi pojavi u javnom i sukromnom životu hrvatskoga naroda posve drukčije razvijali, da su prirodne nauke sa svojim načinom mišljenja u većoj mjeri element općene obrazovanosti hrvatske inteligencije.”

Zaključak

Dr. Otona Kučeru valja promatrati ne samo kao zanesena promicatelja prirodnoznanstvenih otkrića i tehničkih izuma, nego i kao zauzeta promicatelja tehničke kulture u Hrvatskoj, kao temelja kulturnog i gospodarskog razvoja.

Kučerina nastojanja itekako vrijede i u naše vrijeme, a njegov promicateljski rad može biti primjerom širenja prirodnoznanstvene misli i tehničkih znanja. Kučerin promicateljski rad nastavlja se i danas u okviru Matice hrvatske i naših udruga tehničke kulture.

Literatura

- [1] Zvonimir Jakobović, *Stoljeće radija*. Hrvatska revija 2(2002)3, str. 59–68.
- [2] Branko Kempf, *Profesor Oton Kučera na radu u Požeškoj gimnaziji od 1886. do 1892. g.* Almanah Gimnazije u Požegi 1970., str. 113–116.
- [3] Zvonimir Jakobović, *Devedeseta godišnjica radioamaterizma u Hrvatskoj*. Radio HRS, 1(154) 2014., str. 5–9.
- [4] Radio šport – Oficijelni organ Radiokluba Zagreb. 1924. i 1925.
- [5] Oton Kučera, *Hertzovi električni valovi i Marconijev telegraf bez žica*. Vienac, XXXIV(1902), str. 251–253, 266–269, 278–280, 294–296.
- [6] Oton Kučera, *Hertzovi električni valovi i Marconijev telegraf bez žica*. Dionička tiskara, Zagreb, 1902.
- [7] Oton Kučera, *Valovi i zrake*. Matica hrvatska, Zagreb, 1903.
- [8] Oton Kučera, *Telegraf i telefon bez žica*. Matica hrvatska, Zagreb, 1925., Pretisak: Matica hrvatska i Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb, 1995.
- [9] Zvonimir Jakobović, *Prirodnoznanstvene i tehničke knjige Matice hrvatske*. Dodatak pretisku knjige: Oton Kučera, *Telegraf i telefon bez žica*.
- [10] Zvonimir Jakobović, *Oton Kučera – prvak radija u Hrvatskoj*. Tehnika u Hrvatskoj – Zbornik radova stručnoga skupa. Matica hrvatska, Zagreb 2004., str. 25–34.
- [11] Zvonimir Jakobović, *Oton Kučera kao promicatelj onodobnih otkrića i izuma*. Život i djelo Otona Kučere (1857. – 1931.). Zvezdarnica Zagreb i Zagrebački astronomski savez, Zagreb, 2008., str. 97–102.

Oton Kučera – President of Matica Hrvatska and the First Promotor of the Radio in Croatia

Zvonimir Jakobović

Abstract: It is not widely known that Dr. Oton Kučera, at one time the president of Matica Hrvatska, apart from being a great promoter of scientific and technical achievements and founder of the observatory in Zagreb, president of the Croatian Scientific Society (Hrvatsko prirodoslovno društvo), was also the first to promote and popularize the radio in its early stages in Croatia. As a result, more than nine decades ago he was elected to be the first president of the “Zagreb” Radio Club, founded on 29th March 1924. It gathered people who knew something about the radio, in order to promote the radio, a miracle of technology at that time, and its first task was to launch a radio station in Zagreb, which began work on 15th May 1926 under the title Radio Zagreb. On the 90th anniversary of that event we remember Dr. Kučera as the first to promote the radio in Croatia.

Key words: Oton Kučera, Matica hrvatska, Hrvatsko prirodoslovno društvo (Croatian Scientific Society), Radioklub Zagreb (Zagreb Radio Club), Zagreb radio station

Tatjana Kren

Vrijedan doprinos Otona Kučere hrvatskoj tehnici

Sažetak: Analiziran je bogat doprinos Otona Kučere (1857. – 1931.) hrvatskoj tehnici. U Beču je studirao matematiku, fiziku i astronomiju. U prosvjetu je djelovao kao srednjoškolski profesor fizike i matematike te učitelj fizike i matematike na Šumarskoj akademiji pri Mudroslovnom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Bio je zanesen tehničkim dostignućima svojeg vremena te se i sam okušao u izumiteljstvu i konstrukciji instrumenata za fizikalni kabinet u vinkovačkoj i požeškoj gimnaziji, Visokoj realki u Zagrebu i Šumarskoj akademiji. U svjetlarniku na krovu požeške gimnazije uredio je prvu školsku zvjezdarnicu u Hrvatskoj koja je počela rad 1888. godine.

Velik doprinos hrvatskoj tehnici dao je promicanjem prirodoslovnih i tehničkih otkrića u brojnim člancima i vrijednim knjigama [22]. Prvu knjigu, *Crte o magnetizmu i elektricitetu*, objavio je 1891., a zadnju, *Telegraf i telefon bez žica*, 1925. godine. Hrvatska stručna literatura o novim otkrićima i izumima u to je vrijeme još bila vrlo oskudna, što njegov doprinos čini još vrednijim.

Odlično je surađivao s hrvatskim stručnjacima koji su ga podržali i sudjelovali u osnivanju Zvjezdarnice Hrvatskog prirodoslovnog društva na Popovu tornju u Zagrebu (1903.). Njezin predstojnik bio je od 1903. do 1913. te od 1920. do 1925. godine. Bio je suosnivač i prvi predstojnik Geodetskog zavoda u Šumarskom domu u Zagrebu (1908.), začetka Tehničkog fakulteta u Hrvatskoj. Predavao je Višu geodeziju i Sfernu astronomiju.

Zadnji vrijedan doprinos Otona Kučere hrvatskoj tehnici bilo je djelovanje na osnivanju radijske postaje u Zagrebu. Izabran je 1924. za prvog predsjednika Radio kluba Zagreb i uspio u Beogradu dobiti dozvolu za osnivanje radijske postaje Zagreb koja je počela emitiranje 1926. godine, kao prva na jugoistoku Europe.

Ključne riječi: Oton Kučera, izum, konstrukcija instrumenata, promicanje prirodoslovlja i tehnike, Zvezdarnica u Zagrebu, Geodetski zavod, radijska postaja Zagreb

Uvod

Oton Kučera rođen je 1. siječnja 1857. u Petrinji, u ondašnjoj Vojnoj granici (krajini). Osnovnu školu pohađao je u Otočcu gdje mu je otac Franjo Kučera (1819. – 1892.) bio učitelj, a gimnaziju u Senju i Vinkovcima, gdje je maturirao [1]. Kao krajiški stipendist studirao je matematiku, fiziku i astronomiju u Beču te službovao kao profesor fizike i matematike u Vinkovcima (1876. – 1886.), Požegi (1886. – 1892.) i Zagrebu (1892. – 1899.). Doktorirao je 1899. disertacijom iz povijesti matematike obranjenom na zagrebačkom sveučilištu. Na Šumarskoj akademiji pri Mudroslovnom fakultetu predavao je kao (honorarni) učitelj matematike i fizike s mehanikom (1899. – 1909.), a potom naslovni javni izvanredni profesor (1909. – 1916.). Bio je član Hrvatskog prirodoslovnog društva od osnutka 1885. godine, urednik njegova Glasnika (1902. – 1908.), uveo je astronomiju i potaknuo osnivanje astronomske sekcije (1902.) u Društvu te osnivanje društvenog opservatorija, Zvezdarnice (1903.). Bio je znamenit hrvatski prirodoslovac, prosvjetitelj, pedagog, profesor, znanstvenik, pisac udžbenika i popularnoznanstvenih knjiga, organizator, predsjednik Matice hrvatske (1909. – 1917.), član od 1892. i tajnik Hrvatskog planinarskog društva te preteča modernog alpinizma, suosnivač i prvi predsjednik Radio kluba Zagreb koji je 1926. uspio osnovati radijsku postaju u Zagrebu. Razvidno je da je djelovao na brojnim poljima te ostavio trag u znanosti i tehnici, kulturi, prosvjeti i sportu (znanstvenom planinarstvu). Umro je u Zagrebu 29. prosinca 1931. godine [2]. U radu je analiziran njegov vrijedan doprinos hrvatskoj tehnici.

1. Oton Kučera kao konstruktor i izumitelj

Uređivanje fizikalnog kabineta tijekom djelovanja u vinkovačkoj gimnaziji od 1876. do 1886., a zatim petogodišnje uređivanje suvremenog fizikalnog kabineta u požeškoj gimnaziji, od 1886. do 1892., poslužilo je Kučeri kao uzor uređenja suvremenog fizikalnog kabineta koji je uređio u Visokoj realci u Zagrebu. U vinkovačkoj gimnaziji sačuvani su neki instrumenti iz Kučerina prosvjetnog djelovanja. Neke je nabavio u svrhu opremanja fizikalnog kabineta, a neke je vlastoručno izradio za fizikalni kabinet. Sačuvan je i mali



Slika 1.: Instrumenti iz Kučerine ostavštine u vinkovačkoj gimnaziji

refraktorski teleskop. [2] U požeškoj gimnaziji opremio je fizikalni kabinet u to vrijeme najsuvremenijim učilima za nastavu fizike, od čega je velik dio sačuvan. Sačuvani su i instrumenti fizikalnog kabineta koje je, prema tamošnjoj predaji, izradio Oton Kučera [3–5]. Tako se između više od četrdeset evidentiranih i katalogiziranih učila nalazi i koherer za Hertzove pokuse koji je vlastoručno izradio. Ruhmkorffov¹ induktor, iskrište (odašiljač) i koherer²



Slika 2.: Koherer za Hertzove pokuse

¹Heinrich Daniel Ruhmkorff (Rühmkorff) (1803. – 1877.), njemački konstruktor instrumenata.

²Koherer je detektor prisutnosti elektromagnetskih valova, korišten kod demonstracija Hertzovih pokusa. Izumio ga je 1890. francuski profesor fizike Édouard Branly (1844. – 1940.).

(prijamnik) smješteni su u paraboličnim zrcalima. Njemački fizičar Heinrich Rudolf Hertz (1857. – 1894.) prvi je 1888. dokazao postojanje elektromagnetskog zračenja, napravivši uređaj koji je proizvodio radio valove. Po njemu je dobila ime mjerna jedinica za frekvenciju herc (Hz). Kučera je, zahvaljujući instrumentu koji je sâm konstruirao, u požeškoj gimnaziji izvodio pokuse s elektromagnetskim valovima samo dvije do tri godine nakon Hertzovih pokusa.

Premda je u Beču završio studij fizike, matematike i astronomije (1876.), a doktorirao na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu disertacijom iz povijesti matematike (1899.) te nije imao formalno tehničko obrazovanje, razvidno je da je samostalno stekao solidna znanja iz tehnike koja je pobuđivala njegovo veliko zanimanje i da je umio praktično djelovati. To je dokazao i u kasnijem razdoblju.

1.1. Školska zvjezdarnica na požeškoj gimnaziji

U požeškoj gimnaziji ostavio je Kučera još jedan vrijedan trag. Osnovao je vjerojatno prvu školsku zvjezdarnicu u Hrvatskoj, a svakako prvu u kontinentalnoj Hrvatskoj. U sklopu dozvoljenog opremanja kabineta za fiziku, vjerojatno su brojne škole na hrvatskim područjima imale uz ostale instrumente i manji refraktorski teleskop. Za pretpostaviti je da su učenici s profesorima motrili neke nebeske objekte. Kučera se nije time zadovoljio nego je iskoristio svjetlarnik na krovu požeške gimnazije i u njega smjestio malu školsku zvjezdarnicu, slika 3. Zapisano je da je prva astronomska opažanja sa svojim učenicima započeo 1888. godine.³ Svjetlarnik je stajao sve do obnove i dogradnje gimnazijske zgrade 1939. godine [4]. U spomen na Kučerinu školsku zvjezdarnicu, na novoj zgradi gimnazije u Požegi izgrađena je zvjezdarnica “Oton Kučera”, otvorena u sklopu obilježavanja Dana škole 5. svibnja 2011. godine.

³U Malom Lošnju je zalaganjem Eugena Jelčića (Đelčić) (1854. – 1915.), profesora i upravitelja Nautičke škole osnovane 1855., između 1881. i 1895. izgrađen mali astronomski opservatorij ispred zgrade Pomorske škole. Imao je pasažni ili tranzitni instrument. Instrument se sastojao od durbina (koji može rotirati oko fiksne horizontalne osovine u vertikalnoj ravni koja se podudara s ravninom meridijana), vertikalnog kruga i mikrometra. Koristio se za vrlo precizna mjerenja vremena prolaza nebeskih tijela meridijanom, što omogućuje određivanje mjesnog zvjezdanog vremena odnosno astronomske duljine točke na Zemlji. Zvjezdarnica je imala i top koji je hicem označivao podne kako bi brodovi u luci mogli namjestiti svoje kronometre, precizne ure za mjerenje točnog vremena. Zbog te zvjezdarnice dio luke ispred Nautičke škole zvao se Zvjezdarnička luka. Nije poznata točna godina početka njezina djelovanja te je moguće da je starija od Kučerine.



Slika 3.: Kučerina školska zvjezdarnica na zgradi požeške gimnazije



Slika 4.: Unutrašnjost zvjezdarnice “Oton Kučera” u Požegi

1.2. Uređaj za magnetsku influenciju zemaljskim magnetizmom

Kučerin članak *Aparat za magnetsku influenciju zemaljskim magnetizmom* objavljen je u Nastavnom vjesniku iz 1899. godine. Autor ističe da je pokus sa zemaljskim magnetizmom bio opisan i u Weinholdovim⁴ knjigama, ali da ti pokusi nisu baš prikladni. Kaže da su nespretni jer previše vežu ruke eksperimentatoru, a ne pokazuju glavnu činjenicu: magnetiziranje u ravnini magnetskog meridijana uz kut inklinacije. Kučera ističe da je stoga osobno konstruirao uređaj i dao ga, uz potporu vlade, izraditi kod Lorenza u Chemnitzu, Njemačka. Uređaj je bio izložen 1896. na milenijskoj izložbi u Budimpešti. Nakon što je opširno opisao uređaj te ga prikazao i crtežom, Kučera opisuje i pokuse, a na kraju članka ističe prednost i korist uređaja: 1. pokazuje magnetsku influenciju zemaljskim magnetizmom puno egzaktnije nego stariji način, 2. ruke eksperimentatora nisu vezane i 3. ne treba željezni štap ni taknuti rukom, pa tako ne hrđa. Članak završava uputama za čuvanje uređaja: u ormaru, u položaju da željezni štap stoji horizontalno od istoka prema zapadu. Članak iz Nastavnog vjesnika preveo je na njemački i objavio ga u znanstvenom časopisu Glasnik hrvatskog naravnoslovnog društva iz 1900. godine.⁵

2. Promicanje prirodoznanstvenih otkrića

Oton Kučera sustavno je radio na promicanju prirodoznanstvenih otkrića. Uz brojne članke, za vrijeme djelovanja u požeškoj gimnaziji napisao je svoju prvu knjigu, *Crte o magnetizmu i elektricitetu*, objavljenu 1891. godine.⁶ Hrvatska stručna literatura u to je vrijeme još bila vrlo oskudna, pa to djelo bilo jedinstveno i po sadržaju i po opremi, a Kučera je u predgovoru napisao:

“Razvitak elektrotehnike već danas pokazuje da neće proći mnogo vremena pa će elektricitet u velike rabiti, da tjera svakovrsne strojeve, koje čovjek danas tjera parom ili pak svojom tjelesnom snagom. (...) ... pisac je ove knjige kušao da hrvatsku inteligenciju povede k spoznaji danas jamačno najvažnijih i najzanimljivijih dviju prirodnih sila: magnetizma i elektriciteta.”

Osvrnuo se na uporabu električne struje u električnim strojevima i uređajima pa opisuje električni tramvaj, električni brzovoz, telefon, mikrofonski uređaj, rasvjetu i drugo. Bila su to otkrića koja su izazivala veliku pozornost. Već

⁴Karl August Weinhold (1782. – 1829.), njemački znanstvenik.

⁵Kučera, O., *Demonstrationsapparat für die magnetische Influenz durch en Erdmagnetismus*, Glasnik hrvatskog naravnoslovnog društva, godište XI (1900) 2 + 7 str.

⁶Kučera, O., *Crte o magnetizmu i elektricitetu*, XVI. Knjiga serije Poučna knjižnica Matice hrvatske, Matica hrvatska, Zagreb, 1891.



Slika 5.: Naslovnica knjige *Crte o magnetizmu i elektricitetu*

je u toj knjizi prepoznatljiv Kučerin popularnoznanstveni stil kojim se odlikuju sva njegova djela. Krajem XIX. st. prvi je u Hrvatskoj objavio opširan prikaz rendgenskog zračenja, 1897. u Viencu, nepune dvije godine nakon Röntgenova⁷ otkrića. Objavio je 1902. opširan prikaz Hertzova otkrića elektromagnetskih valova, u kojem je izrazio oduševljenje Teslinim⁸ prinosom izumu radija [2] i [3].

U knjizi *Valovi i zrake* iz 1903.⁹ opisao je oblike titranja materijalnih čestica, pisao o elektromagnetskim valovima, telefonu, telegrafu, o Thomasu Alvi Edisonu¹⁰ te o Edisonovu fonografu, iznio prve početke radiotehnike i drugo. Predvidio je široke mogućnosti buduće primjene bežične telegrafije. Do 1908. pisao je već o dalekglasu ili telefonu, o Hertzovim električnim valovima,

⁷Wilhelm Conrad Röntgen (1845. – 1923.), njemački fizičar, nobelovac; otkrio je rendgenske zrake (X-zrake)

⁸Nikola Tesla (1856. – 1943.), znanstvenik i inovator svjetskog glasa, rođen u Smiljanu u Lici. Izumio je okretno magnetsko polje i višefazni sustav izmjeničnih struja. Po njemu je nazvana jedinica za magnetsko polje (gustoća magnetskog toka) tesla (T).

⁹Kučera, O., *Valovi i zrake*, Matica hrvatska, Zagreb, 1903.

¹⁰Thomas Alva Edison (1847. – 1931.), američki izumitelj



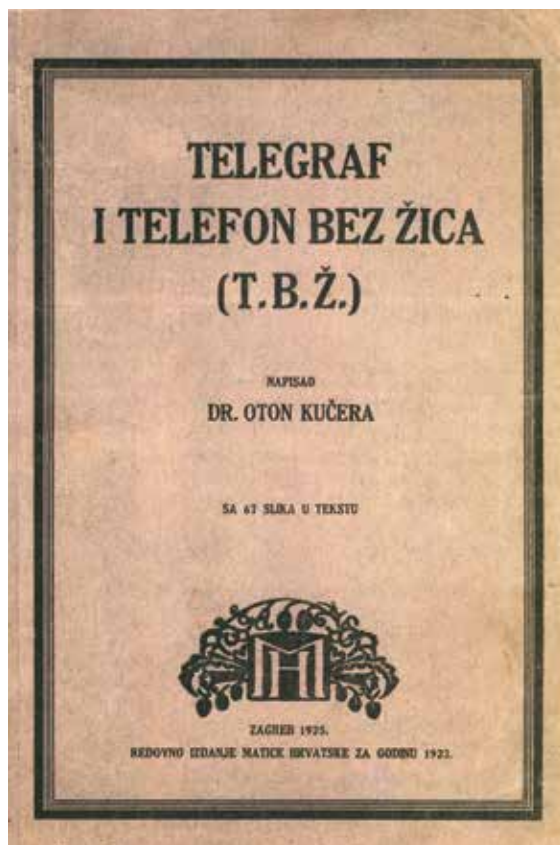
Slika 6.: Naslovnica knjige *Valovi i zrake*

Marconijevu¹¹ telegrafu bez žica, o Nikoli Tesli, o Pupinovoju¹² telefoniji, o parastroju s podgrijavanjem, o istraživanju s pomoću rendgenskih zraka i drugo [5], što pokazuje njegov interes za tehniku i nova tehnička otkrića koja je na svojevrstan način promicao.

Kučeru je i u daljnjem radu vodila želja za prosvjećivanjem hrvatskog naroda u prirodoslovlju i tehnici te je člancima, knjigama, predavanjima... neumorno popularizirao prirodne znanosti i tehnička dostignuća, osebujnim stilom kojim je na zanimljiv i razumljiv način tumačio znanstvena dostignuća. Tijekom

¹¹Guglielmo Marconi (1874. – 1937.), engleski i talijanski inženjer i fizičar, jedan od izumitelja bežične telegrafije. U Engleskoj je 1897. patentirao primjenu elektromagnetskih valova za bežičnu telegrafiju, a 1901. prvi je uspio predati radiosignal preko Atlantskog oceana. Godine 1932. uporabio je decimetarske radiovalove. Tesla je s njim vodio spor oko izuma radija koji je presuđen u Teslinu korist.

¹²Mihajlo Idvorski Pupin (1854. – 1935.), američki fizičar srpskog podrijetla. Pronalaskom nazvanim Pupinova teorija (1896.) riješio je problem povećanja dometa prostiranja telefonskih struja.



Slika 7.: Naslovnica knjige *Telegraf i telefon bez žica*

života objavio je 22 knjige i više od tri stotine različitih članaka, većeg i manjeg opsega [6]. Matica hrvatska izdala je 1910. treću knjigu serije Novovjeki izumi u nauci, obrtu i umjetnosti, pod naslovom *Noviji električni pojavi i izumi*, u kojoj je koautor, uz Stanka Plivelića¹³ i Jurja Božičevića¹⁴. Njegovih je bilo sedam poglavlja na oko 200 stranica.¹⁵ U četvrtom poglavlju pisao je o osnovnim zakonima struje, a u petom i šestom o modernim izvorima jednake električne struje. Osim principa rada pojedinih strojeva, opisao je i njihovu tehničku izvedbu, mogućnosti praktične primjene i njihovo značenje u životu čovjeka i u gospodarstvu [5].

¹³Stanko Plivelić (1868. – 1925.), fizičar, gimnazijski profesor; u Beču je 1897. obranio disertaciju *O teorijama o atmosferskom elektricitetu*

¹⁴Juraj Božičević, profesor splitske realke i suosnivač (1911.) Fotokluba Split

¹⁵Kučera, O., Plivelić, S. i Božičević, J., *Noviji električni pojavi i izumi*, III. knjiga serije Novovjeki izumi u nauci, obrtu i umjetnosti, Matica hrvatska, Zagreb, 1910.

U koautorstvu sa Slavkom Plivelićem objavio je 1913. knjigu *Novovjekni izumi*¹⁶, u kojoj je prikazao dinamo izmjenične struje. Knjiga je vrlo vrijedna i stoga što u to vrijeme hrvatska stručna literatura o toj temi nije ni postojala. Posebno se ističe knjiga *Gibanja i sile. Crtrice iz mehanike neba i zemlje*¹⁷ iz 1915., u kojoj je obrađena dinamika, a sve su pojave popraćene opisom pokusa.

Kučerina zadnja knjiga, *Telegraf i telefon bez žica*, objavljena je 1925. godine.¹⁸ Objašnjeni su novi pojmovi i problemi radiotehnike te navodi: "Kada ovi retci dođu do ruku čitateljica i čitatelja, stajat će u Zagrebu jamačno već postaja šiljačica sa 0,5 kilovata." Više od tisuću stranica u knjigama posvetio je elektricitetu i elektrotehnici pa ga neki ubrajaju među osnivače hrvatske elektrotehnike [5]. Njegovi članci i knjige o elektricitetu potaknuli su mnoge mlade ljude na studij elektrotehnike.

3. Suradnja s hrvatskim stručnjacima i osnivanje Zvezdarnice na Popovu tornju u Zagrebu

Obrtna škola u Zagrebu utemeljena je 1882. godine. U prvom i drugom razredu učenici su izučavali sve obrte, a potom bi se opredijelili za pojedini. Prvi osnovani odjel bio je Građevno-obrtni odjel (bravarstvo, klesarstvo, stolarstvo i tokarstvo). U razvojnem putu Obrtne škole važno je osnivanje Tečaja za obrazovanje graditelja i pomoćnog osoblja¹⁹, 1892. godine, s četirima razdjelima: graditeljskim, zidarskim, klesarskim i tesarskim. Završetkom trogodišnjeg školovanja učenici su stjecali naziv graditelja. Kučera je od jeseni 1892. u Zagrebu, gdje radi kao profesor matematike i fizike na Visokoj realci, a u prosincu je imenovan za privremenog profesora matematike na graditeljskom tečaju Obrtne škole [7]. Ondje je imao priliku upoznati kolege tehničkih struka koji su visoko obrazovanje također stekli u inozemstvu jer u Hrvatskoj nije bilo visoke tehničke škole ili fakulteta. S obzirom na razvoj zagrebačkog sveučilišta od 1874. godine, kao i prisutne težnje za osnivanje novih fakulteta i novih katedri, moglo se očekivati da se i za tehniku uspije izboriti visokoškolsko obrazovanje kandidata, što bi pridonijelo razvoju i industrijalizaciji Hrvatske te njezinu bržem napretku i boljitku. Kučera je od 1899. privremeni učitelj fizike i matematike na Šumarskoj akademiji (ŠA) pri Mudroslovnom fakultetu (MF), gdje su

¹⁶Kučera, O. i Plivelić, S., *Novovjekni izumi*, Matica hrvatska, Zagreb, 1913.

¹⁷Kučera, O., *Gibanja i sile. Crtrice iz mehanike neba i zemlje*, Matica hrvatska, Zagreb, 1915.

¹⁸Kučera, O., *Telegraf i telefon bez žica*, Matica hrvatska, Zagreb, 1925.

¹⁹Tečaj za obrazovanje graditelja razvio se 1897. u četverogodišnju Građevnu stručnu školu, a od 1907. godine djelovala je u Zagrebu Viša škola za umjetnost i umjetni obrt.

mu kolege također bili mahom iz tehničkih struka. Osim toga, u članstvu Hrvatskog prirodoslovnog društva (HPD), osnovanog 1885. godine, čiji je bio član i suosnivač, bili su uz prirodoslovce i laici različitih struka. Nakon velikog uspjeha knjige *Naše nebo*, objavljene 1895., Kučera je bio inicijator osnivanja astronomske sekcije u HPD-u s ciljem osnivanja društvene zvjezdarnice [2]. Astronomska sekcija osnovana je 1902., a projekt Zvjezdarnica nije bio samo astronomski, nego i tehnički izazov za građevinare, strojare, arhitekte, obrtnike itd. Iz popisa suradnika vidi se da je Kučera za članstvo u Astronomskoj sekciji i namjeru osnivanja Zvjezdarnice uspio zainteresirati gotovo sve svoje tadašnje kolege na ŠA-u, tehničke stručnjake, velik broj članova HPD-a različitih struka te sveučilišne profesore [8].

Oton Kučera i njegovi istomišljenici u HPD-u zamislili su društvenu zvjezdarnicu za znanstveni i popularizatorski rad, za potrebe članova HPD-a, građane i školsku djecu, zapravo građansku zvjezdarnicu u okviru HPD-a, uz financijsku pomoć gradske uprave. U to je vrijeme u Puli djelovala Carska i kraljevska mornarička zvjezdarnica koja je radila za potrebe austrijske ratne i trgovačke mornarice, a kojoj je u to vrijeme upravitelj bio Hrvat Ivo Benko²⁰, s kojim se Kučera dopisivao i koji je radosno pozdravljao osnivanje zvjezdarnice u Zagrebu. U Malom Lošinjju djelovala je privatna zvjezdarnica Manora, s čijim je upraviteljem Spiridonom Gopčevićem²¹ Kučera blisko surađivao. Iz dokumentacije je razvidno da je Kučera bio glavni pokretač i realizator osnivanja društvene zvjezdarnice. Za taj projekt pridobio je istomišljenike u HPD-u, prirodoslovce i laike. Proveo je usto sustavnu i temeljitu akciju u tadašnjem hrvatskom kulturnom krugu kako bi osigurao financijsku i drugu potporu. Pri osnivanju Astronomske sekcije i utemeljenja Zvjezdarnice važna je bila uloga

²⁰Ivo Benko barun od Bojnika (Johann Benko barun von Boinik) rođen je 1851. u Karlovcu, a umro je 1903. u Gorici. Školovao se u mornaričkoj akademiji u Rijeci i postao časnik austro-ugarske mornarice te službovao na brodovima, a zatim postao vršitelj dužnosti ravnatelja Carske i kraljevske zvjezdarnice u Puli, nakon čega odlazi na studij astronomije u Graz. Godine 1893. u činu kapetana fregate preuzeo je mjesto ravnatelja Pulske zvjezdarnice i obnašao ga do 1901. godine. Sa Zvjezdarnice je obavljano mnoštvo astronomskih i geofizičkih opažanja. Najvažniji znanstveni rezultati objavljivani su u tad vodećem astronomskom časopisu *Astronomische Nachrichten*. Jedan od asteroida otkrivenih sa Zvjezdarnice Višnjan dobio je ime (9814) Ivobenko.

²¹Spiridion Gopčević (Leo Brenner) (1855. – ?), rođen u Trstu u obitelji brodovlasnika podrijetlom iz Boke kotorske. Astronomijom se bavio od 1893. do 1909. godine. Postao je poznat zbog privatne zvjezdarnice Manora na Malom Lošinjju i časopisa *Astronomische Rundschau* (1899. – 1909.) koji se čitao u zvjezdarnicama diljem svijeta. Zvjezdarnicu su posjećivali mnogi strani astronomi s kojima je surađivao. Bavio se istraživanjima Jupitera, Marsa, Venere i Mjeseca. Najviše kritika doživio je zbog Marsovih *kanala*, a zbog istog razloga i Kučera koji je s njim surađivao. Zajedno s Kučerom rektificirao je besplatno 1903. teleskop nove zvjezdarnice na Popovu tornju. Po njemu (*Brenner*) nosi ime krater na nevidljivoj strani Mjeseca. Zbog zvjezdarnice Manora Korado Korlević, upravitelj Zvjezdarnice Višnjan, jednom od višnjanskih asteroidu dao je naziv (10415) Mali Lošinj. Njegov teleskop kupio je kasnije svećenik i astronom don Niko Miličević i instalirao ga u pustinji Blaca na Braču.



Slika 8.: Popov toranj

tadašnjeg predsjednika Društva sveučilišnog profesora Antuna Heinza²² (1899. – 1905.), poznatog i cijenjenog popularizatora znanosti, koji je prihvatio članstvo u Odboru za izgradnju zvjezdarnice, zatim prof. dr. Dragutina Gorjanovića, prvog predsjednika Odbora, koji je funkciju morao napustiti zbog bolesti i odlaska u inozemstvo te je preporučio da ga na mjestu predsjednika i formalno naslijedi Kučera. U Odboru je bilo važno sudjelovanje i tadašnjeg potpredsjednika Hrvatskog državnog sabora, pedagoga i pravnika, prof. dr. Franje Speveca (1855. – 1918.), tajnika HPD-a profesora Franje Šandora²³, i književnika

²²Antun Heinz (1861. – 1919.), studirao je na Mudroslovnom fakultetu u Zagrebu. Godine 1883. postao je pomoćni učitelj na Velikoj gimnaziji u Zagrebu, a potom 1886. asistent u Botaničko-fiziološkom zavodu Sveučilišta te od 1887. profesor na Katedri botanike. Bio je dekan Mudroslovnog fakulteta (1899./1900. i 1909./1910.) te rektor Sveučilišta (1905./1906.) Tijekom 1889. do 1892. osnovao je Botanički vrt u Zagrebu. Bio je član HPD-a i njegove Astronomijske sekcije 1903. godine.

²³Franjo Šandor (1868. – 1922.), studirao je na Kemijskom odjelu Visoke tehničke škole u Grazu. Godine 1898. imenovan je profesorom Mineralogije i Petrografije na Akademiji, a poslije je predavao i Tloznanstvo, Geologiju, Kemiju i Šumarsku kemijsku tehnologiju. Od 1910. do 1922. bio je predstojnik Zavoda za tloznanstvo, petrografiju i mineralogiju na Akademiji te potom na Gospodarsko-šumarskom fakultetu, na kojem je 1920./1921. bio dekan. Postavio je temelje šumarskoj pedologiji (tad tloznanstvo, znanost o tlu) na Sveučilištu u Zagrebu.



Slika 9.: Zvezdarnica HPD-a 1904.

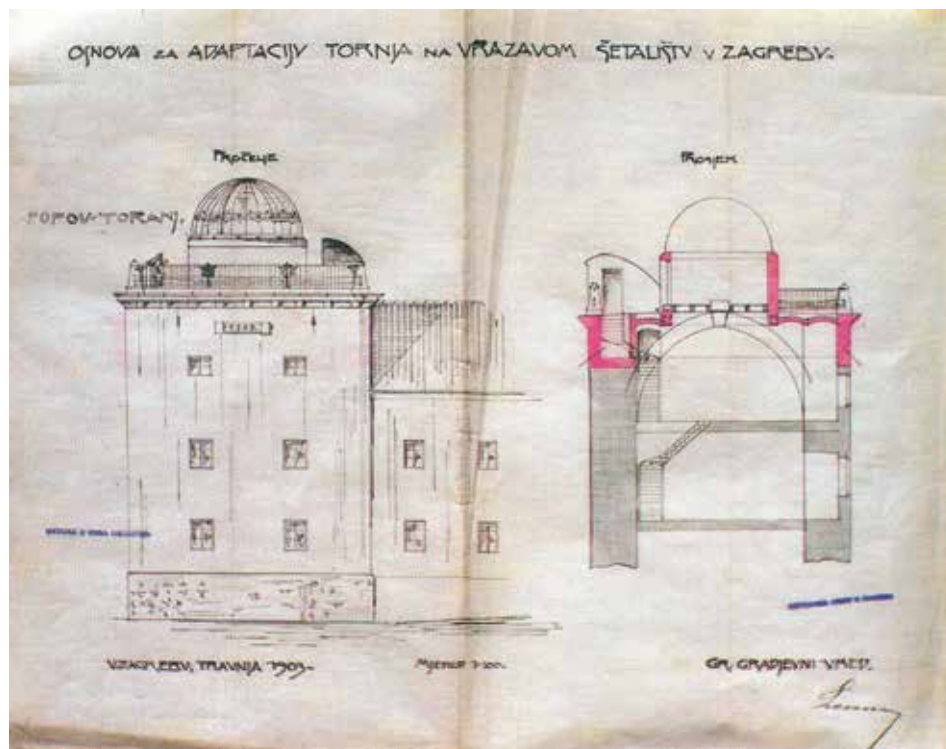
Ksavera Šandora Gjalskog (1854. – 1935.). Odbor se obratio za pomoć narodu, gradu i vladi tražeći novčanu potporu za kupnju glavnog teleskopa i uređenje Zvezdarnice. Zahvaljujući Kučerinu nastojanju, Odbor je prilično brzo uspio naći sredstva za prvu investiciju, nabaviti što bolji glavni refraktorski teleskop, odabrati, na Kučerin prijedlog, Popov toranj, kao prikladno mjesto za smještaj Zvezdarnice, te od glavnog grada ishoditi Popov toranj za tu namjenu. Uspješnom osnivanju Zvezdarnice sigurno je pridonijela i sklonost zagrebačkog gradonačelnika Adolfa pl. Mošinskog da pomogne ustanovi koja je trebala poslužiti za “napredak i korist naroda te ugled zemlje”. Sa stranica Obzora tijekom 1902. i 1903. vidljivo je da je pozornost čitateljstva usmjeravana na astronomski opservatorij, a čestim ponavljanjem poziva da se i najskromniji darovatelji uključe u oživotvorenje “hrvatskog hrama božici neba Uraniji”, propaganda nije prestajala [9] i [10].

Da bi se projekt uspješno ostvario, trebalo je izraditi pokretnu kupolu za teleskop i voditi računa da se gradnja izvede prema strogo znanstvenim zahtjevima. S Popova tornja, povijesne kule iz XIII. st., uklonjen je šatorasti krov (četveroslivni) te nadograđen treći kat s posebnim lukom za nošenje kupole s teleskopom i terasom za potrebe Zvezdarnice. Problem je bila montaža i gradnja postolja za smještaj glavnog teleskopa. Nakon savjetovanja sa stručnjacima astronomima i graditeljima takvih opservatorija, Kučera je predložio da se izgradi luk koji bi se podupirao na metar debele zidove tornja, što je postalo temelj izvedbenom projektu adaptacije. Teleskop refraktor tvrtke Reinfelder & Hertel iz Münchena, izrađen 1901. godine, s otvorom objektiva od 16 cm (162 mm), već se u svibnju 1902. nalazio u Zagrebu, privremeno smješten u fizikalnom kabinetu Kraljevske šumarske akademije pri Mudroslovnom fakultetu, u Šumarskom domu u Vukotinovićevoj ulici (danas Mažuranićev trg), u prostoru u kojem je Kučera predavao od 1899. kao učitelj matematike i fizike s mehanikom. Teleskop je neko vrijeme služio kao izložbeni eksponat u Šumarskom domu “gdje ga mogu članovi i prijatelji astronomije vidjeti (svaki dan od 9 – 12 sati do podne)”, kako bi javnost bila još bolje potaknuta na sudjelovanje u osnivanju Zvezdarnice. Žarišna daljina objektiva iznosila je 1944 mm. Pripadajućih sedam okulara Mittenzweyeve konstrukcije uvećavalo je fokalnu sliku objektiva od 72 do 504 puta. Uz teleskop se nalazio i polarizacijski helioskop da bi se mogla obavljati izravna motrenja Sunca, zatim tražilac u svrhu bržeg pronalazjenja nebeskih objekata i ura za pomicanje dalekozora pri praćenju prividnog gibanja zvijezda.

Izvedbu Zvezdarnice na Popovu tornju preuzeo je arhitekt Vjekoslav Heinzel²⁴. Izgradnju kupole i montažu teleskopa Kučera je dogovarao s najiskusnijim stručnjakom, mehaničarom bečke zvezdarnice S. Resselom, a kad je on 1902. umro, obratio se bečkom stručnjaku Eduardu Tobiasu koji je uspješno montirao kupolu, no za montažu teleskopa nije imao potrebno astronomske znanje. Bečki optičar Frisch pokazao se preskupim pa su postavljanje dalekozora obavili Kučera i Gopčević koji je imao iskustvo s rektifikacijom svojeg teleskopa u zvezdarnici Manora. Posao je obavio besplatno, uz nadoknadu putnih troškova.

Zvezdarnica HPD-a svečano je otvorena 5. prosinca 1903. godine, a Kučera je postao prvi upravitelj (predstojnik). U idućih sto godina pokazalo se da je Zvezdarnica iznimno dobro poslužila zadanim ciljevima:

²⁴Hrvatski arhitekt Vjekoslav (Alois) Heinzel (1871. – 1934.), darovao je Zvezdarnici iznos od 29,50 kruna za radove koje je za nju obavio. Rođen je u Zagrebu u poduzetničkoj obitelji. Studirao je na Visokoj tehničkoj školi u Grazu, a 1893. diplomirao arhitekturu u Stuttgartu. Kao samostalni i ovlašteni arhitekt izvodio je stambene i poslovne zgrade od 1896. do 1912. godine. Od 1910. bio je gradski zastupnik, a od 1912. do 1920. predsjednik Trgovačke i obrtničke komore. Od 1920. do 1921. bio je zagrebački gradonačelnik.



Slika 10.: Osnova za adaptaciju Popova tornja



Slika 11.: Oton Kučera uz teleskop Zvezdarnice

“(…) da prema svojim instrumentalnim sredstvima i radnim silama doprinese napredovanju nauke same i da u hrvatskoj inteligenciji i mladosti širi rezultate ove najuzvišenije, najljepše i najsavršenije nauke prirodne, pak da postane neko središte za sve koji se zanimaju za ovu nauku u hrvatskom narodu,”

te je i danas najvažniji spomenik inicijatoru svojeg osnivanja [11].

4. Suosnivač i prvi predstojnik Geodetskog tečaja (zavoda) u Šumarskom domu

Sferna i praktična (položajna) astronomija bile su most koji je Kučeru povezivao s geodezijom. Za knjigu *Naše nebo*²⁵ koja je tiskana 1895., kad je još radio kao profesor fizike i matematike u Kraljevskoj visokoj realci na Griču, morao je biti dobro upoznat s astronomskom kartografijom, a promotre li se crteži u knjizi, jasno je da je imao dobar uvid u problematiku geografskih i nebeskih koordinata. U poglavlju *Zvijezde se gibaju*, kod objašnjenja nebeskog globusa i nebeske karte piše o određivanju mjesta točke na Zemlji te uspoređuje s određivanjem mjesta zvijezde na nebeskoj kugli, objašnjava rektascenziju i deklinaciju i drugo, daje upute za izradu nebeskog globusa i objašnjava postanak karte zvjezdanog neba te piše:

“Na kraju je ove knjige dodana takva karta našega neba, koja seže nešto preko nebeskoga ekvatora na južno nebo. Na rubu joj čitaš brojeve satnih krugova, a na jednom satnom krugu brojeve krugova deklinacije, pa ćeš lako za svaku nacrtanu zvijezdu odrediti njezinu ‘rektascenziju i deklinaciju’, i obrnuto: ako negdje čitaš rektascenziju i deklinaciju koje zvijezde, naći ćeš joj lako na karti točno mjesto. Vježbanje u jednoj i drugoj zadaći neka bude prijatelju neba osobito preporučeno.”

Kučera je vjerojatno planirao na Zvezdarnici obavljati i astrometrijska motrenja sa studentima MF-a, ali i ŠA-a. U vrijeme osnutka Zvezdarnice već je četiri godine predavao na ŠA-u i bio upoznat sa svim potrebama i ograničenjima tehničkih struka, pa tako i geodezije. Da je 1905. uspio dobiti predavanja iz astronomije na MF-u, studenti bi vjerojatno slušali i sfernu astronomiju. Predavanja je planirao po uzoru na švicarskog astronoma Alfreda

²⁵Kučera, O., *Naše nebo. Crtice iz astronomije*, Matica hrvatska, Zagreb, 1895.

Wolfera²⁶. Planovi s astronomijom na MF-u završili su neuspješno pa je Kučera svoje zamisli, u okviru mogućnosti koje je imao, prenio na ŠA i Zvezdarnicu [12].

Osnutak Zvezdarnice i Geodetskog tečaja (GF) označuje početak

“izobrazbe i popularizacije astronomije i visokoškolske nastave sferne astronomije, a dakako i početak razvoja položajne astronomije dvadesetog stoljeća u Hrvatskoj” [13].

Za Zvezdarnicu je, uz dalekozor, polarizacijski helioskop, uru za pomicanje dalekozora pri praćenju prividnog gibanja zvijezda i drugo, na Kučerin poticaj kupljen i meridijanski krug Mailhat iz Pariza te astronomska ura njihovica Rapf iz Beča, kronograf Riefler, položajni mikrometar, sekstant, fotografska kamera i drugo. Tijekom 1905. u planu je bilo i izračunavanje efemerida za potrebe sferne astronomije te redovito određivanje točnog vremena i drugo. Izračunavanje efemerida preuzeo je Oton Szlavik²⁷ koji je u Beču studirao astronomiju i bio suradnik Zvezdarnice od 1904. do 1908. Izračunao je efemeride za glavne nebeske pojave za razdoblje 1907. – 1909. Vidi se da je Kučera imao viziju Zvezdarnice i kao sveučilišne, u kojoj će uz ostalo studenti biti upućeni i u astrometrijska mjerenja. Nešto od toga je sigurno proveo u djelo nakon osnutka Geodetskog tečaja (dalje: Tečaj) i početka predavanja Sferne astronomije, od 1909. do 1913., kad je napustio dužnost predstojnika Zvezdarnice, a 1915. je umirovljen [2].

5. Osnivanje Geodetskog tečaja u Šumarskom domu

Šumarska akademija (ŠA) označena je prigodom osnivanja “provizorijem naslonjenim na Mudroslovni fakultet”, a to privremeno stanje trebalo je trajati do odluke o osnivanju tehničkog odjela ili fakulteta pri zagrebačkom sveučilištu. Međutim, otpori ulasku tehnike na Sveučilište bili su jaki te je provizorij trajao puna dva desetljeća [14]. Uz šumarstvo su prirodno bile vezane i ostale tehničke (i umjetničke) struke, od mjerništva, graditeljstva, strojarstva, kemijske tehnologije do arhitekture pa među predmetima u prvom naukovnom redu

²⁶ Alfred Wolfer (1854. – 1931.) je od 1891. godine predavao astronomiju na švicarskom sveučilištu, a od 1894. bio upraviteljem zvezdarnice u Zürichu (Eidgenössischen Sternwarte). Kći Elza slušala je Wolferova predavanja, a Kučera je s njim bio u pismenom kontaktu.

²⁷ Hrvatski publicist, pisac i astronom Oton Szlavik (1863. – ?), astronomiju je studirao u Beču. Bio je profesor na Isusovačkoj gimnaziji u Travniku te predsjednik Hrvatskoga novinarskog društva u Zagrebu. Kao suradnik Zvezdarnice izračunao je efemeride za glavne nebeske pojave za 1907. – 1909. godinu. Objavljivao je astronomske članke i rasprave.

nalazimo Geodeziju, Tehničku mehaniku, Opće graditeljstvo, Cestogradnju i gradnju željeznica, Šumarsku kemijsku tehnologiju, Vodo- i mostogradnju, Konstrukciju gatova i brana, Šumarsku mehaničku tehnologiju i strojarstvo, a usto i Prostoručno risanje, Šumarsko tlocrtno risanje i Opće gospodarstvo. U obrazovanju su bile nužne osnovne struke kao matematika i fizika koje je u ŠA 1899. preuzeo Oton Kučera. Kao profesor Kraljevske visoke realke, bio je oslobođen predavanja te “pridijeljen” ŠA kao honorarni nastavnik. U takvom je nepovoljnom statusu predavao punih 17 godina (1899. – 1916.). Vinko Hlavinka²⁸, Fran Kesterčanek²⁹ i Oton Kučera uspjeli su 1908. ishoditi novo ustrojstvo Akademije s četverogodišnjim studijem, nakon što je uveden u Banskoj Štiavnici. Oton Kučera ostvario je, u suradnji s pravnikom i političarom Milanom Rojcom (1855. – 1946.), tadašnjim ministrom prosvjete, novi velik iskorak osnivanjem Geodetskog tečaja. Upornim djelovanjem Otona Kučere, uz podršku V. Hlavinke i ondašnjeg upravitelja ŠA-a F. Kesterčaneke, Naredbom kr. hrv.-slav.-dalm. Zemaljske vlade, Odjela za bogoštovlje i nastavu, izdane sporazumno s Kr. zemaljsko-vladinim odjelom za unutarnje poslove od 25. rujna 1908. godine, broj 23.391, odobreno je osnivanje zasebnog dvogodišnjeg Geodetskog tečaja u Šumarskom domu, za teoretsko i praktično obrazovanje geodeta. Kao razlog navodi se nedostatak akademski obrazovanih geodeta, potrebnih za obavljanje mjerničkih poslova kod katastarskih izmjera, zadružnih dioba, prometa sa zemljišnim nekretninama [15]:

“(…) kod sastavaka i očevidnosti javnih i gruntovnih knjiga i isprava te kod provođenja agrarnih operacija, navlastito zakona o komasaciji zemljišta, zakona o uređenju zemljišnih zajednica i zakona o vodnom pravu”.

Kraljevska zemaljska vlada, Odjel za bogoštovlje i nastavu, dopisom pod brojem 24.672. od 11. listopada 1908. povjerila je Kučeri privremenu upravu novoustrojenog Geodetskog tečaja u Zagrebu do izbora predstojnika. Proforski zbor izabrao je potom Otona Kučeru za predstojnika [16]. O tome kćeri Elzi piše 3. prosinca 1908.:

“Na Tvoje veliko pismo tek sada dospijevam odgovoriti, jer me zaista posao pritiskuje navlastito oko novo ustrojenoga geodetskoga tečaja, kojemu sam za prve dvije godine izabran predstojnikom i od vlade

²⁸Vinko Hlavinka (1863. – 1934.), rođen u u Češkoj, od 1888. do 1911. djelovao je u Hrvatskoj kao učitelj geodezije na Šumarskoj akademiji.

²⁹Fran Kesterčanek (1856. – 1915.) je bio hrvatski šumarski stručnjak, jedan od osnivača suvremenog šumarstva u Hrvatskoj. Bio je prvi pročelnik Akademije, urednik Šumarskog lista, upravitelj Šumarskog muzeja Hrvatsko-slavonskoga šumarskog društva, osnivač Hrvatskoga društva za gajenje lova i ribarstva te urednik njegova glasila.

6

6. Geodezija niža.

a) Zemljomjerstvo: Veličina i oblik zemlje. Mjere i geodetsko mjerenje. Strojovi za horizontalni i vertikalni smjer. Strojovi za mjerenje duljina. Nonius. Dioptrički strojevi. Dalekozor, lupa i mikroskop. Strojovi za mjerenje kutova. Teodolit, busola, mjeraci stol.

Izjednačivanje neizbježivih pogrešaka kod izmjere metodom najmanjih kvadrata.

Oznaka točaka na polju. Iskolčivanje pravca i kružnice. Mjerenje duljina i kutova direktno i indirektno. Operacije sa mjeracim stolom. Metode izmjere čestica i manjih predjela sa teodolitom i mjeracim stolom izravnom, poligonalnom i grafičko-projektiranom metodom.

Triangulacija III. i IV. reda i izmjera velikih predjela. Katastralne izmjere. Mapiranje izmjera. Trigonometrički i poligonometrički računi. Računanje površina. Planimetri. Dioha površina i regulacija međa.

b) Visinomjerstvo. Mjerenje visina, geometričkim, trigonometričkim i barometričkim putem.

Niveliranje. Depresija i refrakcija. Niveliranje uzdužnih i poprečnih prosjeka, cesta i vodotoka. Plošna nivelacija. Tahimetrija. Oznaka neravnosti tla na planu.

7. Situaciono i tlocrtno risanje.

Uočivanje izmjera na planu. Izradba položajnih nacрта kod katastralnih i topografskih mapa.

Uočivanje neravnosti terena u katastralnim, tehničkim i topografskim mapama.

8. Geodezija viša.

Matematička geografija, sferičke i geografske koordinate. Izmjera geografske duljine i širine. Sferički trokut. Geodetska linija.

Precizni strojevi za izmjerni kutova i duljina u višoj geodeziji. Signaliziranje točaka. Mjerenje duljina i kutova. Triangulacija I. i II. reda. Trigonometrički računi. Računanje sferičkih koordinata. Soldnerove koordinate. Izmjerna stupnjeva zemaljske kugle. Kartografija.

9. Katastralne izmjere.

Katastralne izmjere u Austro-Ugarskoj monarhiji grafiškom i poligonalnom metodom. Propisi za njihovu izvedbu. Mjernički poslovi za provedbu agrarnih operacija, kod sastavka i očevidnosti zemljišnog katastra i gruntovnice.

Slika 12.: Naučna osnova Geodetskog tečaja

potvrđen. To Ti je embrio naše buduće tehnike. Nosi mi to predstojništvo 500 K na godinu, no sada u početku zadaje nešto više posla, jer treba tu novu visoku školu posve urediti” [17].

Oton Kučera je po osnutku Geodetskog tečaja 30. rujna 1909. dobio naslov i značaj javnog izvanrednog sveučilišnog profesora. (Slika 13. Dopis predstojnika Geodetskog tečaja Otona Kučere.)

Hlavinka je u strukovnom časopisu DIA Viesti za Tečaj napisao da je prema ustroju:

“(...) samostalna visoka škola sa svojim profesorskim zborom i vlastitom upravom, ali da se prištedi na troškovima, određeno je, da slušači ovoga tečaja one predmete, koji se podudaraju u opsegu i materiji sa naukovnom osnovom Kr. šumarske akademije, te predmete slušaju kao redoviti slušači na Šumarskoj akademiji, dotično na Sveučilištu u Zagrebu, kojemu je Šumarska akademija pridjeljena, ali osim toga predaju se nekoji predmeti za slušače geodeta napose, a predaju ih sveučilišni profesori, profesori Šumarske akademije, sveučilišni privatni docenti, a prema potrebi i ini stručnjaci” [16].

5.1. Viša geodezija i Sferna astronomija

Kučera i Hlavinka željeli su da Tečaj bude ustrojen po najboljim uzorima, kako u programima i izvedbi ne bi zaostajao za njima. To je i ostvareno, po uzoru na visoke tehničke škole u Beču i Pragu. Tečaj označuje početak visokoškolske nastave geodezije u Hrvatskoj, a njegov ustroj i velika samostalnost razlog su da je mogao bez problema 1919. prerasti u visokoškolsku nastavnu jedinicu Tehničke visoke škole (TVŠ) u Zagrebu

Osnivanjem Tečaja ukazala se mogućnost uvođenja studenata i u osnove Sferne astronomije u okviru Više geodezije. Svakako se Kučera o tome dogovarao s Hlavinkom te su u programu Geodetskog tečaja izričito navedene Viša geodezija i Sferna astronomija. Ta su predavanja bila predviđena u trećem (zimskom) semestru 1909./1910. te je bilo dovoljno vremena za organiziranje nastave. Ujesen 1909. (III. semestar) Kučera je počeo predavati Sfernu astronomiju. (25 – Spomenica GF 2007). U naučnoj osnovi za Višu geodeziju naveden je program:

“Matematička geografija, sferičke i geografičke koordinate. Izmjera geografičke duljine i širine. Sferički trokut. Geodetska linija. – Precizni strojevi za izmjeru kutova i duljinu u višoj geodeziji. Signaliziranje

točaka. Mjerenje duljina i kutova. Triangulacija I. i II. reda. Trigonometrički računi. Računanje sferičkih koordinata. Soldnerove koordinate. Izmjera stupnjeva zemaljske kugle. Kartografija.”

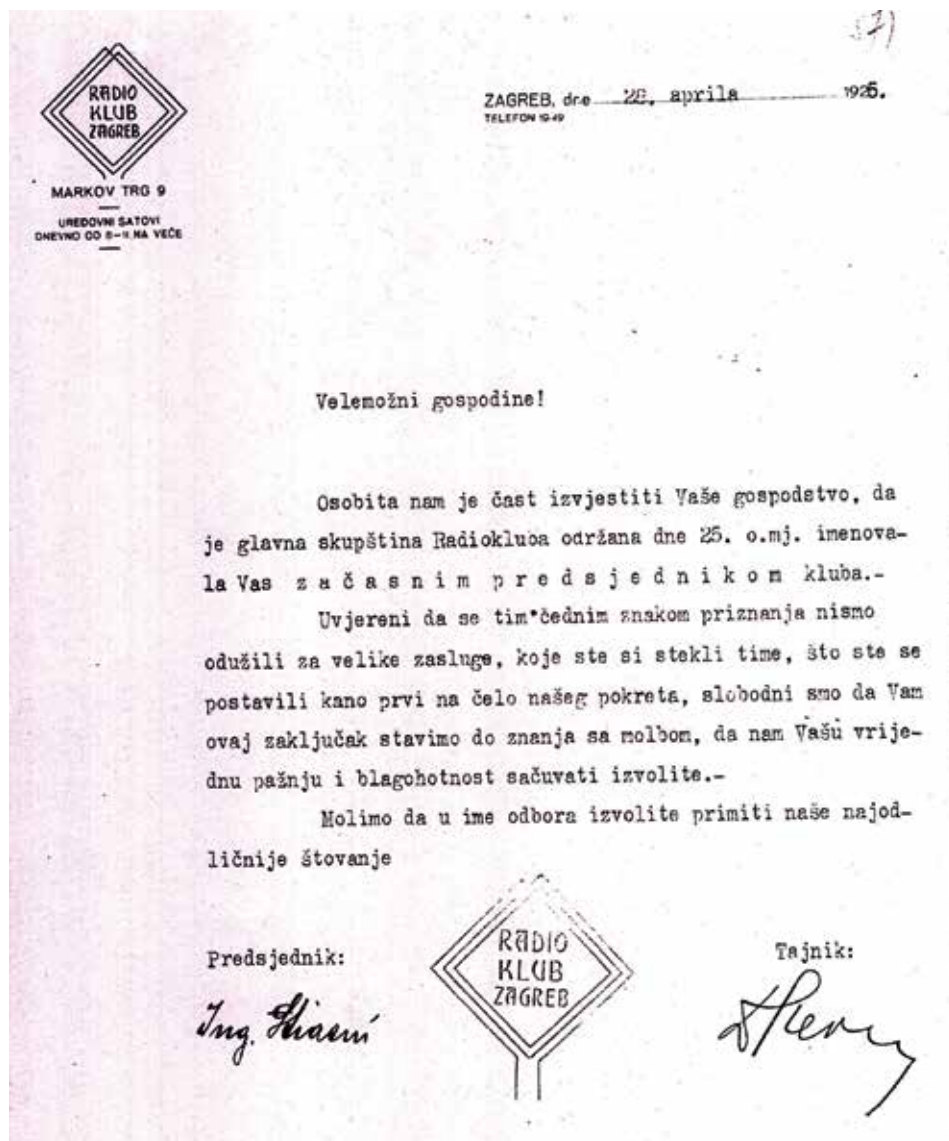
Prema naučnom redu slušača Tečaja, Sferna astronomija i Viša geodezija predavane su u trećem i četvrtom semestru po tri sata tjedno. Vježbe nisu bile predviđene, ali može se pretpostaviti da je slušače Kučera, barem informativno, vodio na Zvezdarnicu [16].

5.2. Doprinos Otona Kučere osnivanju radijske postaje u Zagrebu

Vrijedan doprinos Otona Kučere hrvatskoj tehnici bilo je djelovanje na osnivanju radijske postaje u Zagrebu. Kučera je 1925. objavio knjigu *Telegraf i telefon bez žica*, koja je, uz ostalo, bila odraz zbivanja i dogovora sa zainteresiranim stručnjacima iz područja elektrotehnike o osnivanju prve radijske postaje u Kraljevini SHS. Situacija s Radioklubom Zagreb pokazuje kontinuitet suradnje Kučere i drugih stručnjaka. Ne samo da je bio suosnivač Radiokluba Zagreb, nego je ocijenjeno da bi kao predsjednik mogao najbolje poslužiti za ostvarenje naznačenog cilja. Na Konstituirajućoj skupštini, održanoj 29. ožujka 1924., izabran za prvog predsjednika Radiokluba Zagreb. Zajedno sa suradnicima inicirao je osnivanje prve radijske postaje koja je počela 1926. raditi s Markova trga 9 u Zagrebu. Kao predsjednik Radiokluba Zagreb potpisao je zamolbu za dodjelu koncesije o podignuću i izgradnji uređene stanice za davanje (engl. *broadcasting*) s pomoću koje će se širiti umjetnost i znanost, upućenu Ministarstvu pošta i telegrafa u Beogradu 14. lipnja 1924., u kojoj piše:

“Članovi Radio-kluba Zagreb prepuštaju Ministarstvu pošta i telegrafa da odredi snagu stanice za davanje radiofonskog programa u Zagrebu sa energijom od 500 Watta mogli bismo davati naše vijesti do Beograda, Sarajeva i Splita. S državnog gledišta je poželjno da naši kulturni centri izmjenjuju duhovna dobra, te budu u što užem međusobnom dodiru. (...) Naša stanica povezivat će grad i selo, i učiniti potonje dionikom duhovnog života gradskog, pa time i umanjiti osamljenost naše seoske inteligencije.”

Svojim ugledom i autoritetom uspio je u Beogradu izboriti pozitivno rješenje zamolbe, a već iduće, 1925. godine, počeo je djelovati i Savez radio društava Kraljevine SHS sa sjedištem u Zagrebu, čiji je Kučera bio počasni predsjednik. Održao je dalekovidni referat o budućoj radiofoniji u Jugoslaviji, a taj je



Slika 14.: Začasni član Radio-kluba Zagreb

govor objavljen u beogradskom časopisu Telegraf i telefon³⁰. Radioklub Zagreb imenovao ga je u travnju 1926. *začasnim predsjednikom* Kluba te u dopisu, u kojem ga o tome izvješćuju pišu [2] i [7]:

³⁰Govor počasnog predsjednika Radiokluba u Zagrebu profesora dr. Otona Kučere pri otvaranju prvoga kongresa prijatelja telefonije bez žica iz čitave Jugoslavije u Zagrebu dne 19. septembra, Telegraf i telefon, 10 (1925.) 846 – 850.

“(…) Uvjereni da se tim čednim znakom priznanja nismo odužili za velike zasluge, koje ste si stekli time, što ste se postavili kano prvi na čelo našeg pokreta, slobodni smo da Vam ovaj zaključak stavimo do znanja sa molbom, da nam Vašu vrijednu pažnju i blagohotnost sačuvati izvolite. – Molimo da u ime odbora izvolite primiti naše najodličnije štovanje.”

Radio postaja Zagreb bila je prva radiostanica na jugoistoku Europe.

Zaključak

Oton Kučera bio je svestran čovjek. Ostavio je vrijedan doprinos ne samo u hrvatskoj tehnici, nego i u prirodoslovlju, posebice astronomiji, prosvjeti i kulturi, znanosti, promicanju znanosti te sportu, posebno planinarstvu. No, upravo ta svestranost bila je njegova ahilova peta. Oni koji su se vezali isključivo za svoju struku i u nju ulagali sve svoje snage i postizali ili ne postizali vrhunske rezultate, okomili su se na njega zbog te svestranosti koju nisu mogli shvatiti ili je izazivala zavist i jal. Stoga je u svojem djelovanju doživljavao odobravanja i žestoke kritike i morao svladavati brojne prepreke i poniženja. Ipak, kad je nešto naumio, uporno je išao dalje.

Kad je umro 1931. godine, bio je ispraćen, kako su zabilježile ondašnje novine, jednim od rijetko viđenih sprovoda s tisućama štovatelja. U jednom nekrologu je istaknuto:

“U utorak, dne 29. prosinca 1931. uzvinula se ‘k zvijezdama’ duša poštenjaka i patnika, učenjaka i odličnog radnika, kakovih je i po opsegu i po vrijednosti njegovih djela u hrvatskom narodu malo. Spreman i sposoban javni radnik, drag i iskren prijatelj, uzoran nastavnik i na glasu učenjak, čvrst i neslomljiv značaj, lijep duh, odan istini, dobroti i ljepoti.”

Stota obljetnica Kučerina rođenja 1957. godine prošla je nezapaženo. Čini se da su na djelu bili oni koji su željeli izbrisati tragove njegova djelovanja u memoriji hrvatskog naroda. Ipak, njegovu važnost i doprinose hrvatskoj znanosti i tehnici, kulturi, prosvjeti i planinarstvu, isticali su pojedini autori u svojim člancima. Na Popovu tornju stajala je Zvezdarnica koju je osnovao usprkos protivljenjima nekih kolega u Hrvatskom prirodoslovnom društvu i koju nije bilo lako ukloniti. Devedesetih godina prošlog stoljeća kao da se i Oton Kučera polako počeo vraćati na svoje zasluženno mjesto. Njegovi uporni štovatelji i tijekom nepovoljnog razdoblja, bili su hrvatski tehnički stručnjaci, svjesni

njegova velikog doprinosa tehnici. Oni su možda i najzaslužniji što usprkos željama nekih, nije mogao biti zaboravljen. Kučerino ime nosi Zagrebačka zajednica tehničke kulture koja je 1996. ustanovila nagradu pod njegovim imenom, a Tehnički muzej je 1998. u Parku skulptura velikana hrvatske znanosti i tehnike postavio poprsje Otona Kučere, uz ona Fausta Vrančića, Ivana Krstitelja Rabljanina i Rudera Boškovića. Matica hrvatska ustanovila je 1999. Nagradu Matice hrvatske za znanost "Oton Kučera". Zahvaljujući Koradu Korleviću, upravitelju Zvezdarnice Višnjan, prvi asteroid otkriven iz Višnjana nosi ime (7364) Otonkučera. Prigodom 150. godišnjice rođenja na zagrebačkoj Zvezdarnici organiziran je znanstveno-stručni skup o Otonu Kučeri, na kojem su sudjelovali stručnjaci iz područja prirodoslovnih, tehničkih, humanističkih znanosti i planinarstva. Konačno, Kučera je dobio i zaslužen mjesto vezano uz osnivanje Radiostanice Zagreb.

Literatura

- [1] Kren, T. i Hanžek, B., *Krajiški učitelj Franjo Kučera i hrvatski velikan Oton Kučera*, Prirodoslovlje 14(1-2) (2014) 87 – 104.
- [2] Kren, T. i Hanžek, B., *Oton Kučera – Per aspera ad astra* (Kroz trnje do zvijezda), Gimnazija Matije Antuna Reljkovića, Vinkovci, 2013.
- [3] Jakobović, Z., *Oton Kučera kao promicatelj onodobnih otkrića i izuma*, u: Zbornik radova sa znanstveno-stručnog skupa Život i djelo Otona Kučere (1857. – 1931.), održanog na Zvezdarnici Zagreb, 7. prosinca 2007. godine, u povodu obilježavanja 150. godišnjice rođenja hrvatskog velikana Otona Kučere, (ur. Tatjana Kren) Zvezdarnica, Zagrebački astronomski savez, Zagreb, 2008., str. 97 – 104.
- [4] Bucić, P., *Oton Kučera i srednjoškolska nastava*, u: isto, str. 31 – 36.
- [5] Muljević, V., *Oton Kučera, popularizator fizike i tehničkih znanosti*, u: Oton Kučera znanstvenik, popularizator prirodoslovlja i tehnike 1856. – 1931. (ur. Božica Škulj), Tehnički muzej, Zagreb 1998., str. 20 – 28.
- [6] Švab, M., *Životopis Otona Kučere i Popis radova*, u: Dr. Oton Kučera, *Naše nebo*, pretiskano treće izdanje iz 1930. i odabrani dijelovi prvoga izdanja iz 1895. godine s nadopunama dr. Darka Bidjina, prigodom 100-godišnjice prvoga izdanja, Consilium, Zagreb, 1995.
- [7] Oton Kučera: obiteljski i osobni dokumenti, NSK/a – R6270/III.
- [8] Kren, T., Članovi Astronomske sekcije i Astronomskog društva te ostali suradnici Zvezdarnice od 1903. do 2003. godine, Bolid XXX. 1-2/2003.
- [9] Kren, T., *Popov toranj. O procesu stvaranja hrvatske zvezdarnice*, Bolid XX, 4, 1993.
- [10] Kren, T., *Astronomijski vremeplov*. Crtime iz prošlosti hrvatskoga zvjezdoznanstva, Hrvatsko književno društvo Sv. Jeronima, Zagreb, 2002.

-
- [11] Kren, T., *Osnivanje društvenoga opservatorija astronomičkog u Zagrebu*, u: Spomenica Zvezdarnice Zagreb 1903.–2003., (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zagrebački astronomski savez – Zvezdarnica Zagreb, Zagreb, 2003.
- [12] 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 Zvezdarnici Zagreb, 7. prosinca 2007. godine, u povodu obilježavanja 150. godišnjice rođenja hrvatskog velikana Otona Kučere, (ur. Tatjana Kren) Zvezdarnica, Zagrebački astronomski savez, Zagreb, 2008., str. 37–52.
- [13] Špoljarić, D. i Solarić, N., *Zvezdarnica HPD-a i Geodetski fakultet – Razvoj položajne astronomije u Hrvatskoj u 20. stoljeću*, u: Spomenica Zvezdarnice Zagreb 1903.–2003., (ur. Tatjana Kren i Dragan Roša), Zagrebački astronomski savez – Zvezdarnica Zagreb, Zagreb, 2003., str. 69–77.
- [14] Šumarska nastava u Hrvatskoj 1860–1960. (1963): Zagreb, (ur. N. Neidhardt i M. Androić), Zagreb, 59–81.
- [15] Kren, T., *O osnutku i značenju Geodetskog tečaja pri kraljevskoj šumarskoj akademiji* – u povodu 100 godina Geodetskog tečaja i kontinuirane visokoškolske nastave geodezije u Hrvatskoj, u: Godišnjak 2007–2008 Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 93–121.
- [16] Arhivski fond Filozofskog fakulteta 1908.
- [17] Oton Kučera Elzi Kučera: korespondencija, NSK/b – R4771/b

The Important Contribution of Oton Kučera to Technical Sciences in Croatia

Tatjana Kren

Summary: This paper analyzes important contribution of Oton Kučera (1857–1931) to technical sciences in Croatia. He studied mathematics, physics and astronomy in Vienna. He was a high school teacher of physics and mathematics and a professor of physics and mathematics at the Forestry Academy at the Faculty of Philosophy in Zagreb. He was enchanted by the technical achievements of his time. He himself tried constructing physical instruments. In 1888 he established the first school observatory in Croatia, in the skylight on the roof of the gymnasium in Požega.

He made a large contribution to the Croatian technique with the promotion of discoveries in natural sciences and technology in numerous articles and valuable books (22). His first book, *Outline of magnetism and electricity*, was announced in 1891, and the last *Telegraph and telephone without wires*, in 1925. Croatian professional literature about new discoveries and inventions was still very scarce at that time, which makes his contribution even more valuable.

He had excellent relations with the Croatian technical experts who have supported and participated in founding of the Astronomical Observatory of Croatian Society of Natural Sciences in Zagreb (1903). He was the director of Astronomical observatory for 15 years. Also he was the co-founder and the first director of the Geodetic Institute at Forestry Home in Zagreb (1908), where he taught geodesy and spherical astronomy. The Geodetic Institute is the embryo of the Technical Faculty in Croatia.

Founding the Radio station Zagreb was the last valuable contribution of Oton Kučera to Croatian technical sciences. In 1924 he was elected the first president of Radio Club Zagreb. In Belgrade, he managed to obtain a permission to establish a radio station that began broadcasting in 1926, as the first radio station in the southeast Europe.

Key words: Oton Kučera, invention, design instruments, promoting science and technology, Astronomical Observatory in Zagreb, Institute of Geodesy, Radio station Zagreb

Zijad Haznadar

Elektrotehnika: razvoj i perspektive u svijetu i Hrvatskoj¹

Sažetak: Dan je sažeti pregled razvoja elektrotehnike kroz proteklo stoljeće i pol u svijetu i u Hrvatskoj. Posebno su obrađena područja elektroenergetike, telekomunikacija, elektronike, radiokomunikacija i računala. Detaljno su opisani razvoj Hrvatske elektroprivrede, telekomunikacija i elektroindustrije. Dane su natuknice o perspektivama na području proizvodnje i prijenosa električne energije. Znanost i obrazovanje u Hrvatskoj obrađeni su na kraju.

Ključne riječi: elektrotehnika, elektroenergetika, elektrostrojstvo, elektronika, radiokomunikacije, telekomunikacije, računalstvo.

Uvod

Minulo XX. stoljeće vjerojatno će ući u povijest kao doba velikih i korjenitih promjena – političkih, socijalnih, znanstvenih, obrazovnih i tehnoloških. I dok se o onima prvim svakodnevno govori i piše, ispod prašine uskovitlane ratovima i mnogim političkim i socijalnim pokretima, zbile su se i zbivaju se duboke promjene i na ne manje važnim područjima znanosti, obrazovanja i tehnologije.

Bitna karakteristika našeg vremena i postindustrijskog društva više je nego očita povezanost znanosti, obrazovanja i tehnologije. Znanost je postala, u pravom i punom smislu, osnovna proizvodna snaga i nedjeljivi činitelj tehnoloških procesa. Sustavni pristup integrira u nerazdvojnu cjelinu tradicionalno

¹Članak objavljen u časopisu *Energija*, god. 50(2001)2, 75–78.

odijeljena područja ljudskih djelatnosti, kao što su znanost, obrazovanje, proizvodnja, upravljanje, informiranje i odlučivanje.

Napredak u znanosti i tehnologiji toliko je brz i opsežan da se, prema istraživanjima provedenim na Sveučilištu u Stanfordu, SAD, ukupno ljudsko znanje stečeno do početka XX. stoljeća udvostručilo do 1950. godine, a učetverostručilo do 1960. godine. Procijenjeno je da se ono sad udvostručuje svakih pet do osam godina.

To, pak, kao posljedicu ima snažan razvoj tehnologije i prodor novih visokih tehnologija. Među njima se kao dominantne najčešće izdvajaju energetika, mikro- i nanoelektronika, informatika, bioinženjering i egzotični materijali. Riječ je, dakle, o primjeni novih tehnologija, o novim izvorima energije, o (optičkim, satelitskim i mobilnim) komunikacijama, te o novim materijalima. Teži se k tehnologijama bez otpadnih tvari i onečišćenja, koje bi nas trebale riješiti opasnosti od ekološkog egzodusa.

1. Stoljeće i pol elektrotehnike

Elektrotehnika kao tehnička znanost koja proučava elektricitet i djelatnosti povezane s njegovom primjenom bitno je pridonijela današnjem stupnju civilizacijskog razvoja društva. Obuhvaća grane: elektroenergetiku, elektrostrojstvo, elektroniku, radiokomunikacije, telekomunikacije i tehničku informatiku. Bavi se proizvodnjom, prijenosom, obradom i pretvorbom dvaju ključnih resursa: energije i informacija.

Elektromagnetska teorija čini znanstvenu osnovu elektrotehnike. Istražena je u drugoj polovini XVIII. i u XIX. stoljeću. Cjelovitu klasičnu elektromagnetsku teoriju izložio je J. C. Maxwell potkraj XIX. st. u znamenitom djelu *A Treatise on Electricity and Magnetism*, Vol. I. i II., London 1873.

Početak primijenjene elektrotehnike možemo povezati s prvim elektroenergetskim sustavima građenim u XIX. st. za proizvodnju električne energije, koja se koristila za rasvjetu i pokretanje motora, a potom i za telegraf i telefon, te gradsku električnu željeznicu i prva industrijska poduzeća.

1.1. Elektroenergetika

Iako je M. H. Jacobi 1834. izradio prvi elektromotor, a W. Siemens 1866. prvi istosmjerni dinamo (generator), izgradnjom prvih Edisonovih centrala za opskrbu gradova električnom energijom započela je *era elektroenergetike*. Prve dvije veće termoelektre izgradio je T. A. Edison 1882. godine u Londonu i New Yorku. U njima su istosmjerne generatore pokretali parni strojevi. Vrlo brzo izgrađeno je mnogo elektrana, a uglavnom su se koristile za rasvjetu gradova.

Primjena izmjenične struje riješila je problem prijenosa električne energije na veće udaljenosti. Tako je 1884. na izložbi u Torinu ostvaren prijenos električne energije iz jednofaznog Siemensova alternatora (2 kV, 133 Hz) na udaljenost od 40 km.

Teslin pronalazak višefaznog sustava 1888. godine omogućio je efikasan prijenos električne energije velike snage na velike udaljenosti. Značajan pothvat učinjen je izgradnjom hidroelektrane velike snage na slapovima Niagare, SAD, 1895. godine. U početku je elektrana imala tri dvofazna generatora snage 5000 KS, napona 2200 V i frekvencije 25 Hz.

Samo dva dana poslije, 28. kolovoza 1895., puštena je u pogon hidroelektrana Krka. Bio je to značajan pothvat izgradnje prvog cjelovitog hrvatskog elektroprivrednog sustava. Taj sustav obuhvaćao je hidroelektranu (s dvofaznim generatorom od 320 KS, 3 kV, 42 Hz i s budilicom) na slapovima Krke, prijenosni dalekovod duljine 11 km do Šibenika, te u samom gradu razdjelnu mrežu 3000/120 V s dvjema rasklopnim i šest transformatorskih stanica. Elektrana je u početku služila za napajanje javne rasvjete grada Šibenika.

Elektrifikacija gradova u Hrvatskoj započela je oko 1890., samo desetak godina nakon prvih u svijetu. Zagrebačka Munjara ušla je u pogon 1907. godine. Do 1918. izgrađeno je više industrijskih elektrana koje su povezane u elektroenergetski sustav. Nakon Drugog svjetskog rata počinje izgradnja današnjeg elektroenergetskog sustava. Godine 1950. instalirana snaga elektrana u Hrvatskoj iznosila je već 188 MW, da bi 1999., nakon obnove u Domovinskom ratu porušenih i oštećenih te izgradnje novih elektroenergetskih objekata, Hrvatska elektroprivreda (HEP) imala ukupno oko 4580 MW (od toga 3930 MW u Hrvatskoj i 650 MW u BiH i Srbiji) instalirane snage u nuklearnoj (NE Krško), termo- i hidroelektranama. Moguća proizvodnja bila je približno 17 TWh, a potrošnja 13,7 TWh. Visokonaponska mreža (400, 220 i 110 kV) bila je ukupne duljine oko 7200 km, sa 139 transformatorskih stanica. Ukupna srednjo- i niskonaponska mreža (0,4; 10; 20; 35) iznosila je više od 113 500 km duljine.

Svi podaci ukazuju na golemu važnost Hrvatske elektroprivrede, snažnog sustava koji osigurava Hrvatskoj elektroenergiju, jedan od bitnih resursa gospodarskog i civilizacijskog napretka naše zemlje.

1.2. Telekomunikacije

Telegrafi s kazaljkom koje su 1837. godine konstruirali C. Wheatstone i W. F. Cooke, a posebo telegrafski aparati F. Morse, označili su početak *telekomunikacijskog doba* u svijetu. Izgradnjom prve telegrafske linije Celje – Zidani Most – Zagreb priključen je Zagreb na telegrafsku liniju Beč – Celje – Ljubljana – Trst. U rujnu 1850. godine proradila je i prva telegrafska postaja u Zagrebu. Izgradnju telegrafske

mreže u Hrvatskoj možemo smatrati početkom javne primjene elektrotehnike u našoj zemlji. Tijekom vremena telegrafska mreža u Hrvatskoj brzo se širila, tako da su osim Morseovih uvedeni od 1870. godine Hughesovi sinkroni telegrafi, zatim od 1931. teleprinterski aparati, te konačno od 1994. telefaks-uređaji.

Nakon što je A. G. Bell na Svjetskoj izložbi u Philadelphiji 1876. godine izložio svoju jednostavnu konstrukciju telefona, njegova primjena širi se u svijetu vrlo brzo. Prvi telefon postavljen je u Zagrebu 1881. godine, a već 1886. prorađila je u Zagrebu i prva ručna telefonska centrala. Prva automatska telefonska centrala u Hrvatskoj za 5000 pretplatnika postavljena je 1928. godine, a 1981. godine, također u Zagrebu, ušla je u promet prva elektronička telefonska centrala. Godine 1990. započelo je u Hrvatskoj polaganje svjetlovodnih kabela. Proradio je i mobilni sustav telefonije u Hrvatskoj pa broj pretplatnika raste vrlo brzo.

1.3. Elektronika, radiokomunikacije, računala

Smatra se da je *elektronička era* započela 1883. godine kad je T. A. Edison demonstrirao otkriće o prolazu električne struje između metalne elektrode i zagrijane niti (katode) u vakuumskoj cijevi. Godine 1904. A. Fleming konstruirao je diodu, a 1906. godine L. De Forest triodu, prvo pojačalo.

Godine 1947. započela je *poluvodička era*. Te su godine W. B. Shockley, J. Barden i W. H. Brattain prikazali prvi tranzistor u tvrtki Bell Telephone Laboratories. Već 1958. godine u Texas Instruments Co. razvijen je prvi integrirani sklop, a 1961. proizveden je prvi komercijalni integrirani sklop (engl. *chip*) u Fairchild Co. Današnja tehnologija visokointegriranih sklopova omogućuje da se postigne smještanje i više od 100 milijuna tranzistora u višeslojnom čipu. Takva miniturizacija i niz drugih pogodnosti omogućuju danas neslućeno brz eksponencijalni razvoj elektronike i elektrotehnike, kao i informatike.

H. R. Hertz proizveo je 1887. elektromagnetske valove u laboratoriju, a 1896. je G. Marconi poslao telegrafski signal na udaljenost od 2,5 km. Na tom području ističu se doprinosima i N. Tesla i A. S. Popov, a Marconi 1901. uspostavlja prvu radiovezu preko Atlantika. Zlatne godine radija bile su tridesete godine XX. stoljeća. Prva radiopostaja u jugoistočnoj Europi počela je emitirati 1926. u Zagrebu, a 1935./1936. izgrađen je odašiljač veće snage. Radio Zagreb pušta 1949. u pogon novi odašiljač od 135 kW.

Iako je P. Nipkow već 1884. započeo istraživanja prijenosa slike, tek se 1929. godina uzima kao početak *televizijske ere* kad je ostvaren simultani prijenos slike i zvuka elektromagnetskim valom. Godine 1932. instalirana je prva komercijalna televizijska antena na vrhu Empire State Buildinga u New Yorku. Godine 1960. postaje popularna televizija u boji. U Zagrebu je 1956. godine započelo prvo emitiranje televizijskog programa u Hrvatskoj.

Godine 1946. na University of Pennsylvania prikazano je prvo elektroničko računalo pod imenom ENIAC. Sadržavalo je 18 000 elektronskih cijevi i bilo je teško oko 30 tona. Tek se s pojavom visokointegriranih poluvodičkih sklopova događaju zadnjih godina drastične promjene u veličini, brzini i kapacitetu računala. Primjena osobnih računala (PC) i korištenje računalne mreže (internet) šire se neviđenom brzinom.

Sustavna primjena računala u Hrvatskoj započela je osnivanjem Računskog centra na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu 1967. godine. Prvo postavljeno elektroničko računalo bilo je IBM 1130. Godine 1971. u Centru za obradu podataka grada Zagreba postavljeno je za to vrijeme vrlo snažno računalo IBM 370/155. Sveučilište u Zagrebu 1971. godine osnovalo je Sveučilišni računski centar (SRCE), koji je opremljen snažnim računalom UNIVAC 1106. U rujnu 1992. puštena je u rad Hrvatska akademska istraživačka mreža (CARNET), s nekoliko računalnih sustava u Zagrebu. U lipnju 1995. postavljeno je superračunalo IBM RISC SYSTEM/600 Scalable Parallel System na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu.

2. Elektroindustrija u Hrvatskoj

Elektroindustrija u Hrvatskoj započela je krajem XIX. st. s malim radionicama i pogonima, da bi potkraj XX. st. izrasla u nekoliko relativno velikih tvrtki i više tvornica na područjima energetike i elektrostrojarstva, automatike, telekomunikacija, elektronike, radiokomunikacija, transporta, brodogradnje, rasvjete, mjerne tehnike itd.

Godine 1919. osnovana je Tvornica motora u Zagrebu, koja 1921. postaje Siemensova tvornica elektromotora. Nastavila je 1946. godine kao Poduzeće "Rade Končar". Nakon 1990. godine pretvorbom je ustrojena nova tvrtka "Končar-Elektroindustrija" Zagreb. Ta najveća hrvatska elektroindustrijska tvrtka posluje na području industrije, energetike i trgovine, te ima ustrojen Institut za elektrotehniku.

Tijekom vremena stavljen je u pogon cijeli niz tvornica od kojih spominjemo samo neke: Munja (1921.), Elka (1926.), Kontakt (1925.) itd. Do Drugog svjetskog rata, točnije 1938. godine, u hrvatskoj elektroindustriji djeluje oko 60 poduzeća. Nakon rata osnivaju se nove tvornice: Radioindustrija Zagreb – RIZ (1948.), Tvornica električnih proizvoda – TEP, Tvornica električnih žarulja – TEŽ (1949.), Dalekovod, Elektroprojekt (1949.), ATM, Digitron itd.

Krajem 1949. počela je u Zagrebu rad Tvornica telefonskih uređaja "Nikola Tesla". Proizvodila je automatske telefonske centrale. Godine 1953. uspostavila je poslovno-tehničku suradnju sa švedskom tvrtkom Ericsson, da bi nakon 1990. pretvorbom postala snažna telekomunikacijska tvrtka Ericsson Nikola Tesla.

3. Perspektive elektrotehnike

Opstanak suvremenog društva na dostignutom stupnju razvoja, kao i daljnji napredak, u osnovi ovise o industrijskoj proizvodnji, transportu ljudi i dobara i prijenosu informacija, ali iznad svega o odgovarajućoj i pouzdanoj opskrbi energijom. Budući da električna energija ima goleme tehničke prednosti s obzirom na proizvodnju i prijenos, a ne prouzročuje ni posebne probleme za prirodni okoliš, nezamjenjiva je u mnogim područjima primjene. Kako su se potrebe za električnom energijom u razvijenim zemljama udvostručivale svakih deset godina, može se očekivati znatan porast potrošnje i ubuduće. S druge strane, dobro je poznata činjenica da prirodni izvori energije, kao ugljen, nafta, prirodni plin i hidroenergija nisu više raspoloživi u neograničenim količinama. U namjeri da se popuni energetska *gap* (približno period predvidiv od 1980. do 2070. godine), sve se više iskorištava nuklearna energija. Predviđa se nastavak toga trenda i ubuduće.

Stalan porast potrošnje energije i prisila prema većoj ekonomičnosti proizvodnje i prijenosa jasno ukazuju na potrebu stalnog unapređenja i na novi razvoj u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije. S tim ciljem poduzimaju se značajna znanstveno-tehnološka istraživanja i bitne organizacijsko-strukturne promjene u elektroenergetskim sustavima.

Tako se u području izgradnje rotacijskih strojeva za proizvodnju električne energije postupno i stalno postižu unapređenja. Vodom hlađeni generatori grade se već do snaga od 1500 MW, a predviđa se da će se tehnička i ekonomska ograničenja ubuduće pomaknuti do snage od približno 2500 MW. Istraživanja generatora sa supravodljivim (uzbudnim) namotom upućuju na granice od 3000 MW i više. Sve se više istražuju i razvijaju i alternativni izvori energije kao solarna energija, energija vjetra, bioenergija, gorivni elementi te razni obnovljivi izvori energije itd. Oni se mogu koristiti u suradnji sa stabilnim elektroenergetskim sustavom, kao dodatni izvori, pogotovo u sustavima distribuirane generacije energije.

U području prijenosa energije uz prelazak na sve više i više prijenosne napone događaju se mnoga tehnološka unapređenja. Velik je napredak upotreba kompozitnih izolacijskih materijala. Uz ostalo, istražuje se i prijenos supravodljivim kabelima. Tako su, npr., u pokusima s trofaznim supravodljivim kabelom pri prijenosu snage od 2 000 000 kW gubici snage u kabelu iznosili oko 80 kW/km, a isto toliko snage se gubilo i za hlađenje.

U razvijenim zemljama s velikom potrošnjom i snažnim elektroenergetskim sustavima uvode se sofisticirane metode upravljanja prijenosnim sustavima. Tako, npr., da bi maksimirao prijenos energije, američki Institut za istraživanja u elektroenergetici (EPRI) izgradio je na učinkovitoj elektronici utemeljen prilagodljivi izmjenični prijenosni sustav (FACTS). Taj sustav, koji selektivno koristi tiristorsko upravljanje, pruža velike mogućnosti, kao visoku stabilnost sustava jer s pomoću tiristora može neusporedivo brzo (trenutačno) kontrolirati sve prijelazne poremećaje u sustavu itd. Napredak u komunikacijama i elektronici više je nego iznenađujući.

4. Znanost i obrazovanje

Razvoj elektrotehnike pratio je interes naših znanstvenika za elektromagnetsku teoriju. Tako je već 1900. godine L. Stjepanek objavio opsežnu raspravu *Maxwellova teorija o elektricitetu*. Od 1927. do 1929. godine Josip Lončar (1891. – 1973.) objavio je u Zagrebu knjigu *Konstrukcija radiostanica za primanje*; 1937. knjigu *O savremenoj televiziji*; 1939. *Uvod u električna mjerenja*, a 1940. počeo je objavljivanje temeljnog djela *Osnovi elektrotehnike*.

Osnivanje Visoke tehničke škole u Zagrebu 1919. značilo je prekretnicu u razvoju elektrotehnike u Hrvatskoj. Na Elektroinženjerskom odjelu prvi su se put 1921./1922. predavali elektrotehnički predmeti, a predavači su bili Josip Lončar, Raimund Fantoni, Edgar Montina i Robert Tijanić. Odjel su tvorili Zavod za elektrotehniku (poslije Zavod za elektrostrojarstvo) i Laboratorij za električna mjerenja (poslije Zavod za osnove elektrotehnike i električna mjerenja). Pečat studiju elektrotehnike, osim profesora Lončara, dali su i profesori Miroslav Plohl st. (1881. – 1939.) i Juro Horvat (1882. – 1954.). Godine 1926. Visoka tehnička ušla je u sastav Sveučilišta u Zagrebu kao Tehnički fakultet.

Podjelom Tehničkog fakulteta 1956. godine osnovan je Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, a profesor Anton Dolenc (1905. – 1984.) postao je prvi dekan. Studij je prema tadašnjoj podjeli obuhvaćao smjerove jake i slabe struje. Godine 1995. Fakultet je, u skladu sa svoja dva studija, promijenio ime u Fakultet elektrotehnike i računarstva. Studij elektrotehnike imao je sljedeće smjerove: elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, industrijska elektronika, telekomunikacije i informatika, automatizacija, radiokomunikacije i profesionalna elektronika. Studiji elektrotehnike osnovani su i u Splitu 1960., u Osijeku 1992. i u Rijeci 1999. godine.

Napretku studija elektrotehnike i znanosti u Hrvatskoj u početnoj fazi, osim spomenutih, pridonijeli su također Vladimir Žepić, Hrvoje Požar, Božidar Stefanini, Mladen Dokmanić, Tomo Bosanac, Radenko Wolf, Zlatko Plenković, Vojislav Bego, Mladen Hegedušić, Vinko Albert, Đuro Švarc, Tihomil Jelaković, Miroslav Plohl ml., Vladimir Muljević, Vladimir Matković, kao i mnogi njihovi suradnici i sljedbenici. Tijekom 80 godina postojanja samo na FER-u u Zagrebu diplomiralo je više od 11 000 inženjera elektrotehnike i računarstva. Svi oni predstavljaju golem znanstveni i stručni potencijal na području elektrotehnike.

Godine 1924. u Zagrebu je počeo izlaziti časopis *Radio-sport*, a 1948. časopis *Elektrotehničar*. Sa zadovoljstvom možemo istaknuti da je Hrvatska elektroprivreda prije 50 godina, tj. 1951. godine počela izdavati časopis *Energija*, a Hrvatski inženjerski savez časopis *Elektrotehnika* od 1958. godine.² Ti su časopisi značajno utjecali na razvoj elektrotehnike u Hrvatskoj.

²Časopis *Energija* prestao je izlaziti 2009., a časopis *Elektrotehnika* 2001. godine. Ove godine (2017.) planira se ponovno objavljivanje časopisa *Energija*.

Na kraju istaknimo činjenicu da su snažan razvoj elektrotehnike i računarstva u Hrvatskoj u proteklom stoljeću imali velikog utjecaja na razvoj gospodarstva uopće. Hrvatska danas ima snažnu i organiziranu elektroprivredu, jake radio i telekomunikacije i dobre perspektive za unapređenje elektroindustrije.

Literatura

- [1] V. Muljević, *Elektrotehnika: kronologija razvitka u Hrvatskoj*, Zagreb, 1999.
- [2] Monografija: *Stoljeće Hrvatske elektroprivrede*, Zagreb, 1995.
- [3] K. Simonyi, *Kulturgeschichte der Physik*, Akademiai Kiado, Budapest, 1990.
- [4] Z. Haznadar, Z. Štih, *Electromagnetic Fields, Waves and Num. Methods*, Amsterdam, 2000.
- [5] Siemens AG, Research and Development, München.
- [6] IEEE Spectrum, *Analysis and Forecast Issue Technology*, 1994.
- [7] MITI Japan, Agency of Industrial Science and Technology.

Electrical Engineering: Development and Perspectives in Croatia and in the World

Zijad Haznadar

Summary: The paper offers a short review on electrical engineering in the past century and a half in Croatia and in the world. Electric energy supply, telecommunications, electronics, radiocommunications and computers are elaborated separately. The development of the Croatian electric energy company, telecommunications and electric industry are described in detail. Some assumptions on the perspectives of electric energy production and transmission are also given. Finally, the Croatian scientific research and education are approached.

Key words: electrical engineering, power system, electric machines, electronics, radio communications, telecommunications, computer engineering

Marijan Kalea

Henglov izvor svjetla, pogonske sile i udobnijeg kretanja

**Devedeseta obljetnica javne elektrifikacije
i električnog tramvaja u Osijeku (1926. – 2016.)**

Sažetak: Krajem 2016. proteklo je 90 godina od puštanja u pogon gradske električne centrale u Osijeku, što se uzima začetkom današnjih proizvodnih, prijenosnih i distribucijskih elektroprivrednih poduzeća u tom gradu. Premda je u Slavoniji i Baranji već bilo elektrificiranih mjesta (oko 1890-ih), Osijek se poslije priključio elektrifikaciji jer je postojala Plinara s plinskom gradskom mrežom u korištenju za rasvjetu i kuhanje. Opisuju se značajke trenutka, veličina pothvata, ugovor o izvedbi, priprema za korištenje, oduševljenje Osječana i korištenje elektrane u Osijeku (*Munjare*, kako se u početku zvala). Neizostavno se ukazuje i na vodeću i sjajnu ulogu gradonačelnika doktora Vjekoslava Hengla u tom pothvatu.

Ključne riječi: povijest, elektrane, Osijek

Uvod

Dana 17. prosinca 1926. službeno je puštena u pogon električna centrala u Osijeku, što je označilo početak javne proizvodnje električne energije radi korištenja u kućanstvima i industriji, za javnu rasvjetu i električni tramvaj. Taj značajni civilizacijski pomak Osijeka srčano je i mudro poveo i proveo časní osječki gradonačelnik doktor Vjekoslav Hengl. Jer, “čije je djelo elektrifikacija, to znade i posljednje dijete našega grada”, kaže “Hrvatski list” od 13. veljače

1934. godine, u članku povodom zahvale doktora Hengla na gradonačelničkoj časti.

Vjekoslav Hengl rođen je u Donjem Miholjcu 15. travnja 1875., a umro je u Osijeku 6. studenog 1961. godine. Završio je studij prava u Beču. Bio je odvjetnik i od 1910. kraljevski javni bilježnik u Osijeku. Čak četrnaest godina, od 1920. do 1934. (s prekidom 1926./27.), bio je gradonačelnik Osijeka.

Zadivljujuću upućenost, zanos i trud uložio je naš doktor Hengl, rukovodeći odborom koji je promaknuo, zasnovao, uvjetovao i doista efikasno okončao gradnju gradske električne centrale i električnog tramvaja. Osigurao je svojim sugrađanima izvor svjetla, pogonske sile i udobnijeg kretanja; rasvijetlio i moderno povezao putanju kojom se konačno ostvarilo ono što je formalno utvrđeno 2. prosinca 1786. godine – ujedinjenje Gornjeg grada, Tvrđe (Nutarnjeg grada) i Donjeg grada u jedinstveni grad Osijek.

Javna elektrifikacija u svijetu počinje 1882. godine (New York, London), a prvi javni električni tramvaj uveden je u promet u Berlinu 1881. godine.

Gradovi, koji su imali gradsku plinsku mrežu i plinsku javnu rasvjetu, kasnije su pristupali javnoj elektrifikaciji, kao što je primjerice slučaj sa Zagrebom u kojem javna elektrifikacija počinje 1907. godine.

Prva željeznička kompozicija stigla je u Osijek krajem 1870. godine. Gradska plinara u Osijeku u pogonu je bila od 1884. godine. Uspon svjetske elektrifikacije zatječe Osijek s plinskom gradskom mrežom, uz korištenje u kućanstvima i za plinsku uličnu rasvjetu, te s konjskim tramvajem, u gradskom prometu također od 1884. godine. Razmatranje elektrifikacije, premda je bilo započelo, prekida Prvi svjetski rat.

Godine 1922. gradonačelnik doktor Hengl podnosi gradskom zastupstvu program izgradnje munjare i električnog tramvaja, među drugim velikim gradskim pothvatima kojima je cilj formalno i fizičko ukidanje Tvrđe kao vojnog kompleksa u srcu grada, konačno povezivanje triju gradskih jezgara u jedinstveni grad i njegova posvemašnja modernizacija.

1. Veličina pothvata

Kolika je izgrađenost tadašnjeg Osijeka? Početkom dvadesetih godina prošlog stoljeća imao je oko 37 000 stanovnika, te pivovaru, šibicar, kožaru, tvornicu namještaja, paromlin, lanaru, ljevaonicu željeza, šećeranu, tvornicu sapuna..., kojima bi potpomaganje električnom snagom značilo skok u europski infrastrukturni proizvodni okvir.

Postoje ondašnji cestovni most i željeznički most preko Drave (na sadašnjim njihovim lokacijama). Između mostova locira se električna centrala s tramvajskom remizom. O cjelokupnom pothvatu sačuvana je tad tiskana knjiga



Slika 1.: Vjekoslav Hengl (1875. – 1961.)

Elektrifikacija grada Osijeka, koja je na 371 stranici obuhvatila sve dokumente koji su prethodili gradnji. Njezin je priređivač zatajio svoje ime – ne hoteći ičim zasjeniti istinske tvorce pothvata.

A veličina pothvata je impozantna! Valjalo je izvesti “sve radnje i građenje” za električnu centralu, sa svim uličnim vodovima i javnom rasvjetom, te električni tramvaj u gradu Osijeku. Električna centrala sadržavala je industrijski kolosijek za dovoz ugljena (pored пристаништа za dovoz Dravom), pumpnu stanicu za opskrbu vodom, kotlove, turbine, dva generatora od po 825 kilovata, električno rasklopno postrojenje, te direkcijsko-stambenu zgradu i kućicu portira sa stanom.

Električna mreža sastojala se od 11 kilometara visokonaponskih kabela (tri kilovolta), čak 16 transformatorskih stanica 3/0,4 kV i oko 50 kilometara niskonaponskih, djelomice kabelskih, vodova. Javna rasvjeta sadržavala je 736 rasvjetnih mjesta.

Tramvajska pruga bila je duga više od devet kilometara, s remizom, stajalištima, pripadnim postrojenjima i 16 motornih kola s osam prikolica. U prvi je mah zamišljena linija uzduž grada i dvije kružne linije: kolodvorska i novogradska. Prva je kružna linija i izvedena (*kolodvorac*). Drugu nije odobrio nadležni ministar jer se trebala dva puta križati sa željezničkim prugama.

Pothvat je imao, tijekom priprema, nekoliko protivnika. Gradska plinara poziva se na ugovor s Gradskom općinom iz 1883. godine kojim je bilo

uređeno da je, u slučaju uvođenja električnog svjetla u grad Osijek, Općina dužna poslove najprije ponuditi Plinari... Konačno, prigovara i Društvo kućevlasnika, da je "(...) elektrifikacija luksuz koji će na kućevlasnike naprtiti trošak uvođenja ogromnog broja žarulja u stanove."

2. Ugovor o izvedbi

Ugovor o izvedbi cjelokupnih poslova oko elektrifikacije i električnog tramvaja zaključen je u Osijeku 10. prosinca 1924. godine između Općine grada Osijeka i poduzetničke tvrtke Charles B. Mac Daniel Jr. iz Pariza. Ugovorna vrijednost iznosila je milijun i stotinu tisuća američkih dolara. *Neprekoračivi rok* bio je osamnaest mjeseci, a novčani penali za zakašnjenje ugovoreni su u visini od 300 dolara dnevno.

Ugovoreno je da se kolaudacija obavi tri mjeseca nakon dovršetka posla, a superkolaudacija za zgrade – nakon godinu dana, za strojarski i električni dio – nakon dvije godine, a za vozni park, prugu i uspostavljanje prvobitnog stanja u ulicama – nakon tri godine. Vraćanje kaucija od 10 posto vrijednosti pojedinih poslova, koje je položio poduzetnik, bilo je uvjetovano uspješno obavljenim superkolaudacijama.

Financiranje je izvedeno kreditom Engleske trgovinske banke u Beogradu. Kredit je Gradska općina trebala vraćati u osam godišnjih rata, uz kamate od 8 posto godišnje.

Proračun dobitka od elektrane i tramvaja ukazivao je Gradskoj općini da će njim moći otplaćivati kreditne rate svake godine, uz povećanje gradskog proračuna za otprilike 50 posto.

Jezik dokumenata o izgradnji! Jasan, neopterećen suvišnostima; svaki odjeljak govori o određenom predmetu, na način što-tko-gdje-kako-dokad-za koliko novca. Zanimljivo je da je mjerodavan jezik osnovnog ugovora hrvatski, a ugovor će, na zahtjev poduzetnika, biti preveden i na engleski. Opći i tehnički opis cijelog projekta, te popis materijala (ali doista precizan – primjerice: instalacijski vodiči navedeni su s presjekom i potrebnom duljinom, niskonaponski osigurači navedeni su brojem komada elemenata, glava, prisjednih vijaka i patrona određene struje!), izneseni su na njemačkom jeziku.

Ponudu poduzetnika, sa svim tehničkim i financijskim prilogima, proučili su i dali svoja stručna *mnijenja* direktori tadašnje zagrebačke Munjare i Zagrebačkog električnog tramvaja. Ta su mišljenja uzorni obrasci kako valja primjećivati, iznositi i pravdati svoje stručne nalaze, dakako, o pitanjima u koja je osoba utemeljeno upućena.

Gradsko zastupstvo, prilikom donošenja odluke o usvajanju ponude Charlesa Mac Daniela, traži da gradski stručnjaci propišu za sve *mašinske*



Slika 2.: Početak zemljanih radova na Munjari krajem 1925.



Slika 3.: Stanje na gradilištu 27. ožujka 1926. (pogled s istoka)



Slika 4.: Gradilište osječke elektrane, 12. svibnja 1926. (pogled sa zapada)

uređaje odgovarajući *omjer vrsnoće* (stupanj djelovanja – rekli bismo mi danas, *Wirkungsgrad* – kako oni navode u zagradi na njemačkom). Obvezuju poduzetnika da svaki onaj uređaj koji tomu ne odgovara o svojem trošku zamijeni odgovarajućim drugim. Poduzetnik je obavezan ugovorom da sve radove daje izvoditi u prvom redu osječkim domaćim obrtnicima, poduzetnicima i stručnim radnicima, a nekvalificirane radnike sa strane smije koristiti samo u slučaju ako ih u Osijeku nema.

3. Pripreme za korištenje

Godinu i pol prije dovršetka gradnje elektrane, Gradska općina daje ovlaštenje osječkom elektrotehničkom poduzeću Energoss da u njezino ime izvodi vodove do brojila, ali i kućne rasvjetne i elektromotorne instalacije, s tim da potrošača kreditira do tri godine. Stranke su plaćale 16 posto kamata na svoje dugove, a Gradska općina još osam posto Energossu. U gradu je osiguran i majstor koji će građanima preuređivati postojeća plinska rasvjetna tijela u električna.

Čak devet mjeseci prije puštanja u pogon elektrane i električne mreže objavljuje se sljedeće:

- propisi o izvedbi električnih instalacija koje se mogu priključiti na električnu mrežu
- upute za stranke, o načinu kako će pridobiti suglasnost za priključak
- uvjeti dobave električne energije za rasvjetu i aparate, s cijenama električne energije i mjesečnim najamninama za kućanstva
- uvjeti dobave električne energije za *prijenos sile*, dakle za elektromotorne i druge pogone, s cijenama, najamninama i popustima kojima se stimulira veće godišnje trajanje korištenja.

Navedimo da su cijene za kućanstva iznosile tadašnjih 10 din/kWh, za pogone 4 din/kWh, a za one pogone koji redovito ne rade od 16 do 21 sat cijena je iznosila 3 din/kWh.

Višemjesečne neposredne pripreme, a pogotovo gradnju elektrane i tramvajske pruge, novine prate doslovno danomice. Hengl putuje ponekad i dvaput tjedno u Beograd, s nastojanjima oko elektrane. Klauziranje ugovora o izgradnji i financiranju oteže se u Beogradu čak devet mjeseci. Okončano je u rujnu 1925. godine, a početkom studenog počinju i fizički radovi na terenu. Tijekom najveće radne dinamike po cijelom je gradu bilo angažirano oko 500 radnika.

Krajem rujna 1926. godine pozivaju se građani da dadu instalirati svoje domove (koji to već nisu učinili) – jer električna rasvjetla će skoro! Početkom listopada gradonačelnik Hengl, “(...) na svoje veselje i ostalih gradskih zastupnika konstatira da su radovi toliko napredovali, te će doći do pogona za 14 dana”. Prijavljeno je već oko 6000 rasvjetnih *ispusta* – takav uspjeh nije imala niti jedna općina pri uvođenju elektrike.

A onda, 21. listopada, dolazi šok: cijelo gradsko zastupstvo osječko – raspušteno; imenovan je povjerenik vlade iz Beograda. Henglu je uskraćena čast prvozaslužnog na službenom puštanju u pogon, ali ne i radost koju je dijelio s Osječanima tih dana. Naime, u noći s 21. na 22. studenog grad je bio prvi put rasvjetljen električnom rasvjetom jer je ostvaren prvi pokusni rad elektrane, dvanaest mjeseci od početka radova na elektrifikaciji!

4. Oduševljenje Osječana

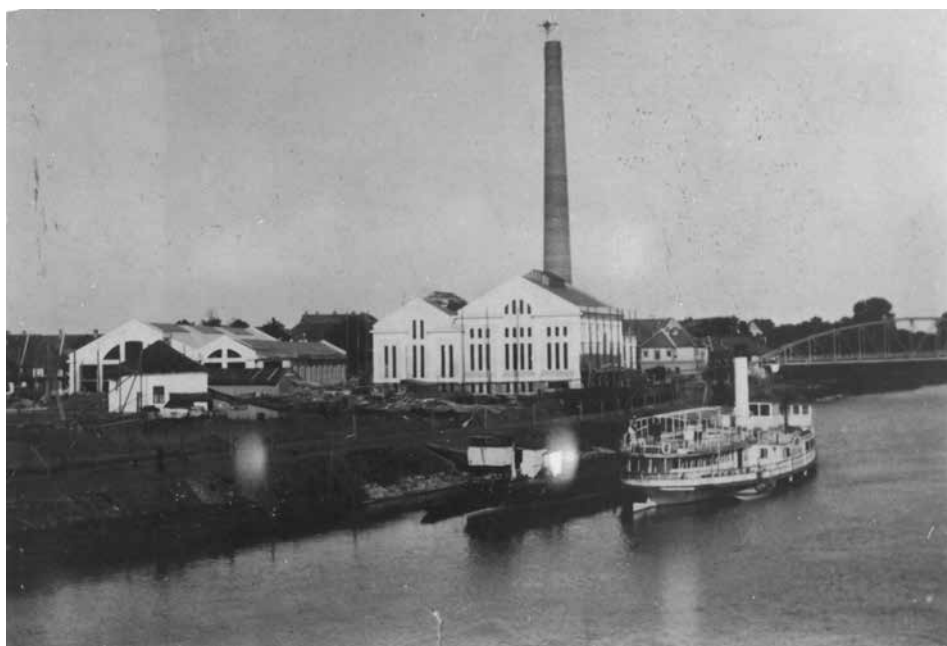
Nekoliko dana nakon prvog uličnog električnog svjetla, 25. studenog 1926., održana je prva pokusna vožnja tramvaja gradom – prava senzacija! Od 12. prosinca odvija se redoviti tramvajski promet s redom vožnje i pravilima. Prvog dana vožnje: gotovo 12 tisuća putnika. Osječani se teško odlučuju o tome čime su oduševljeniji: električnim tramvajem ili električnom uličnom rasvjetom! Da je do toga došlo, kažu idućeg dana novine, zasluga je “(...) u prvom redu našeg gradonačelnika, gospodina doktora Hengla. On je bio inicijator tog djela, potpuno mu se predao, izgarao u njemu, svladao sve zapreke i izveo ga”.

Električna centrala i električni tramvaj službeno su pušteni u pogon 17. prosinca 1926. godine i poslovali su pod imenom Osječka munjara i tramvaj, kao posebna ustanova Gradske općine (tekovno poduzeće gradske općine).

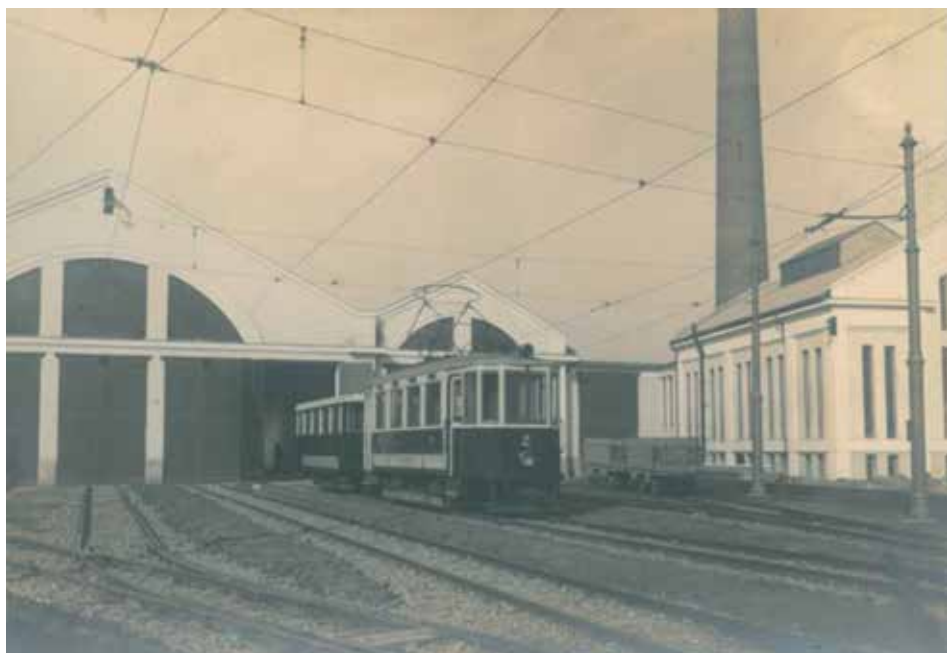
Članak *Električni Božić grada Osijeka*, u "Hrvatskom listu" nekoliko dana nakon službenog početka rada, zanosno opisuje oduševljenje Osječana. Citirajmo neke opise:

"Naš dragi Osijek dočekat će prvi puta svoju badnju večer i Božić u sjajnoj električnoj rasvjeti po svim ulicama, trgovima, cestama i putovima, a kroz glavne njegove ulice jurit će elegantna tramvajska kola puna svjetla i topline, puna općinstva svih stališa, koje se vraća svojim domovima ili ide u posjet prijateljima. Neće biti ni kućice, ni sobice, počevši od raskošnih dvorana bogataša do bijedne potleušice ili potkrovnice sirotinjske, u kojoj se ne bi uz premnoge ine uspomene, sjetilo i ovog velikog djela elektrifikacije. Zadovoljstvo i hvala pratit će ovaj predmet razgovora.

Naši su nam stanovi postali ne samo svjetliji i čistiji, nego i miliji i udobniji, otkako nam gradska centrala u svako doba noći i dana rasvjetljuje naše domove, urede i radione. Nema više onog odvratnog



Slika 5.: Dovršena tramvajska remiza i elektrana u Osijeku, 1926.



Slika 6.: Elektromotorna tramvajska kola s prikolicom, 1926.

plinskog mirisa, niti opasnosti po zdravlje i život. Dosta smo već iskvarili zdrave oči i dobar vid.

... Ipak će električni tramvaj, prvo javno prometno čedo gradske elektrike, biti i ostati najmilijom institucijom našega grada. Najmodernije uređena, elegantna, čista, svijetla i prostrana tramvajska kola, kojima se na vanjskom i na nutarnjem licu vidi sklad linija i boja, izazvala su već od prvoga dana vrlo povoljan dojam, stekla su već od prvog dana prometa sveopće simpatije. Radništvo, činovništvo, školska djeca, stariji ljudi i toliki domaći i strani poslovni svijet, kojemu se žuri – svi su našli u električnom tramvaju najsavršenije saobraćajno sredstvo, koje spaja tolike raštrkane i udaljene dijelove grada. Brzina vožnje i udobnost skraćuje silno gubitak vremena i putničku nervozu...

Uvođenjem elektrifikacije, diže se i budi poduzetna snaga naše privrede, te nema ikakove sumnje u tom, da će naša proizvodnja, obrt, trgovina i industrija dobiti u elektrifikaciji snažan poticaj da se razvija i napreduje.

To je jedna stečevina, kakove grad Osijek kroz tolike decenije ni u manjoj mjeri nije dočekao. Elektrifikacija otvara gradu Osijeku novo doba, doba preporoda u znaku moderne tehnike, koja će prije ili kasnije, ali zasigurno, preobraziti čitavo lice grada i nutarnji mu život.”

5. Korištenje elektrane

Električna energija razvođena je gradskom kabelskom visokonaponskom mrežom pri naponu od 3 kV. Odatle se transformirala na niski napon, početno u 16 transformatorskih stanica 3000/400 volta, s transformatorima većim dijelom snage 50 kVA i manjim dijelom 30 kVA. (Tek je nakon Drugog svjetskog rata visokonaponska mreža u gradu postupno preuređena na napon od 10 kV.) Za potrebe tramvaja, trofazna izmjenična struja ispravljana je živinim ispravljačima u istosmjernu i vođena do gornjih kliznih vodiča tramvaja pri naponu od 800 V. Velika akumulatorska baterija mogla je uzdržati cijeli tramvajski promet tijekom dva sata u slučaju poremećaja u pogonu centrale.

Elektrana je u deset godina rada utrostručila proizvodnju iz 1927. (kad je proizvela 1,8 GWh), tako da je 1938. njezina snaga morala biti više nego udvostručena (ugrađen je novi blok od 2 MW). Stradala je tijekom ratnog bombardiranja krajem 1944., obnovljena već 1945., a 1963. godine njezino je korištenje kao izvora električne energije obustavljeno te je preuređena i otad služi kao izvor topline za grad. Poslije su ugrađeni novi kotlovi te se takvo potpuno izmijenjeno toplinsko postrojenje koristi i danas. U strojarnici su sačuvani prvotni turbogeneratorski agregati, ali nisu u uporabi.

Elektrana je tijekom Domovinskog rata 1991. godine ponovno razarana. I grob Henglov, s Kršinićevim Isusom, na Aninom groblju, razoren je. Prekrasni veliki jetkani cvjetni vitraž u stubištu kuće Henglovih potpuno je razbijen...



Slika 7.: Pravila elektrane slob. i kr. grada Osijeka

Što dodati, nakon devedeset godina? S razložnim oduševljenjem iskazati veliko poštovanje i osjećati ponos prema našem sjajnom gradonačelniku Henglu i ondašnjim sugrađanima koji su pod njegovim vodstvom ostvarili pothvat koji zadivljuje i uz današnja najrigoroznija mjerila. Kako reče pisac zanosnog članka *Električni Božić grada Osijeka* u "Hrvatskom listu", nekoliko dana nakon puštanja u pogon elektrane i tramvaja: "Henglovu trudu, energiji i smionosti, kao i izdašnoj potpori osječkog građanstva valja zahvaliti da je ovo veliko djelo sretno dovršeno. Henglovo ime ostat će s elektrifikacijom časno i ponosno spojeno, doklegod je bude."

Literatura

- [1] Elektrifikacija grada Osijeka (381 str.), izdanje 1927. (?), autor i izdavač nepoznat
- [2] Razvoj elektrifikacije Hrvatske; od početka elektrifikacije do 1945., Zagreb, 1984.

Hengl's Source of Light, Driving Forces and Comfortable Transportation

The ninetieth anniversary of public electrification and the electric tram in Osijek (1926– 2016)

Marijan Kalea

Abstract: At the end of 2016, 90 years had passed from the commissioning of the power station in the city of Osijek, which is taken as the beginning of the companies that produce, transmit and distribute electrical power in the city today. Although in Slavonia and Baranja some places had electricity much earlier (in the 1890s), Osijek underwent electrification later because there was a gas plant with a city gas network in use for lighting and cooking. This article describes the features of the time, the size of the undertaking, the implementations of the contract, preparation for use, the delight of the citizens of Osijek and the use of power in Osijek (Munjara, as it was known at first). Inevitably, it points out the leading and outstanding role of the mayor and great doctor Vjekoslav Hengl in that venture.

Key words: history, power plant, Osijek

Marijan Kalea

Šezdeset godina prijenosa električne energije u Slavoniji i Baranji

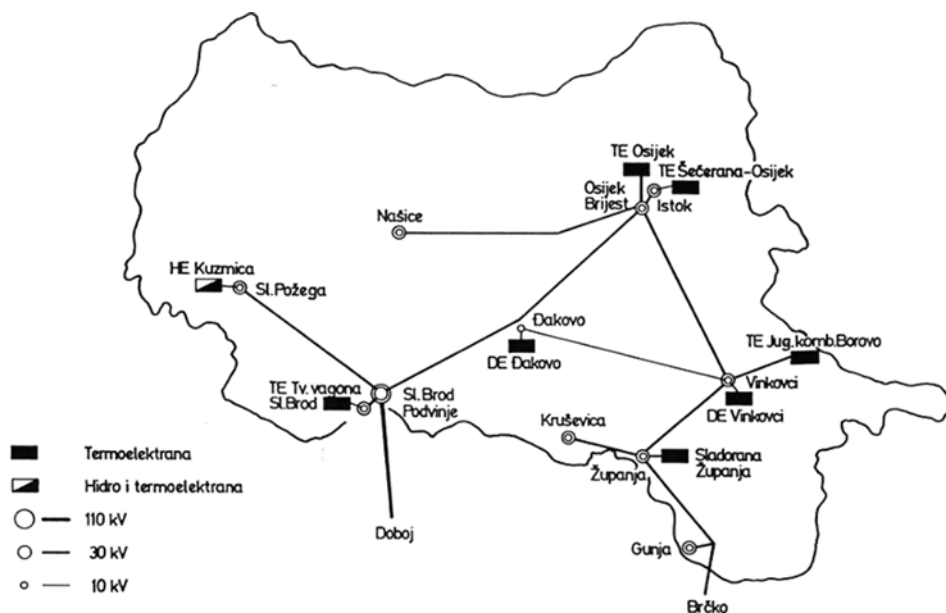
Sažetak: Prije 60 godina ostvaren je prvi prijenos električne energije za područje Slavonije i Baranje, priključkom TS 110/30 kV Slavonski Brod 1 (tad Podvinje) na vod od 110 kV Doboj – Slavonski Brod. Sljedeće je godine ostvaren i prijenos električne energije na području Slavonije i Baranje jer je pušten u pogon vod Slavonski Brod – Osijek pod naponom od 110 kV do TS 110/30 kV Osijek 1 (tad Brijest). Opisuju se značajke rada radnika u elektroprivredi tog vremena i – u bitnim crtama – pregled razvoja prijenosne djelatnosti na području tijekom šezdeset godina, sve do današnjih dana.

Ključne riječi: povijest, prijenos električne energije, Slavonija i Baranja

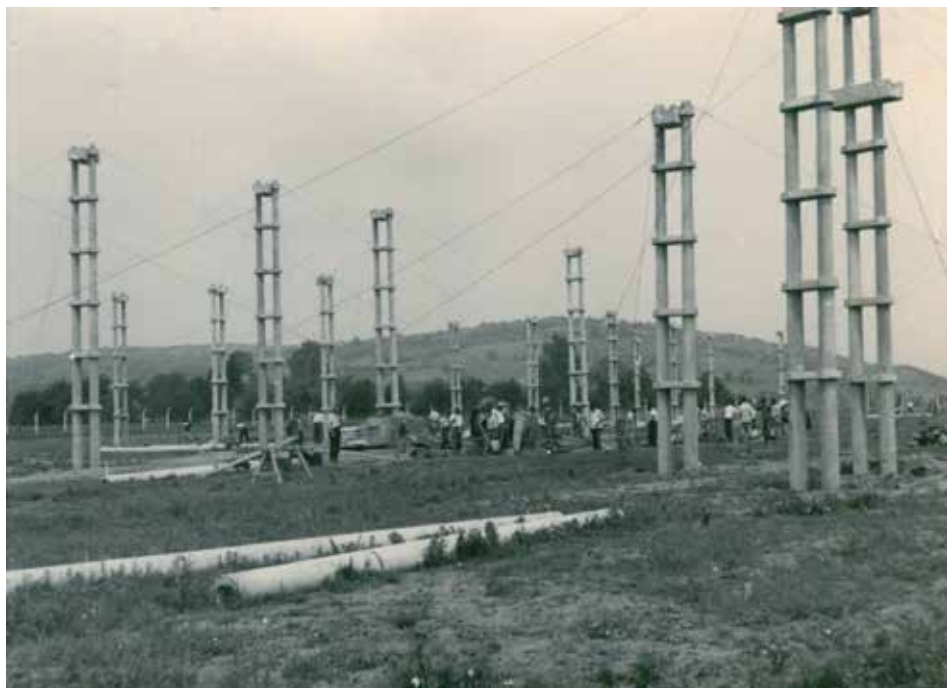
1. Elektroenergetske značajke trenutka

Dana 11. studenog 1956. godine u 14:20 sati primljen je napon od 110 kV u TS 110/30 kV Slavonski Brod 1 (tad Podvinje) vodom 110 kV Doboj – Slavonski Brod. Potom je pušten pod napon od 110 kV transformator 110/30 kV, 20 MVA, a vod Slavonski Brod – Osijek priključen je pod napon od 30 kV do postrojenja 30 kV u TE Osijek.

Dotad izoliran regionalni elektroenergetski sustav Slavonije i Baranje povezan je tako s tadašnjim zemaljskim elektroenergetskim sustavom na razini od 110 kV, dakle ostvaren je prijenos električne energije za područje Slavonije i Baranje.



Slika 1.: Regionalni elektroenergetski sustav Slavonije i Baranje krajem 1956. godine



Slika 2.: Gradilište postrojenja trafostanice od 110 kV Podvinje 1954. godine

Međutim, na području Slavonije i Baranje ostvaren je godinu poslije, 8. prosinca 1957., kad je počelo korištenje voda Slavonski Brod – Osijek pod naponom od 110 kV, kao i TS 110/30 kV Osijek 1 (tad Brijest) pod tim naponom. Prijenos potezom Doboj – Slavonski Brod – Osijek samostalno je potrajao do 1962. godine, otkad su u pogonu TS 110/35 kV Vinkovci i novi 110 kilovoltni potez iz Bosne: Brčko – Vinkovci – Osijek.

Danas nevjerojatno: prije 60 godina samo je 11 % naselja u Slavoniji i Baranji bilo elektrificirano! Regionalni elektroenergetski sustav Slavonije i Baranje, formiran nakon Drugog svjetskog rata, obuhvaćao je tadašnje javne i industrijske elektrane na području, međusobnom povezanošću pri naponu od 30 kV ili 10 kV. Ukupna instalirana snaga tih elektrana bila je oko 22 MW – javne elektrane bile su u Osijeku, Đakovu, Vinkovcima i Kuzmici, a industrijske u Borovu i Slavonskom Brodu te šećeranama u Županji i Osijeku. Frekvencija u tom sustavu bila je rijetko 50 Hz (najčešće niža), a naponska razina često je namjerno držana nižom od nazivne radi sniženja opterećenja sustava (prisilne redukcije).

2. Neke pojedinosti o pogonu u prvo vrijeme

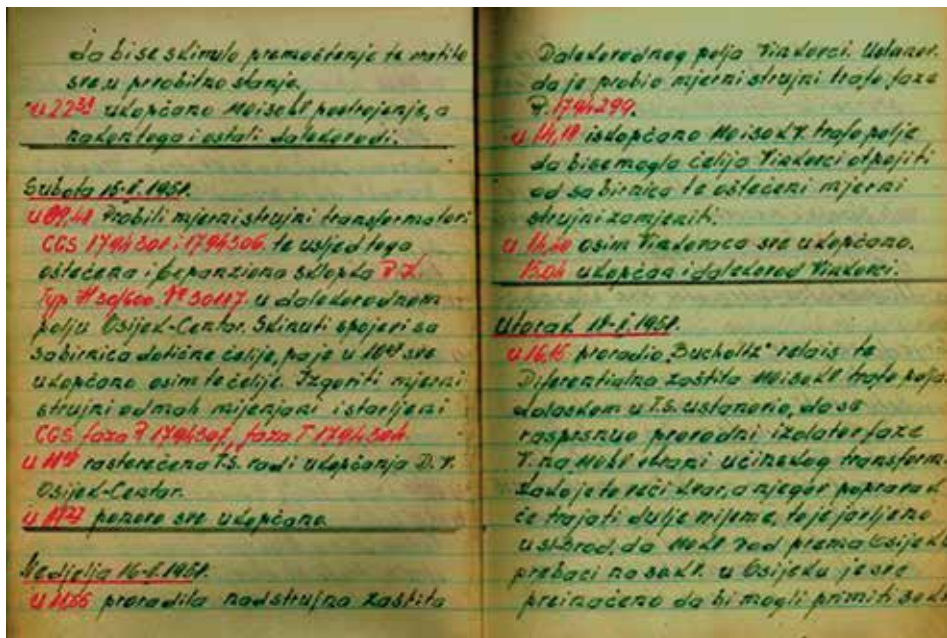
Sve jedinice mreže (vodovi, transformatori) bile su jednostruke, *bez rezerve*, te je zastoj bilo koje vodio znatnom poremećaju s dugotrajnim prekidima opskrbe ili lošim naponskim prilikama. Ugrađena oprema bila je dotrajala, dobavljana iz raznovrsnih izvora – gotovo svaki trofazni slog aparata sastojao se od barem dvaju skupova raznorodnih – mađarske, češke, talijanske, iz poratnih reparacija, ili domaće Končarove proizvodnje. Proboji aparata i drugi kvarovi bili su neprestani te je snalažljivost oko dobave i montaže zamjenskih rješenja bio praktički svakodnevni posao. Rijetka je bila nedjelja kad se u radni dnevnik moglo napisati: *slobodan dan* i rijedak radni dan u kojem se s posla otišlo kućama u vrijeme službenog završetka radnog vremena.

Vod od 110 kV Slavonski Brod – Osijek često je korišten pri naponu od 30 kV. Kad god je neki dio opreme od 110 kV u Slavonskom Brodu (Podvinju) ili Osijeku (Brijestu) bio neraspoloživ, vod se prespajao na 30 kV. Monteri su u to vrijeme bili vješti u premoštavanju (*brikanju* – kako su govorili). Preko krova zgrade postrojenja u Brijestu prevlačili bi vodiče kojima bi ostvarivali neposredni spoj voda od 110 kV iz Slavanskog Broda s vodom od 30 kV prema Osijeku. Na krovu je stajala drvena piramida s izolatorima čime je to bilo omogućeno.

Neraspoloživu sredjonaponsku ćeliju nadomještali bi tako da su izvan postrojenja međusobno premoštavali dva voda, tad priključena na preostalu raspoloživu ćeliju. U krugovima mjerenja i zaštite bili su česti pogrešni spojevi,

nastali brojnim preinakama i bez točne tvorničke dokumentacije o uređajima. Danas je teško vjerovati da se tad tako moralo i moglo živjeti!

Trebalo se čuvati i drugih nedaća: “Opet su štakori napravili štetu. Pojeli sve otpremnice iz Zagreba i 11 sapuna su oni odnijeli, a jedno radno odijelo načeli” (iz radnog dnevnika Mate Stojanovića, tadašnjeg poslovođe TS Brijest).



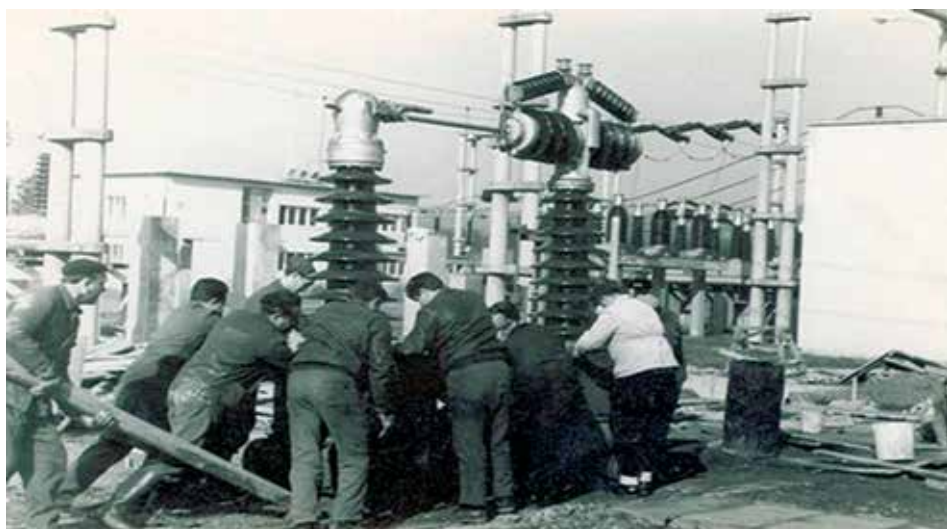
Slika 3.: Radni dnevnik poslovođe TS 110/30 kV Brijest Mate Stojanovića iz 1958.

Kuriozitet je da je više od godinu dana TS 110/30 kV Slavonski Brod funkcionirala *bez telefonske veze* te je komunikacija prema dispečeru u Osijeku ostvarivana tako da je posredovala stanica tamošnje milicije! Onamo je uklopničar iz transformatorske stanice odlazio biciklom, predajući poruku za dispečera, a milicionari su donosili naloge primljene telefonski od dispečera u stanicu.

Tek je 1958. ostvarena visokofrekventna veza putem dalekovoda Slavonski Brod – Osijek te je ostvarena mogućnost neposrednog komuniciranja dispečera s uklopnicom.

U javnom telefonskom prometu u to je vrijeme elektroprivreda imala prioritet pri ručnom međumjesnom povezivanju, korištenjem šifre *Munja* ili *Struja* i plaćanjem višestruke naknade za takve pozive.

Opremljenost je bila skromna. Transformatorske stanice u Podvinju i Brijestu izgrađene su korištenjem dvaju kamiona u tadašnjoj Elektroslavoniji. Pre-tovar i postavljanje najkrupnije opreme, energetskih transformatora, obavljan je isključivo uz pomoć skromnih pomagala, šlipera i poluga, te dizalica pokretanih ljudskim mišićima. Betonski stupovi prvog dalekovoda od 110 kV (oko 200 komada na duljini trase oko 70 km) betonirani su na stupnim mjestima, uz drvene skele oko vertikalne stupa i dizanjem betona u *japaneru* užetom preko koloturnika.

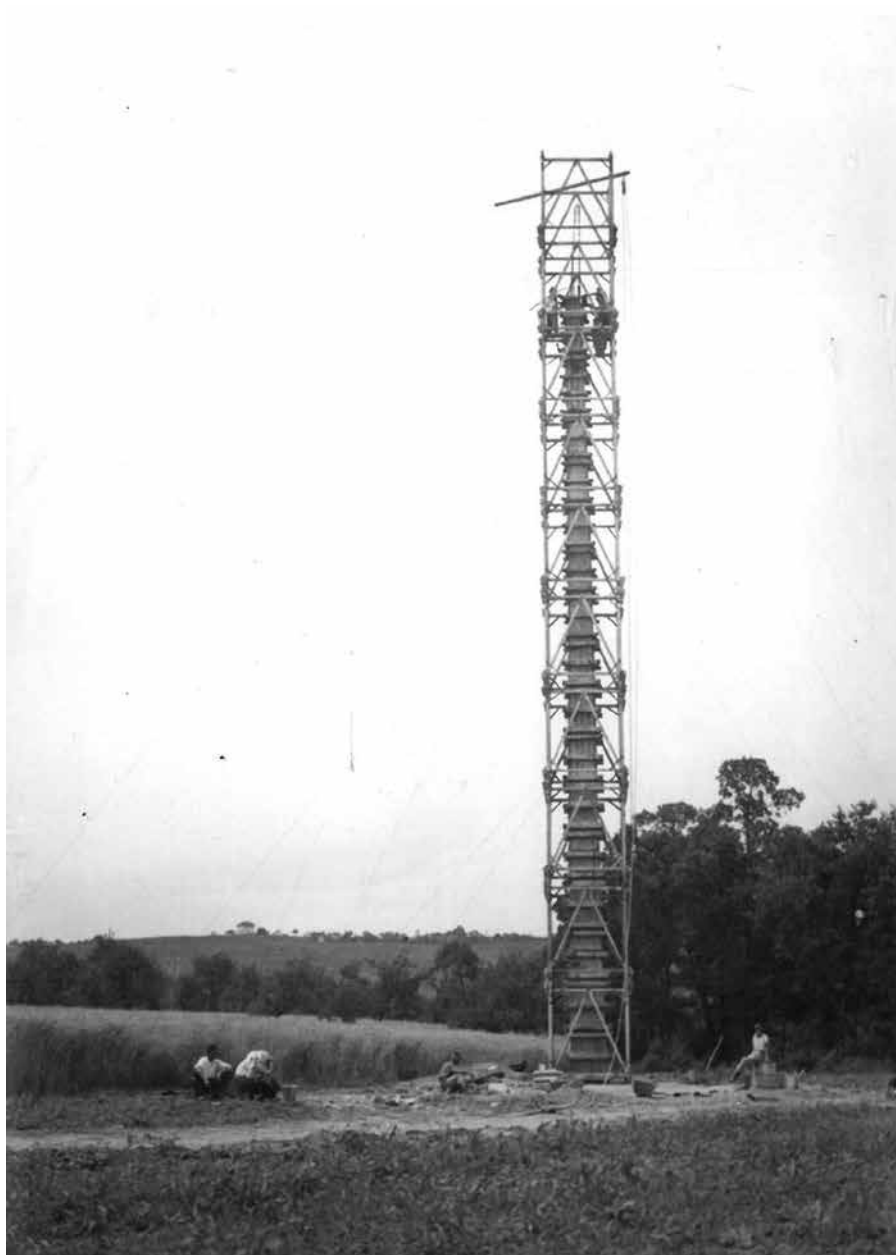


Slika 4.: Montaža prekidača od 110 kV (Končarev 2Pv) u TS Podvinje, 1956.

Bicikl je bio sredstvo o čijoj je nabavi, korištenju i održavanju vođena stroga evidencija, a nabava prvih mopeda popraćena je slavljem uz prethodno zajedničko prikupljanje novca za jelo i piće. Prvi radioaparat za uklopicu u Brijestu kupljen je novcem ostvarenim prodajom otpadnog bakra i olova, brižno i dugo prikupljanog.

U samom je početku čuvar dalekovoda svakodnevno obilazio trasu voda od 110 kV od Save do Podvinja te se javljao službujućem uklopničaru i od njega dobivao potpis. Time je trebalo preduhitriti događaj koji bi mogao iznenadno ugroziti pogon voda koji je bio jedina spona prema Jablanici i drugim elektranama u Bosni i Hercegovini.

Postupno je obavljen prelazak pogona srednjonaponske mreže s nazivnog napona od 30 kV na nazivni napon od 35 kV. Transformator u TS Vinkovci, odmah od 1962. godine s omjerom napona od 110/35 kV, u TS Osijek



Slika 5.: Betoniranje stupa na vodu od 110 kV Podvinje – Brijest

transformator od 110/35 kV ulazi u pogon 1964., a drugi 1965. godine, dok se u TS Slavonski Brod prelazak dvaju transformatora na novi sekundarni napon obavlja 1966., odnosno 1968. godine.

3. Povezivanje prijenosne mreže na zemaljsku mrežu od 220 kV

Dana 15. studenog 1967. priključena je novoizgrađena TS 220/110 kV Đakovo vodom od 220 kV Đakovo – Tuzla na tadašnju jugoslavensku mrežu od 220 kV, što je bitno povećalo kvalitetu (poboljšanje naponskih prilika) i ukupne mogućnosti prijenosa na to područje (utrostručenje prijenosnih moći!). U pogon je stavljen samo jedan transformator od 220/110 kV, 150 MVA; drugi je dodan 1972. godine. Iste je godine dodan i drugi vod od 220 kV Đakovo – Tuzla.

Međutim, TS 220/110 kV Đakovo gradi se i dovršava u razdoblju izrazito napregnutih materijalnih mogućnosti te se u prvoj etapi izgradnje rješava vrlo štedljivo: radijalni vod od 220 kV, transformator od 220/110 kV, jednostruke i pomoćne sabirnice od 110 kV. Rezervni priključak vlastite potrošnje je na vod od 35 kV, a dug je 38 km, do Podvinja. Zbog toga se zbivaju pogonski događaji u kojima TS 220/110 kV Đakovo nije raspoloživa – mreža od 110 kV Slavonije ostaje tad na trokutu Slavonski Brod – Osijek – Vinkovci, a vršno opterećenje već je posve izjednačeno s prijenosnim moćima dalekovoda od 110 kV iz Doboja i Brčkog, a od 1968. godine vršno opterećenje veće je od prijenosnih moći tih dvaju dalekovoda. Instalirana snaga transformatora od



Slika 6.: TS 220/110 kV Đakovo

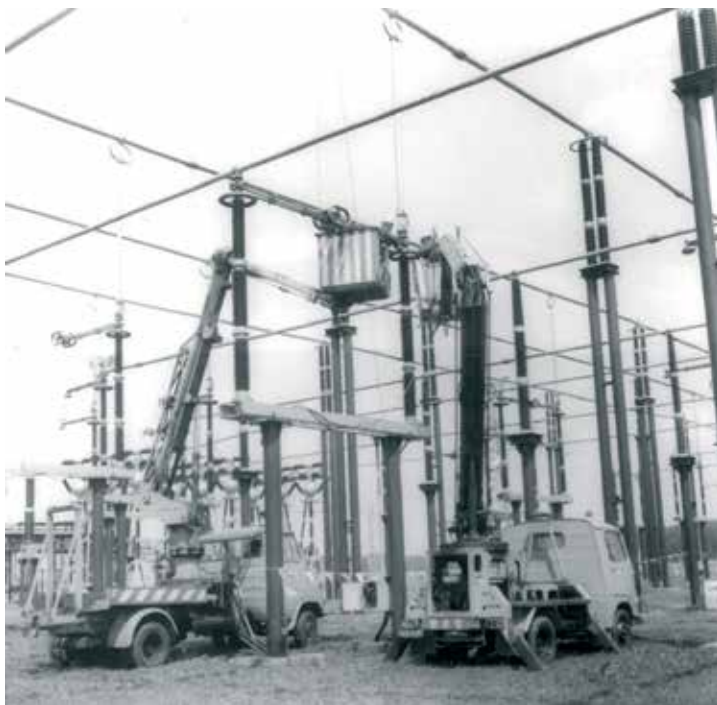
110/35 kV u mreži također postaje posve nedovoljna: gotovo je izjednačena s vršnim opterećenjem; jedan transformator u zastoju – redukcija!

Prilike u elektroenergetskom sustavu Slavonije i Baranje poboljšavaju se u veljači 1976. kad se na mrežu od 110 kV priključuje PTE Osijek od 50 MW.

4. Povezivanje na zemaljsku mrežu od 400 kV

Dana 26. srpnja 1977. puštena je u pogon TS 400/110 kV Ernestinovo čime je omogućeno da se korištenjem elektroprijenosne mreže na tom području obavlja i tranzit električne energije za potrebe elektroenergetskog sustava Jugoslavije. TS Ernestinovo povezana je vodovima od 400 kV s prijenosnim mrežama Srbije i Bosne i Hercegovine te sjeverozapadne Hrvatske. Tek tim i tad u cijelosti je upotpunjena (tranzitna) uloga ovdašnje elektroprijenosne djelatnosti. Više nego dvostruko tranzitirano je energije prijenosnom mrežom u odnosu na energiju koja je isporučivana kupcima na vlastitom području.

Dovršetkom izgradnje TE-TO Osijek od 45 MW, koja je 1985. priključena na mrežu od 110 kV, snaga elektrana u Osijeku narasla je na 95 MW.



Slika 7.: Montaža TS 400/110 kV Ernestinovo, 1976.

5. Rat i privremena okupacija

Veća ratna oštećenja prijenosne mreže nastupaju sredinom srpnja 1991., a udari se potom uvišestručuju: sredinom prosinca 52 % dalekovoda je izvan pogona. Udari se smiruju sredinom 1992., a praktički prestaju s prestankom razaranja županijskog područja tijekom 1995. godine. Privremena okupacija trećine područja završila je 15. siječnja 1998., kad je hrvatsko Podunavlje (odnosno istočna Slavonija, Baranja i zapadni Srijem), konačno vraćeno u ustavnopravni poredak Republike Hrvatske. Početkom svibnja 1992. bilo je 60 % oštećenih dalekovoda, a 45 % dalekovoda bilo je potpuno izvan pogona. Veća *dokumentirana razaranja* (ta, žurno se radilo, *nije bilo vremena* za zapisivanje i fotografiranje) transformatorskih stanica bila su: TS Vukovar (sedam takvih navrata), TS Ernestinovo (sedam, od toga dva avionska djelovanja), TS Osijek 1 (devet), TS Osijek 2 (deset), TS Osijek 3 (pet) i TS Vinkovci (tri avionska napada uz požar transformatora). Oštećeno je 33 % transformatorskih stanica, u čemu je najveći gubitak TS Ernestinovo, što čini dvije trećine dobavnih kapaciteta prijenosne mreže.

U najtežim prilikama prouzročenim ratom, s pomoću trećine očuvane i privremeno dograđene prijenosne mreže oprkrbljivane su oko dvije trećine prijeratne potražnje za električnom energijom.

Tijekom cijelog rata nije bilo dugotrajnijih razdoblja prekida opskrbe; najdulji prekid opskrbe grada Osijeka trajao je kraće od dana, a sve do početka privremene okupacije uspostavljana je i određena dobava na ta područja. Osim aktivnosti u prijenosnoj mreži, tomu su pridonosile nezaobilazne aktivnosti u jedinoj javnoj elektrani (PTE i TE-TO Osijek) i aktivnosti distribucijskih područja Hrvatske elektroprivrede na području Slavonije i Baranje.

Već zbog prvih ratnih iskustava, prije neposrednih većih razaranja prijenosne mreže, poduzet je niz preventivnih mjera kako bi se pripremali odgovori na potencijalno predvidiva neprijateljska djelovanja: organizacija, zaštita ključnih dijelova objekata, što veća diversifikacija svih resursa i opskrbljenost pojedinih točaka u mreži potrebnim sredstvima za obranu, popravak i boravak ljudi. Postavljen je oko milijun komada opeke oko transformatora radi zaštite od gelera.

Nakon početka ratnih razaranja, požrtvovnim je radom uspostavljano pogonsko stanje, popravcima i preinakama obavljanim odmah po prestanku neposrednog napada. Poticaj za iznimne napore, požrtvovnost i hrabrost davala je spoznaja o fizičkom značenju električne energije za obranu, ali i o simboličkom značaju koji je imao taj *signal života i prkosa* doveden do ruba bojišta, ubrzo nakon što je po tko zna koji put prekidan.

6. Izgradnja privremenih objekata

Usporedno s popravcima i preinakama na postojećim ali oštećenim objektima, izgrađen je i niz privremenih objekata kojima je prijenosna mreža prilagođavana prilikama prouzročenim razaranjima i privremenom okupacijom. Već do konca 1991., pod neposrednim ratnim djelovanjem, izgrađena je prva privremena transformacija od 110/35 kV s priključnim dalekovodom od 110 kV, na drvenim stupovima u zapadnom dijelu Osijeka, za 22 dana od odluke. Do sredine 1992. izgrađena je – za 44 dana rada – transformacija od 220/110 kV u sjeverozapadnom središtu Slavonije i novi potezi dalekovoda od 110 kV i 220 kV na drvenim stupovima. Do konca te godine završene su privremene dogradnje na vinkovačkom, županijskom i brodskom području. U 1993. godini izgrađena su još dva privremena dalekovodna poteza 110 kV. Prema izgradnji dalekovoda na drvenim stupovima, to je područje bez presedana u Domovinskom ratu. Utrošene su sve zalihe stupova i mogućnosti dobave s područja između Drave i Save za te svrhe, dopunjeno skučenim mogućnostima dobave u ratnim prilikama i s drugih područja.



Slika 8.: TS 110/35 kV “505”, 22 MVA

Centar daljinskog upravljanja prijenosnom mrežom uspostavljen je na novoj lokaciji uz istodobno uspostavljanje pričuvne lokacije s minimalnim, ali zadovoljavajućim brojem funkcija nadzora, upravljanja i komuniciranja s objektima u mreži.



Slika 9.: TS 220/110 kV “1505/2”, 150 MVA

Izgrađeno je ukupno oko 40 km vodova na drvenim stupovima i dvije privremene transformacije na drvenim *šliperima*, bez kojih bi bila neostvariva opskrba električnom energijom. Nisu Slavonci zaboravili da u nuždi priskoče drvom protiv nevolje! Nemjerljivo je zalaganje radnika i pomoć iz mnogih dijelova Hrvatske elektroprivrede. Najveću pomoć izvan HEP-a, u najtežim ratnim okolnostima, pružio je Dalekovod – Zagreb, kao i Elektrogospodarstvo Slovenije te poduzeće RWE iz Njemačke, koji su darovali po transformator.

U vrijeme najintenzivnijih borbi 27 radnika bilo je angažirano u redovima Hrvatske vojske, dva su poginula, nekoliko ih je ranjeno, a iz svojih domova trajno je prognano 17 radnika s obiteljima. Neki su radnici prošli zatočeništvo u srpskim logorima, a neki su prošli dramatično spašavanje svojih obitelji pred okupacijom. Preostali radnici rješavali su svoje ratne zadaće, često smješteni u neprikladne i skućene, ali sigurnije radne prostore (podrume, objekti uvučeni s pravaca glavnih udara...) , predajući se poslu nakon što im je netko iz prijateljskog ili obiteljskog kruga izgubio život ili bio ranjen, ili su im kuća odnosno stan razoreni ili uništeni...

ELEKTROPRIJENOS – OSIJEK / PRIJENOSNO PODRUČJE OSIJEK – POVIJESNI PREGLED

1947. dalekovod od 35 kV Osijek – Vinkovci – Borovo; regionalni elektroenergetski sustav, raspoloživa snaga oko 8 MW
1953. dogradnja sustava od 35 kV vodom prema Županji, novih 4 MW u Sladorani Županja
- 1956. 11. 11. pušten u pogon vod od 110 kV Slavonski Brod – Dobož i TS od 110/30 kV Slavonski Brod; prvo povezivanje područja s tadašnjim zemaljskim elektroenergetskim sustavom**
1957. osnovano poduzeće Elektroprenos – Zagreb, nadležno za prijenos na slavonskom području
- 1957. 08. 12. stavljen pod napon vod Slavonski Brod – Osijek od 110 kV, dotad korišten pod 30 kV**
1962. u pogonu TS 110/35 kV Vinkovci; opskrba slavonske mreže je iz 110 kV trokuta Brod – Osijek – Vinkovci, uz dopunski vod od 110 kV prema Brčkom
- 1967. 15. 11. puštena u pogon TS 220/110 kV Đakovo, s vodom od 220 kV prema Tuzli i transformatorom od 150 MVA**
1969. priključena prva željeznička vučna podstanica na mrežu od 110 kV (EVP 110/25 kV Kapela)
1971. formirana radna jedinica za prijenos u Elektroslavoniji
1971. TS 110/35/10 kV Požega
1972. TS 110/35 kV Našice, Vukovar i Osijek 2
1974. TS 110/35/10 kV Beli Manastir
- 1975. 18. 03. zagrebački i osječki dio prijenosa udruženi u jedinstvenu organizaciju Elektroprijenos – Osijek u sastavu Elektroslavonije**
1976. prva javna elektrana na slavonskom području (PTE Osijek, od 2 x 25 MW), priključena na mrežu od 110 kV
- 1977. 26. 07. u pogonu početna etapa izgradnje TS 400/110 kV Ernestinovo s transformatorom 300 MVA**
1979. TS 110/35/10 kV Slatina i Đakovo
1980. TS 110/35/10 kV Županja
1981. TS 110/35/10 kV Valpovo
1988. TS 110/35/10 kV Nijemci i TS 110/10 kV Osijek 3
1990. TS 110/35/10 kV Slavonski Brod 2
- 1991. 01. 04. uspostavljeno novo organizacijsko ustrojstvo: Prijenosno područje Osijek, Direkcije za upravljanje i prijenos Hrvatske elektroprivrede**
1991. prestalo korištenje privremene TS 110/ 35kV “505”, 22 MVA
1992. prestalo korištenje privremene TS 220/110 kV “1505/2”, 150 MVA
1995. DV 110(120) kV Valpovo – Siklós, prvo povezivanje s inozemstvom
1997. sustavna kompenzacija 48 Mvar pri naponu od 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo
1999. TS 110/35 kV Donji Miholjac
- 2003. 17. 11. svečano obilježavanje završetka radova na obnovi TS 400/110 kV Ernestinovo, u pogon pušteno obnovljeno postrojenje od 110 kV**
- 2004. 09. 11. rekonekcija prve i druge sinkrone zone UCTE, između ostalih čvorišta i TS Ernestinovo**
2010. DV 2 x 400 kV Ernestinovo – Pécs
2013. uspostava HOPS-a u čijem je sastavu Prijenosno područje Osijek

Literatura

- [1] *Prijenos električne energije, što je to?*, Kigen, Zagreb, 2006.
- [2] *50 godina organiziranog prijenosa električne energije u Hrvatskoj*, Kigen, Zagreb, 2008.
- [3] 40-godišnji uporni autorovi zapisi

Sixty Years of Electrical Power Transmission in Slavonia and Baranja

Marijan Kalea

Abstract: Sixty years ago the first transmission of power took place for the region of Slavonia and Baranja, by the connection of TS110/30 kV Slavonski Brod 1 (then Podvinje) to the transmission line 110 kV Dobož – Slavonski Brod. The following year electrical power transmission began in the region of Slavonia and Baranja, as the connection between Slavonski Brod and Osijek was launched, with 110 kV voltage, to TS 110/30 kV Osijek 1 (then Brijest). The paper describes the features of the activities of workers in the electrical power industry of that time – and in a general outline – gives an overview of the development of electrical transmission over the past 60 years.

Key words: history, power transmission, Slavonia and Baranja

Želimir Volf

Moj hod s telegrafijom

Sažetak: Autor članka opisuje događaje vezane uz telegrafsku mrežu u Hrvatskoj u razdoblju od 1959. do 2007. godine. U prvim dvama odsječcima opisuju se vrste telegrafskih korisnika i teleprinter. Središnji dio članka objašnjava telegrafsku komutaciju, područje kojim se autor najviše bavio. Dan je pregled osnovnih karakteristika triju telegrafskih komutacijskih sustava: TW 39, *crossbar* (ARB 111 i ARM 20) te AXB 20. Opisana je zadnja reorganizacija telegrafske mreže Hrvatske koja je provedena od 1993. do 1995. godine. Višekanalni telegrafski uređaji kratko su spomenuti u vezi s topologijom telegrafske mreže Hrvatske. Zaključak objašnjava razloge pada popularnosti i zatvaranje telegrafske mreže u Hrvatskoj.

Ključne riječi: telegrafija, teleprinter, teleks, telegrafska signalizacija, telegrafska komutacija, TW 39, *crossbar*, ARB 111, ARM 20, AXB 20

Uvod

Većina autora koji pišu o povijesti telegrafije smatra nužnim započeti Morseovim izumom telegrafa davne 1848. godine. Autor članka ograničio se na mnogo kraće razdoblje, a sve u skladu s naslovom *Moj hod s telegrafijom*.

Autor je prvi susret s telegrafijom imao na kraju školovanja u Tehničkoj školi u Zagrebu. Ujesen 1959. kurikulum je bio obogaćen s nekoliko stručnih predmeta, a jedan od inih bila je Telegrafija. U okviru nastave inženjer Zuber organizirao je đacima posjet telegrafskoj centrali i ostalim telegrafskim uređajima, koji su u to doba bili smješteni u PTT-u Zagreb na drugom katu zgrade Glavne pošte u Zagrebu u Jurišićevoj ulici 13. Tu počinju autorova sjećanja i *hod s telegrafijom*.

Članak završava informacijom koju je autor putem elektroničke pošte primio 2008. godine, naslovljenom *Rekvijem za AXB20* [11]. To je spjevno-slikovna informacija o demontaži te centrale i njezinu odvoženju iz Draškovićeve ulice 26 u Zagrebu, u vrijeme kad je autor već četiri godine bio u mirovini. Dakle, povijest telegrafije u članku odnosi se na razdoblje od 48 godina (1959. – 2007.), a u prostornom smislu odnosi se na stanje telegrafске mreže Zagreba i Hrvatske.

Autor zahvaljuje svima koji su svojim sjećanjima i artefaktima pomogli u prikupljanju podataka za članak, a posebice gospodinu Vladimiru Juriši, dipl. ing., koji je svojedobno bio i šef OJ telegrafskih uređaja, a poslije i direktor OOUR-a TT Tehničke sekcije Zagreb.

1. Korisnici telegrafске mreže

U kontekstu članka, korisnici telegrafске mreže, čiji opis slijedi u nastavku, bili su oni koji su koristili teleprinter, koji je bio priključen na neku automatsku telegrafsku centralu (ATgC) u Hrvatskoj. Postojale su tri skupine telegrafskih korisnika:

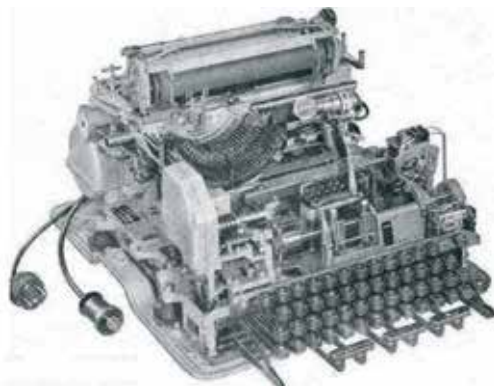
a) Teleks pretplatnici, tj. one pravne i fizičke osobe koje su posjedovale teleprinter i bile u pretplatničkom odnosu prema vlasniku ATgC-a (poduzeća PTT prometa). Teleks pretplatnik koristi telegrafске usluge i plaća ih jednom mjesečno, temeljem ispostavljenog računa – unatrag. Danas bismo to nazvali *post paid* statusom. Prema [7], automatski teleks promet u Hrvatskoj započeo je 1947. godine.

b) JATEP (ili JATES) korisnici (pokrata od javni telegrafski promet ili javni telegrafski saobraćaj), riječ je bila o teleprinterima priključenim na telegrafsku mrežu, koji su se fizički nalazili u posjedu nekog telegrafa (u stvari neke pošte ili nekog PTT-a) i svrha im je bila prijenos brzojava. Premda danas telegrafska mreža više ne postoji, usluga prijenosa brzojava još uvijek radi! Stvari postaju jasnije ako se promotri način slanja brzojava. U lancu prijenosa brzojava postoje tri odvojene aktivnosti: prijam ili preuzimanje brzojava, prijenos brzojava telekomunikacijskom mrežom (ili čak poštanskom mrežom) i dostava brzojava. S obzirom na to da je u prošlosti jedino telegrafska mreža omogućavala prijenos pisanih poruka, telegrafska mreža koristila se u prijenosu brzojava telekomunikacijskim putem. Danas, umjesto telegrafskom mrežom, brzojavi se prenose ostalim alternativnim telekomunikacijskim mrežama ili službama (telefonom, elektroničkom poštom, telefaksom...). Slanje brzojava, kao i slanje pisma, naplaćuje se jednokratno unaprijed. Može se reći da je to vrsta *prepaid* usluge.

c) Službeni priključci, koje su se koristili u svrhu ispitivanja i održavanja ATgC-a.

2. Teleprinteri

U cijelom promatranom razdoblju telegrafije koju opisuje članak, na području Hrvatske koristio se, gledano s funkcijskog aspekta, samo jedan telegrafski terminalni uređaj – teleprinter. Teleprinter se ovisno o proizvođaču i vremenu proizvodnje mogao razlikovati vanjskim izgledom, opremljenosti... no to su samo nebitne nijanse.



Slika 1.: Teleprinter T100 tvrtke Siemens

U svojoj je zreloj dobi teleprinter na prvi pogled ostavljao dojam električnog pisaćeg stroja, slika 1. Imao je tipkovnicu i mehanizam za ispis teksta. Električni dijelovi teleprintera su bili, s današnje točke motrišta, više nego oskudni: predajni kontakt, elektromagnet i elektromotor. Elektromotor je bio potreban da bi se centralna osovina (nazovimo je tako) nakon svakog pritiska tipke na tipkovnici mogla okrenuti samo jednom. U tom jednom okretu, ovisno o mehaničkoj postavci biralice (pet poluga koje su tipke s tipkovnice pomicala), osiguravalo se aktiviranje odnosno izostanak aktiviranja predajnog kontakta u skladu s pritisnutom tipkom i, posljedično, slanja na liniju odgovarajućeg telegrafskog znaka. To slanje telegrafskog znaka značilo je prekidanje telegrafske linije u ritmu rada predajnog kontakta. Napajanje teleprintera dolazilo je iz telegrafske centrale (ili drugih odgovarajućih uređaja), a iznos struje u pretplatničkoj petlji, u stanju pisanja, iznosio je 40 mA.

Na taj je način u osnovnim crtama funkcioniralo slanje telegrafskog znaka na liniju, tj. telegrafsku mrežu. Kod prijma telegrafskog znaka zbivao se suprotan proces, tj. temeljem primljenog telegrafskog znaka određivalo se slovo ili broj koji treba ispisati. Električni signal dolazio je iz telegrafske mreže na prijamni mehanizam koji se aktivirao start-impulsom telegrafskog znaka i

pokrenuo jedan okret centralne osovine. U točno određenim razmacima (u skladu s ITA No. 2), ispitivalo se je li prijamni elektromagnet pobuđen ili nije i u skladu s tim kroz složeni niz mehaničkih međudjelovanja određivalo se koji telegrafski znak (slovo ili broj) treba ispisati.

Telegrafski znak (prema ITA No. 2) sastoji se od pet informacijskih bita kojima su pridodani start-bit na početku i stop-bit na kraju. Trajanje svakog bita (pri brzini telegrafiranja od 50 boda¹) iznosi 20 ms, a samo stop-impuls traje 30 ms, tj. ukupno trajanje slanja jednog znaka iznosi 150 ms.

Na Međunarodnoj telekomunikacijskoj konvenciji održanoj 1932. u Madridu usvojen je paket pravila koja definiraju znakove i signalizaciju u telegrafskoj mreži. Telegrafski kod broj 2 (ITA No. 2), koji se koristio i u Hrvatskoj, prikazan je na slici 2. Sastoji se od pet elemenata (bita), a njim se mogu ostvariti 32 kombinacije. Kako je za ispis samo slova engleske abecede potrebno 26 kombinacija, ispis brojeva i interpunkcija omogućen je malim trikom. U tu se svrhu koriste dvije kombinacije (dva telegrafska znaka) i nazivaju se *slova* i *brojke* i označeni su u kodnoj tablici kao kombinacije 29 i 30. Ti znakovi postavljaju mehanizam za ispis teleprinteru u jedan od dva moda: mod za ispis slova ili mod za ispis brojeva i interpunkcija. Na taj je način virtualno povećan broj mogućih kombinacija na 60. Promjena stanja mehanizma za pisanje u teleprinteru ostvaruje se slanjem kodnih kombinacija 29 (slova), odnosno 30 (brojke). Nakon primljene kodne kombinacije 29, svi primljeni telegrafski znakovi interpretiraju se kao slova, a u slučaju primljene kombinacije 30, svi telegrafski znakovi koji slijede interpretiraju se kao brojevi ili interpunkcije.

Teleprinter je za uključanje na automatsku telegrafsku mrežu morao imati priključnu kutiju, koja je (u Jugoslaviji i Hrvatskoj) morala osigurati B-tip signalizacije, što znači omogućiti uspostavljanje željene telegrafske veze (i njezina raskidanja) te prospajanje telegrafske veze na teleprinter nakon uspostave veze. Vrsta priključne kutije ovisila je o vrsti telegrafske centrale na koju se teleprinter priključivao. U kontekstu ovog članka, tj. do uvođenja *crossbar* komutacije u telegrafsku mrežu Hrvatske i Jugoslavije, u doba kad su se koristile telegrafske centrale tipa TW 39, priključne kutije imale su brojčani kolut koji je služio za biranje. Nakon uvođenja *crossbar* komutacije, biranje brojeva odredišnog teleprinteru ostvarivalo se tipkovnicom teleprinteru, pa stoga na slici 1. s lijeve strane na priključnoj kutiji nema brojčanog koluta, ali se zato vide tipke za uspostavljanje i raskidanje veze.

Dosadašnji opis priključenja teleprinteru odnosi se na priključenje na lokalnu telegrafsku centralu. Ako se teleprinter priključivao kao udaljeni pretplatnik ili posredstvom VTU-a, koristila se tzv. dvolika struja. Telegrafski znak nije se sastojao od impulsa *sa strujom* ili *bez struje*, nego od impulsa +20 mA ili -20 mA, simetrično u odnosu na potencijal Zemlje.

¹engl. *baud*

International Telegraph Alphabet No. 2				
"ETAINO" Presentation, with Murray (1905) and Teletype (1931) Codes for Comparison				
Murray Code	Teletype (1931)	ITA-2 (1932)	ITA-2 (1993)	
	Model 15 Page Printer			
1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	Combination number
E 3 T 5 A - I 8 N , O 9 S ' R 4 H % D \$ L) U 7 C : M ? F " W 2 Y 6 P 0 B ? G & V : K (Q 1 J / X 3 Z !	E 3 T 5 A - I 8 N , O 9 S ' R 4 H % D \$ L) U 7 C : M ? F " W 2 Y 6 P 0 B ? G & V : K (Q 1 J / X 3 Z "	E 3 T 5 A - I 8 N , O 9 S ' R 4 H % D \$ L) U 7 C : M ? F " W 2 Y 6 P 0 B ? G & V = K (Q 1 J / X 3 Z "	E 3 T 5 A - I 8 O 9 S ' R 4 H % D \$ L) U 7 C : M ? F " W 2 Y 6 P 0 B ? G & V = K (Q 1 J / X 3 Z "	5 20 1 9 14 15 19 18 8 4 12 21 3 13 6 23 25 16 2 7 22 11 17 10 24 26 27 28 31 29 30 32
SPACE CAPS. FIGS. LINE	CAR. RET. LINE FEED SPACE LETTERS FIGURES BLANK	Retour du chariot (2). Changement de ligne (2). Espace Lettres (3) Chiffres Pas employé	Carriage Return Line feed Space Letter-shift (2) Figure-shift (2) See Subclause 4.7	
From Murray, Donald. "Setting Type by Telegraph." in <i>Journal of the Institution of Electrical Engineers</i>. Vol. 34 (1905): 555-608. From Teletype Corp. Description: <i>TypeBar Page Printer Model 15</i>. Bulletin No. 141 (presumably Issue 1) February, 1931. (Chicago: Teletype Corp., 1931). From <i>Règlement télégraphique annexé à la Convention internationale des télécommunications</i> (St. Petersburg, 1875): <i>Protocole final audit règlement</i>. Madrid, 1932. (Berne: Bureau International de l'Union Télégraphique, 1933): Chapitre IX, Article 35, p. 35. From <i>International Telegraph Alphabet No. 1</i>. ITU T Recommendation S.1 (03/93). (Geneva: ITU, 1993).				

Slika 2.: Telegrafski kod broj 2 (ITA No. 2)

Kao što uljučena telefonska komunikacija započinje predstavljanjem sugovornika, i teleprinter je bio opremljen davačem naslovnice s kojom se pozivajući teleprinter identificirao. To je bio mali programibilni dodatak, koji se aktivirao po uspostavljanju veze / stanja pisanja i pozivajućem teleprinteru slao poruku od nekoliko (najviše 20) telegrafskih znakova. Iz te je naslovnice pozivatelj mogao razabrati je li veza uspostavljena prema željenom odredišnom teleprinteru.

Osim priključne kutije, teleprinter je mogao biti opremljen dvama korisnim dodatnim uređajima: perforatorom papirnate trake i čitačem perforirane papirnate trake, koji se također vide na slici 1.

Osim čisto mehaničkog teleprintera kakav je opisan u prethodnom tekstu, krajem osamdesetih godina pojavili su se i elektronički teleprinteri (Digitron Buje, SAGEM). Nekoliko primjeraka testirano je u PTT-u Zagreb, ali njihov je ukupan broj u odnosu na mehaničke teleprintere kakvi su opisani bio zanemariv.

Među najpopularnijim i najcjenjenijim bili su Siemensovi teleprinteri model 34 i 100, ali bilo je i drugih proizvođača teleprintera kao Olivetti, Creed, Lorenz...

Budući da je teleprinter danas reliktnost prošlosti, možete ga vidjeti jedino kao muzejski izložak. Kad se danas, kroz *šumu* elektronike i informatike kojom smo okruženi, promatra teleprinter, treba se diviti ingenioznosti konstruktora, koji su sve funkcije koje obavlja uspjeli ostvariti kroz čistu mehaniku – polugama, zupčanicima,...

3. Telegrafska komutacija

Samo vremenske orijentacije radi, navodi se dio povijesti automatske telefonske komutacije Almona Browna Strowgera koji je izumio zakretni birač i temeljem njega 1889. izgradio u SAD-u prvu automatsku telefonsku centralu u svijetu. Slijedom tog izuma (temeljena na zakretnim biračima), Siemens je svoju prvu automatsku telefonsku centralu pustio u promet u München-Schwabingu 1909. godine. Osnove *crossbar* sklopke postavili su zajednički G. A. Betulander i Nils Palmgren 1910. godine u Švedskoj, ali je tvrtka LM Ericsson usvojila i usavršila taj pronalazak i počela graditi automatske telefonske centrale temeljene na *crossbar* sklopki tek nakon Drugog svjetskog rata.

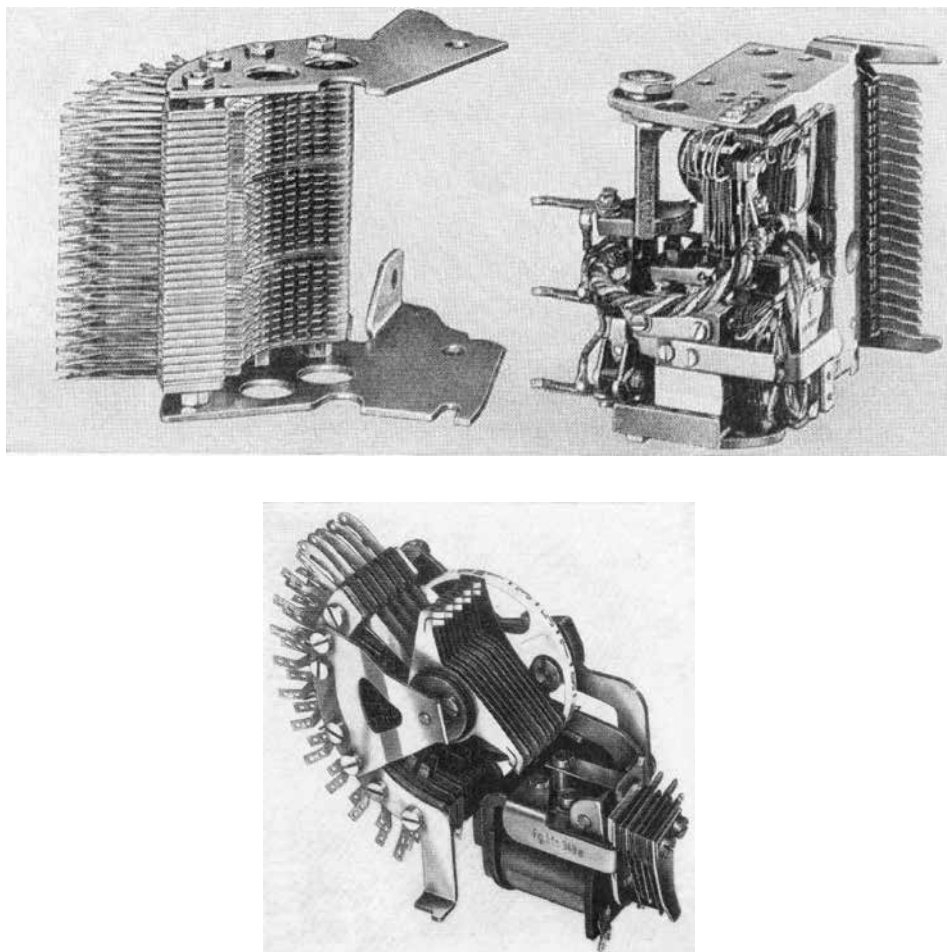
Slijedom iskustava u telefoniji te porastom potreba za automatiziranjem telegrafskog prometa razvila se telegrafska komutacija u svijetu. Kako [3] navodi: “Na prijedlog Siemens, Njemačka pošta započela je 1933. godine s probnim radom prve javne centrale u automatskoj teleks mreži između Berlina i Hamburga. Inačica telegrafskih centrala nosila je ime TW 35, da bi pred sam početak Drugog svjetskog rata stavljena u promet inačica TW 39. Prvu automatsku telegrafsku centralu (ATgC), ne samo u Hrvatskoj nego i Jugoslaviji, isporučila je tvrtka Siemens 1942. godine.” Centrala je bila tipa TW 39 i bila je montirana u Zagrebu [7].

Gledano kroz razvoj Hrvatske u promatranom povijesnom razdoblju (1959. – 2007.), telegrafska komutacija prošla je kroz tri tehnološke etape:

- sustavi *korak po korak* (TW 39)
- sustavi s koordinatnim sklopkama (ARB111 + ARM 20) i
- elektronički komutacijski sustavi (AXB 20).

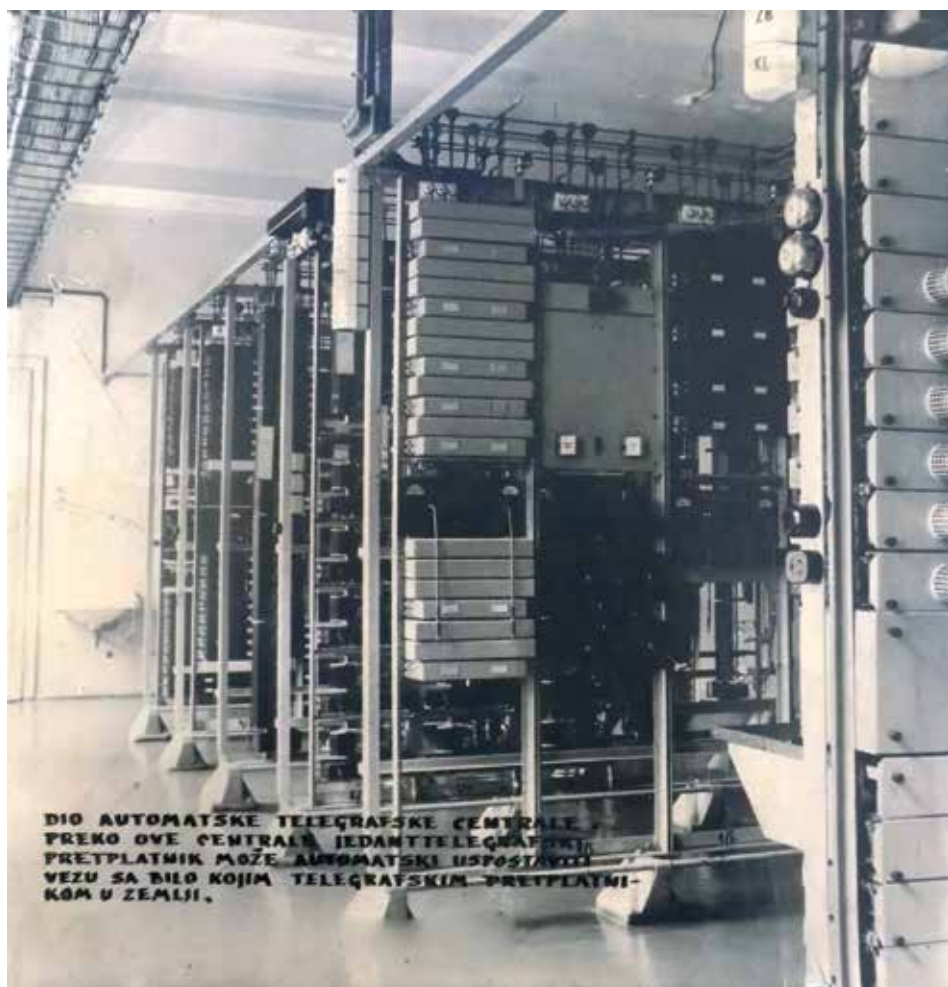
3.1. Sustavi telegrafske komutacije *korak po korak*

Sustavi komutacije tipa TW39 nazivaju se još i sustavi *korak po korak* ili komutacijski sustavi s direktnim biranjem. Naziv dolazi od načina na koji se uspostavlja veza između korisnika priključenih na takav tip telegrafskih centrala. Ključni elementi TW 39 centrale prikazani su na slici 3.



Slika 3.: a) Podizno-zakretni birač sa 100 izlaza i trožilnim prospajanjem, lijevo: izvučen iz kontaktnog polja, desno: *step*-jedinica, b) zakretni birač

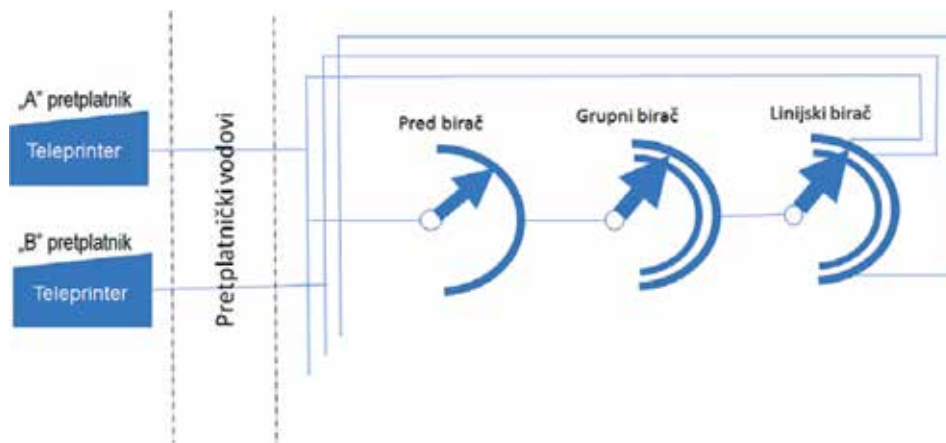
Komponentama treba pribrojiti i mnoštvo releja koji su bili logička podrška tim komutacijskim elementima. Osim *plosnatih* ili *okruglih* releja, koristili su se i posebni polarizirani releji koji su sudjelovali u procesu prospajanja kroz centralu, tj. bili uključeni u aktivno stanje *pisanja*. Funkcija im je bila dvojaka: razdvajanje pretplatničkih vodova od sklopovlja u centrali i formiranje telegrafskih znakova. Naime, prolaz telegrafskih impulsa bilo je podložen induktivnim i kapacitivnim utjecajima na pretplatničkim vodovima te je dolazilo do njihova izobličenja – *skošenja bokova* i promjene trajanja impulsa. Polarizirani releji *formirali* su telegrafski znak, ali prava sustavna regeneracija telegrafskog znaka sukladno ITA No. 2 uvedena je tek u digitalnim telegrafskim centralama i digitalnim VTU-ima, slika 4.



Slika 4.: Dio automatske telegrafske centrale tipa TW 39 tvrtke Siemens u Jurišićevoj ulici 13 u Zagrebu (1946.). Preko te centrale telegrafski pretplatnik mogao je automatski uspostaviti vezu s bilo kojim telegrafskim pretplatnikom u zemlji.

Centrala TW 39 u Zagrebu nabavljena je 1942. godine od tvrtke Siemens [7]. Godine 1963. imala je 220 priključaka (od čega 148 teleks pretplatnika). Demontirana je 1966. godine [7] i dijelovi su podijeljeni poduzećima PTT saobraćaja: Osijek, Slavonski Brod, Split, Bjelovar, Dubrovnik, Sisak i Karlovac (za Gospić).

U Hrvatskoj su telegrafske centrale TW 39 koristile B tip signalizacije, a priključne kutije teleprinter, osim pozivne i završne tipke, bile su opremljene brojčanim kolutom. Proces uspostave telegrafske veze kroz TW 39 centralu tekao je slijedom prikazanim na slici 5. Pritiskom pozivne tipke, A pretplatnik povećao



Slika 5.: Prospajanje kroz telegrafsku centralu tipa TW 39

bi struju u pretplatničkoj liniji od 5 mA na 40 mA. Centrala bi to prepoznala kao želju za uspostavom nove telegrafske veze. Pokrenuo bi se predbirač i započelo bi zakretanje u potrazi za prvim slobodnim grupnim biračem. Kad bi ga pronašao i zaposjeo, vratio bi A pretplatniku signal za nastavak biranja. Okretanjem brojčanog koluta, pretplatnik A poslao bi prvu znamenku B broja prema centrali. U skladu s biranim brojem, prvi grupni birač podignuo bi se na visinu za onoliko koraka koliko bi odgovaralo biranom broju. Čim bi podizanje jezgre grupnog birača završilo, grupni birač sam bi započeo zakretati osovinu jezgre u potrazi za prvim slobodnim linijskim biračem. Pretplatnik A birao bi iduće dvije znamenke B broja (tj. 2. i 3. znamenku), što je imalo za posljedicu podizanje jezgre linijskog birača po visini za onoliko koraka koliko odgovara 2. znamenki B broja i zatim bi započelo zakretanje za onoliko koraka koliko odgovara 3. znamenki B broja. Nakon uspostave stanja pisanja pa sve do raskidanja veze između dva telegrafska pretplatnika, u TW 39 centrali ostali bi zauzeti predbirač, grupni birač i linijski birač. Iz toga slijedi da je najveći mogući broj istodobnih veza bio proporcionalan broju tih komutacijskih elemenata. Opis koji je dan samo je elementarni kostur mogućnosti i načina prospajanja, a detaljniji opis čitatelj može naći u [4]. U konfiguraciji kakva je prikazana na slici 5, telegrafska centrala TW 39 mogla je prihvatiti 1000 telegrafskih korisnika.

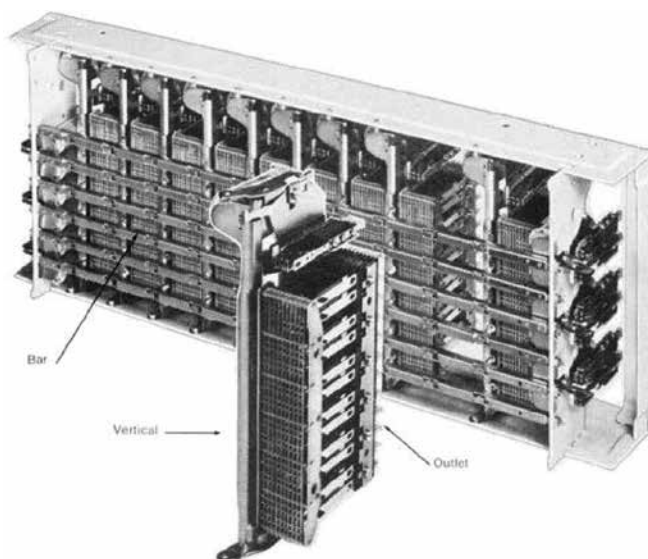
U TW 39 centralama telegrafske mreže Jugoslavije, a time i Hrvatske, primjenjivala se vremensko-zonska tarifa. Podaci o tarifiranju pohranjivali su se na brojačima, po jedan za svakog telegrafskog korisnika. Očitavanje (snimanje) brojača obavljalo se jednom mjesečno, temeljem čega se korisnicima ispostavljao račun za obavljene telegrafske usluge. Sustav TW 39 telegrafske komutacije, uz male modifikacije, koristio se s uspjehom u mnogim zemljama sve do početka sedamdesetih godina.

3.2. Sustavi telegrafske komutacije s koordinatnim sklopkama

Telegrafski komutacijski sustavi s koordinatnim sklopkama (*crossbar* sklopke) razlikuju se od TW 39 telegrafske komutacije u dvama temeljnim aspektima:

- načinu izvedbe komutacijskih elemenata i
- načinu uspostavljanja veze kroz centralu.

Osnovni je komutacijski element koordinatna sklopka, slika 6.



Slika 6.: Koordinatna (*crossbar*) sklopka

Koordinatna sklopka sastoji se od okvira koji sadrži deset vertikala (na slici je jedna od njih izvučena) i šest horizontala, koje su postavljene okomito na vertikale poprijeko cijele sklopke. Uzduž svake vertikale učvršćeno je 12 kontaktnih slogova pera i elektromagnet s kotvom. Svaki od tih kontaktnih slogova ima deset radnih kontakata kako bi se ostvarilo 5-žilno prospajanje. Horizontala, koje se na slici vide kao šipke, položene u ravnini koordinatne sklopke, imaju s donje strane iglice učvršćene na opruzi. Horizontala može zauzeti tri položaja: A, neutralni položaj, B položaj. Kontaktni slog na vertikali aktivira se tako da se iglica horizontale postavi ispred tog kontaktnog sloga (A ili B položaj horizontale) i potom se aktivira kotva vertikale. Nakon aktiviranja vertikale, horizontala se vraća u neutralni položaj kako bi svojim iglicama bila u mogućnosti poslužiti ostale vertikale u redu. S pet horizontala i deset vertikala može

se prospojiti deset ulaza u vertikale na 100 izlaza. Dodavanjem šeste horizontalne povećava se broj izlaza koordinatne sklopke na dvostruko, pa mogućnost spajanja iznosi deset ulaza na 200 izlaza.

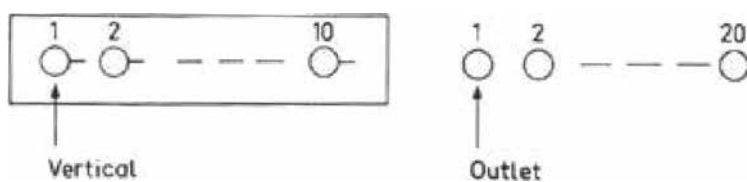
Primjer: Pristup vertikale 1 do izlaza n potrebno je aktivirati:

Izlaz n	Kombinacija H i V
1	H6A + H1A + V1
10	H6A + H5B + V1
11	H6B + H1A + V1
20	H6B + H5B + V1

H – horizontala, V – vertikala

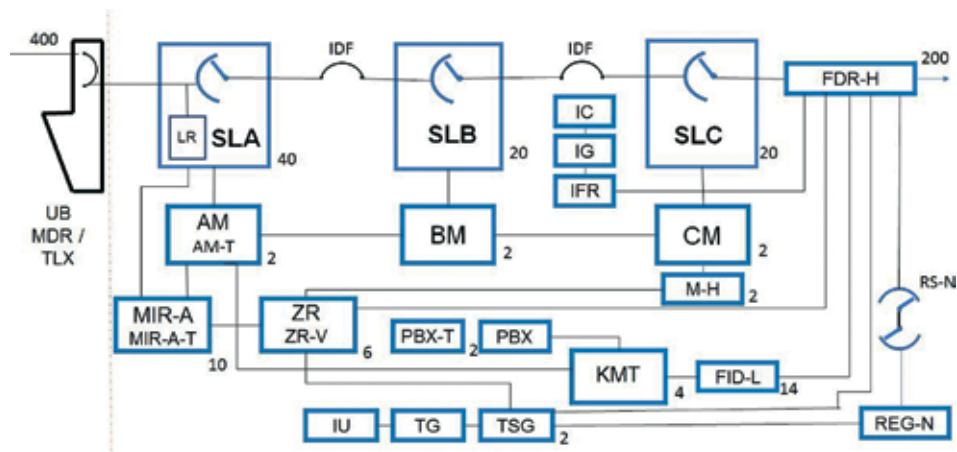
Glavni je dobitak komutacije s koordinatnim sklopama u odnosu na komutacije sa zakretnim biračima u tome što kod koordinatnih sklopki nema kliznih kontakata – svi kontakti su kontakti relejskog tipa. Kakvoća prijenosa informacije (bilo govora, bilo telegrafskih znakova) bolja je, a troškovi održavanja manji.

Tvrtka Ericsson ima poseban način prikazivanja koordinatne sklopke i grupiranja njezinih elemenata. Slika 7. prikazuje koordinatnu sklopku s deset vertikala grupiranih tako da su izlazi svih vertikala povezani zajedno. Na taj se način osigurava puna dostupnost svakog ulaza do svakog izlaza.



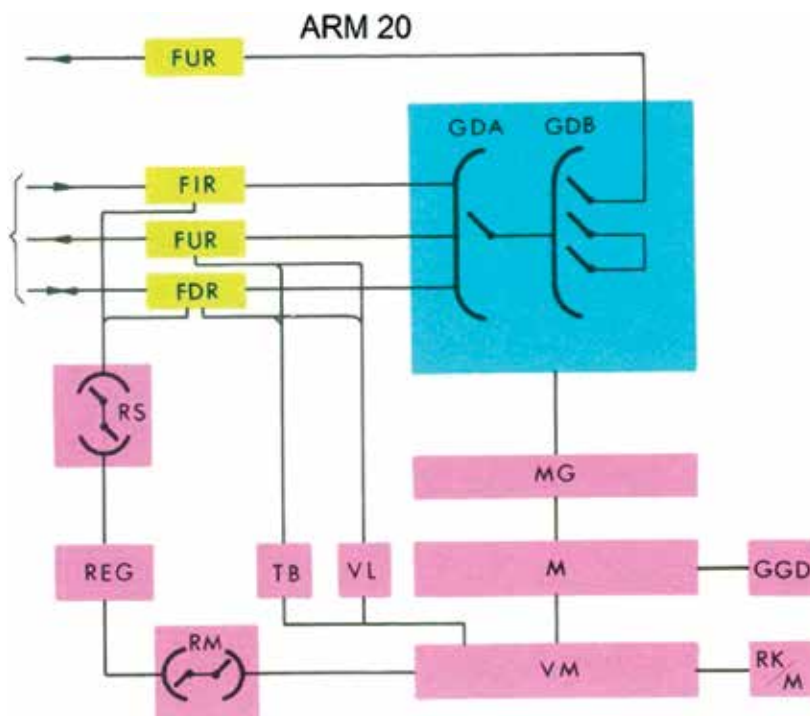
Slika 7.: Ericssonov način prikaza koordinatne sklopke i plana grupiranja

Doba *crossbar* tehnologije započelo je u Hrvatskoj krajem 1965. puštanjem u rad krajnje telegrafske centrale (KATgC) tipa ARB 111 kapaciteta 360 priključaka i tranzitne telegrafske centrale (TATgC) tipa ARM 201/2 kapaciteta 500 priključnih točaka [7]). U Hrvatskoj je postojalo nekoliko konfiguracija telegrafske centrale tipa ARB 111, ovisno o kapacitetu i hijerarhijskoj razini. ATgC u Zagrebu opisana je u [5]; sastoji se od dviju velikih komutacijskih cjelina ARB 111 i ARM 20. ARB 111 je pristupni stupanj, a ARM 20 je grupni stupanj.

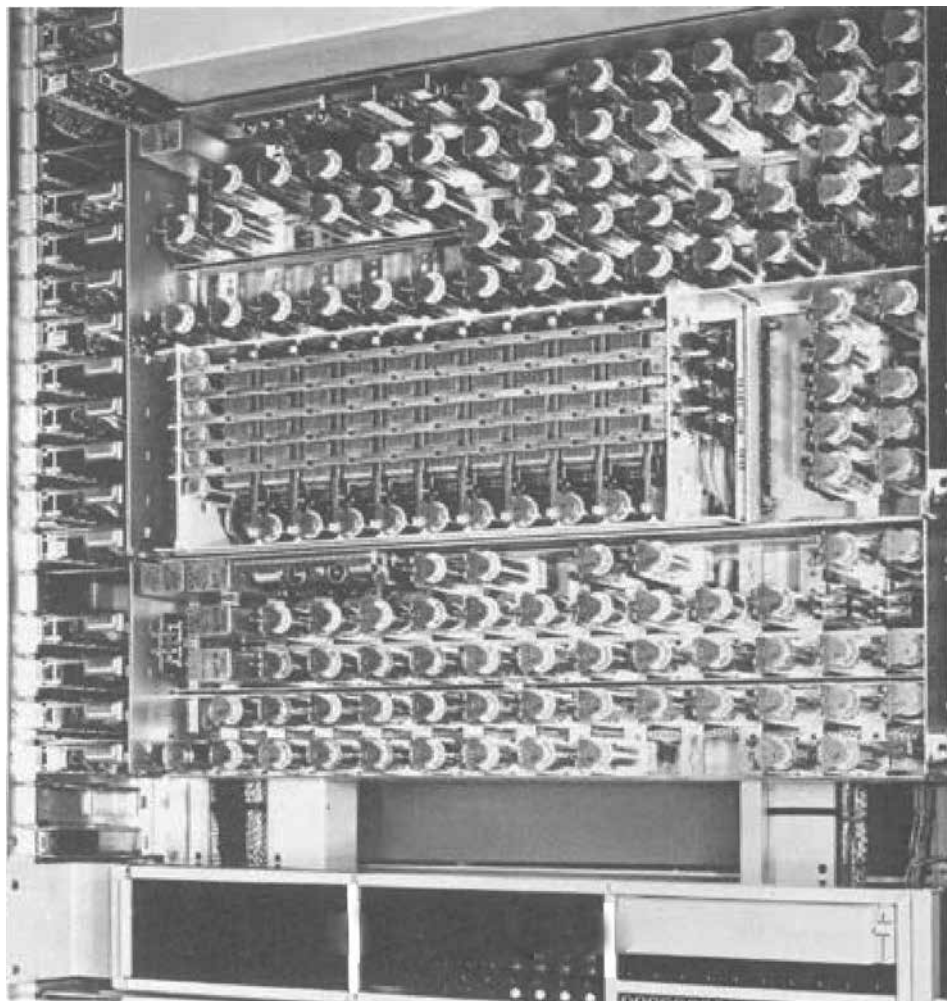


Slika 8.: Telegrafska centrala ARB 111

Slika 8., preuzeta iz [5], pokazuje blok-dijagram telegrafске centrale ARB 111. Grupni stupanj na koji se telegrafska centrala ARB 111 veže je centrala ARM 20, slika 9. Slika 10. prikazuje detalj stalka u kojem su smješteni registri REG-N.



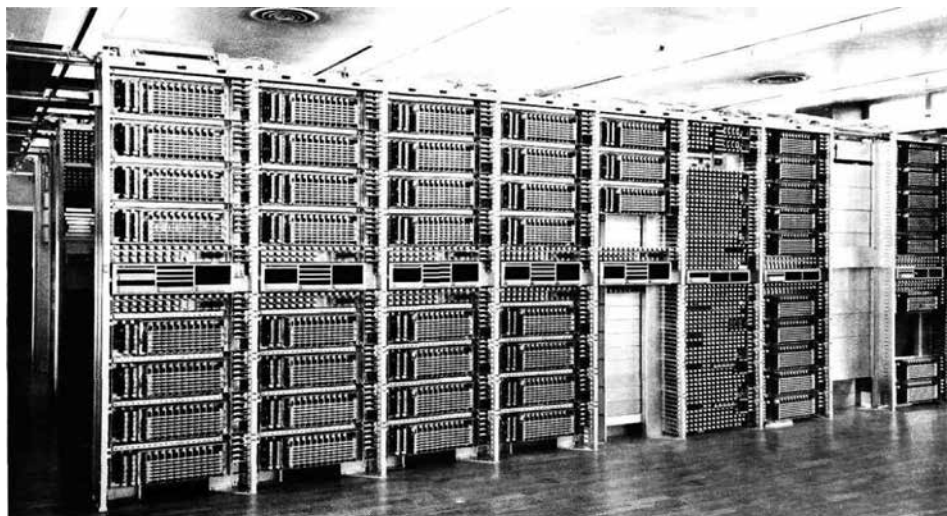
Slika 9.: Blok-dijagram centrale ARM 20



Slika 10.: Stalak u kojem su smješteni registri REG-N

Telegrafski pretplatnici priključivali su se na SLA stupanj telegrafske centrale ARB 111 ATgC. Način uspostavljanja telegrafske veze kroz te centrale sličan je manipulaciji kod ručnih telefonskih centrala. Pretplatnik A pritiskom na pozivnu tipku svoje priključne naprave povećava struju na pretplatničkoj petlji, čime se aktivira linijski relej LR (jedan za svakog pretplatnika) u SLA stupnju. Veza se automatski prospaja do registra REG-N, koji će prihvatiti znamenke biranja B broja. Treba reći da priključna kutija teleprinteru priključenih na ARB 111 centralu ne treba više imati brožčani kolut jer se biranje ostvaruje tipkovnicom teleprinteru. Kad je REG-N spreman, vraća A pretplatniku signal za nastavak biranja. Pretplatnik A započinje biranje B broja tako da najprije

pošalje telegrafski znak Brojke (ITA 2, kodna kombinacija 30), a zatim broj B pretplatnika. Primljeni broj B pretplatnika registar REG-N prosljeđuje *via*-markeru (sklop VM na slici 9., koji određuje smjer / odredište B pretplatnika. Ako B pretplatnik nije priključen na tu centralu, zahtjev za uspostavu veze prosljeđuje se prijenosniku FUR na slici 9. Tek kad se ustanovi da je pretplatnik B slobodan, aktiviraju se markeri M i MG na slici 9. i markeri AM, BM i CM u centrali ARB 111 na slici 8., koji prospajaju veze između A i B pretplatnika kroz sve komutacijske stupnjeve (SLA, SLB, SLC na slici 8., GDA i GDB na slici 9.). Slika 10. prikazuje izgled centrale ATgC u Zagrebu nakon puštanja u promet 1965. godine [5].



Slika 11.: Automatska telegrafska centrala (ATgC) u Zagrebu tipa ARB 111

Ako je telegrafska veza započinjala i imala svoje odredište u istoj krajnjoj automatskoj telegrafskoj centrali (KATgC) tipa ARB 111, a ta se nalazila izvan Zagreba, npr. KATgC u Karlovcu, nakon uspostavljanja veze lokalno povezivanje telegrafskih pretplatnika ostvarivalo se unutar iste KATgC uključivanjem sklopa SNR i potom oslobađanjem veza prema nadređenoj ARM centrali.

Osim tranzitne telegrafske centrale u Zagrebu, u Hrvatskoj su postojale i čvorne automatske telegrafske (ČATgC) centrale u Osijeku, Rijeci i Splitu. Te su centrale također imale svoje grupne stupnjeve ostvarene s ARM 50 sustavom, a pristupni stupnjevi realizirani su s pomoću ARB 111 sustava. S vremenom su KATgC tipa TW 39 u Bjelovaru, Dubrovniku, Gospiću, Karlovcu, Sisku i Slavonskom Brodu zamijenjene *crossbar* centralama tipa ARB 111. Osim navedenih, KATgC tipa ARB 111 montirane su u Puli, Šibeniku, Varaždinu i Zadru.

Međunarodni teleks promet odvijao se poluautomatskim posredovanjem preko posredničkih radnih mjesta u Zagrebu. Tarifiranje se i dalje temeljilo na vremensko-zonskom principu, tj. snimanju stanja pretplatničkih brojača i njihovoj *off-line* obradi.

Potreba za automatiziranjem međunarodnog telegrafskog prometa imala je za posljedicu nabavu i izgradnju međunarodne automatske telegrafske centrale (MATgC) Zagreb. MATgC Zagreb izvedena je u *crossbar* tehnologiji i bila je tipa ARM 201/4 kapaciteta 1400 priključnih točaka. Puštena je u promet 1975. godine. To je bila jedna od dviju MATgC u Jugoslaviji (druga MATgC bila je u Beogradu). Osim uvođenja automatskog telegrafskog prometa, te MATgC omogućile su prvi *toll-ticketing* princip kao način obračuna obavljenih telekomunikacijskih usluga. U tu svrhu koristile su se jedinice 7-kanalnih magnetskih traka na koje su se upisivali svi relevantni podaci vezani uz obračun tarife: A i B brojevi pretplatnika, trajanje tj. vrijeme početka i kraja veze, te usluge koje su pretplatnici koristili. U *off-line* obradi u računskom centru obrađivali su se ti podaci i pribrajali onima dobivenim na klasičan način, obradom vremensko-zonskih brojača za usluge u tuzemnom telegrafskom prometu.

Odabirom, nabavom i montažom AXB 20 telegrafske centrale u Zagrebu, čiji opis slijedi, te nakon njezina puštanja u promet, demontirane su centrale:

- TATgC Zagreb, ARM 201/2 kapaciteta 2000 priključnih točaka, nabavljene 1965.
- KATgC Zagreb, ARB 111 kapaciteta 3 x 400 priključaka (u trenutku demontaže).

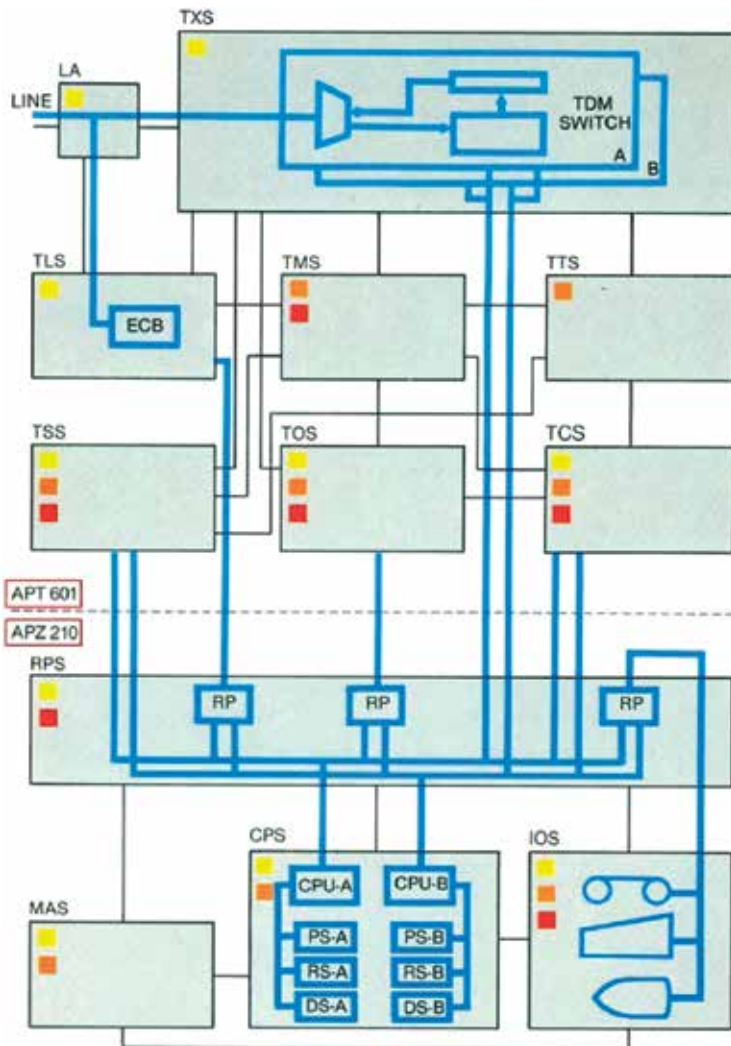
3.3. Sustavi telegrafske komutacije s programskim upravljanjem (AXB 20)

Vrhunac tehnološkog razvoja telegrafskih komutacijskih sustava tvrtka Ericsson predstavila je krajem osamdesetih godina u elektroničkoj telegrafskoj centrali tipa AXB20.

AXB 20 centrala pripada obitelji AX telekomunikacijskih elektroničkih komutacija tvrtke Ericsson. Značajnije su karakteristike centrale AXB 20:

- veliki kapacitet (najviše 30 400 krajnjih priključaka ili spojnih vodova)
- mogućnost integracije komutacije i prijenosa
- mogućnost prilagodbe raznim sustavima signalizacije (A, B, ...) i načinima biranja (tipkovnicom ili brojčanim kolutom)
- korisnici mogu telegrafirati, osim brzinom 50 boda, i većim asinkronim brzinama
- regeneracija telegrafskog signala
- ispis službenih signala (DER, OCC, NC,...) korisnicima kad je pokušaj uspostavljanja veze neuspješan

- niz novih pretplatničkih mogućnosti koje ARB ili TW 39 centrale nisu omogućavale (npr.: skraćeno biranje, slanje poruka na više adresa, obavijest o trajanju veze, odgođeno slanje poruka *Store & Forward*, zbirni brojevi PBX, zatvorene korisničke grupe, ...)
- pouzdanost je osigurana udvajanjem vitalnih komponenata / sklopova centrale
- tarifiranje, tj. bilježenje svih ostvarenih usluga u centrali na elektronički čitljivom mediju za svakog korisnika, za *off-line* obradu
- mogućnost daljinskog nadzora i održavanja sustava.



Slika 12.: Telegrafska centrala AXB 20

Blok-dijagram telegrafске centrale AXB 20 prikazuje slika 12. [8]. AXB 20 centrala podijeljena je na dva dijela: APT 601 – komutacijski teleks podsustav i APZ 210 – centralni procesorski podsustav. Iz daljnje se podjele vidi da APT 601 sadrži i podsustav komutacijskog polja TXS, koji može prihvatiti 6400 priključaka, a takvih TXS-ova može biti do pet, čime se omogućuje najveći kapacitet od više od 30 000 priključaka.

U želji da se modernizira telegrafska mreža, tad još uvijek rastućih potreba teleks pretplatnika u Hrvatskoj, sklopljen je ugovor za nabavu i montažu AXB 20 centrale u Zagrebu. Dinamika aktivnosti po godinama odvijala se na sljedeći način:

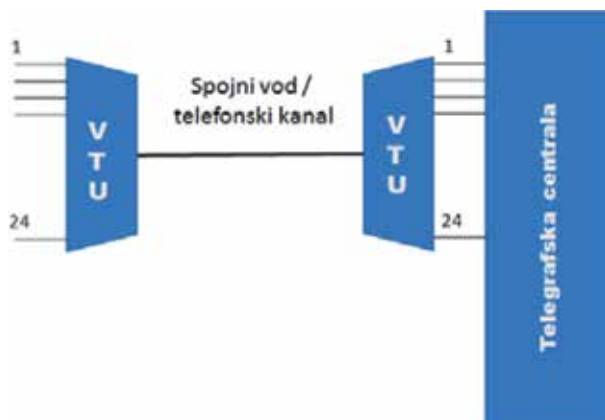
Godina	Događaji
1978.	potpisan ugovor za nabavu AXB 20
1980.	početak montaže AXB 20
1982.	svečano puštanje AXB 20 u rad (Slika 13.)
1984.	AXB centrala je dovršena s MUX-evima i <i>Store & Forward</i> mogućnosti

Posebno je zanimljiva mogućnost integracije komutacije i prijenosa, koja je primijenjena u punini tek u ratnim uvjetima u kojima se Hrvatska našla početkom devedesetih godina, pa taj opis u skraćenoj inačici dajem u nastavku.

Klasični način priključenja udaljenih telegrafskih korisnika na telegrafsku centralu ostvarivao se posredstvom višekanalnih telegrafskih uređaja (VTU), onako kako je prikazano na slici 14. Iz slike se vidi da je priključenje korisnika na KATgC moguće, ali na objema stranama spojnog voda / telefonskog kanala



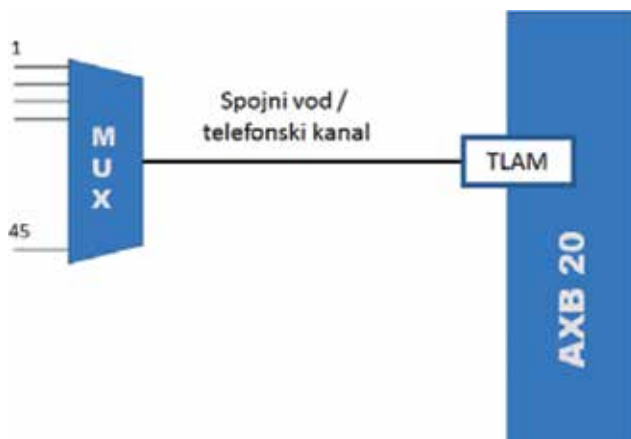
Slika 13.: Vijest objavljena u časopisu PTT radnik



Slika 14.: Priključenje telegrafskih korisnika na telegrafsku centralu posredstvom VTU-a tipa FDM

moraju postojati VTU-i. U slučaju telegrafске centrale AXB 20, primjenom njihovih multipleksora (MUX 45), odnosno (MUX 238), moguće je priključenje udaljenih telegrafskih korisnika bez demultipleksiranja na strani telegrafске centrale. Signal iz spojnog voda privodi se izravno na razini *bit streama* u centralu AXB 20, kako je prikazano na slici 15. Ovisno o tipu MUX-eva, linije završavaju na prilagodnim jedinicama TLAM ili THAM.

Usprkos ratnim godinama (1991. – 1995.), HPT je gradio svoju telekomunikacijsku mrežu, postavljanjem mreže optičkih kabela koji su povezivali glavna komunikacijska čvorišta. Proces reorganizacije telegrafске mreže ponikao je iz čisto pragmatičnih razloga. Bilo je, primjerice, potrebno izgraditi (instalirati) novu elektroničku telefonsku centralu u objektu gdje nije bilo raspoloživog slobodnog prostora. Postavljalo se pitanje kako riješiti takav slučaj. Gradnja novog

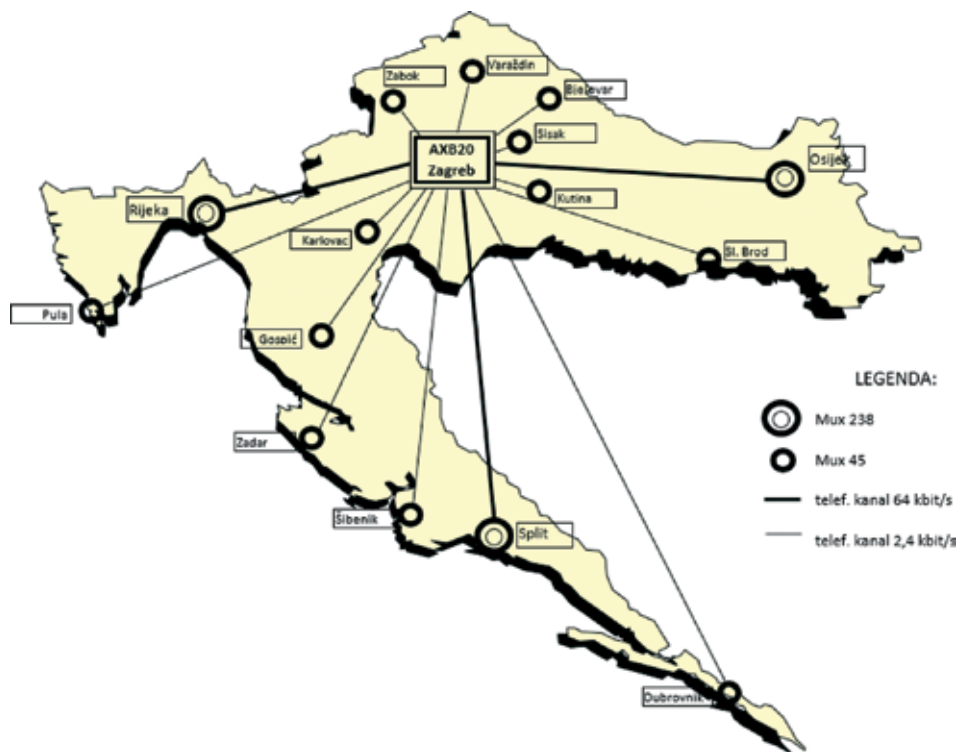


Slika 15.: Priključenje telegrafskih korisnika na AXB 20 posredstvom MUX-a 45

objekta (telekomunikacijske zgrade) za smještaj nove opreme ne samo da je vrlo skup, nego je i dugotrajan proces. U pravilu je lokaciju za novi objekt teško dobiti. Tamo gdje bi lokacija novog objekta bila optimalna, s motrišta telefonske mreže, nije bilo slobodnog građevinskog zemljišta. Stoga je bilo logično posegnuti za unutarnjim pričuvama, tim više što današnji elektronički komutacijski sustavi zauzimaju malo prostora u usporedbi sa sustavima izrađenim u elektromehaničkoj tehnologiji.

Jedan se od prvih slučajeva dogodio u Rijeci. U samom centru grada, u Barčičevoj ulici, trebalo je u kratkom vremenu instalirati telefonsku centralu tipa AXE 10. Prostor za smještaj nove SPC telefonske centrale dobio bi se uklanjanjem (preseljenjem ili supstitucijom) čvrne telegrafске centrale tipa ARB / ARM i spajanjem s dvjema manjim sobama. Prednost je dana reorganizaciji telegrafске mreže korištenjem telegrafskih multipleksora.

Pripremne aktivnosti na reorganizaciji telegrafске mreže HPT-a započele su u jesen 1993. godine, prikupljanjem podataka o stanju telegrafске mreže u Hrvatskoj. Načinjen je plan potreba za MUX-evima, tablica 1. Nova topologija telegrafске mreže Hrvatske bi prema tom planu izgledala kako je prikazano na slici 16.



Slika 16.: Telegrafska mreža Hrvatske (konačno stanje na dan 31. prosinca 1995.)

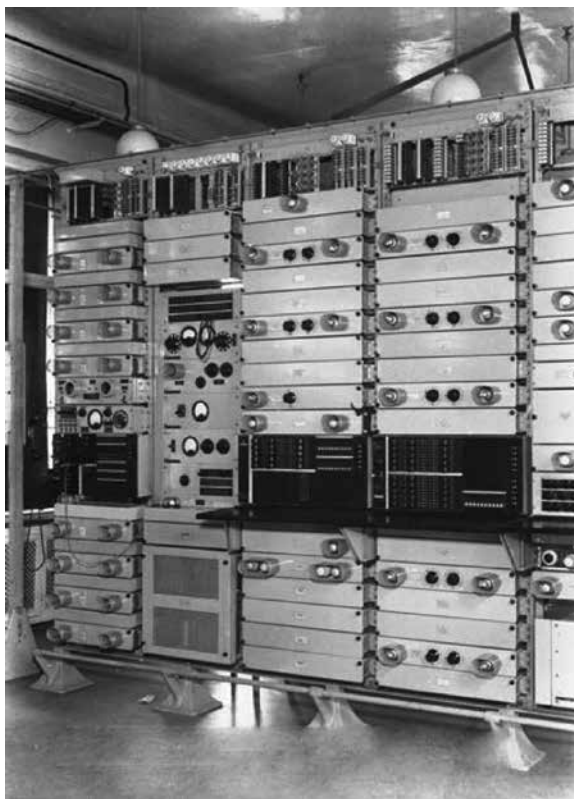
Tablica 1.: Plan zamjene *crossbar* centrala multipleksorima

TKC	Broj tg pretplatnika	Varijante					
		A				B	
		MUX 238	MUX 45	THAM	TLAM	MUX 45	TLAM
Bjelovar	102		3		3	3	3
Dubrovnik	87		2		2	2	2
Gospić	30		1		1	1	1
Karlovac	89		2		2	2	2
Osijek	176	1		1/6		4	4
Pula	53		2		2	2	2
Rijeka	437	1		1/6		9	9
Sl. Brod	69		2		2	2	2
Split	450	2		1/3		11	11
Šibenik	63		2		2	2	2
Varaždin	118		3		3	3	3
Zadar	78		2		2	2	2
Zgb (Sisak)	70		2		2	2	2
UKUPNO:	1822	4	21	2/3	21	45	45

Nabava potrebne opreme (telegrafskih multipleksora i prilagodnih jedinica) kod domaćeg proizvođača Ericsson Nikola Tesla, kao i kod matične kuće Telefonaktiebolaget LM Ericsson iz Stockholma nije se ostvarila jer je proizvodnja telegrafске opreme bila obustavljena. Rješenje se ipak našlo u otkupu rabljenih MUX-eva iz Švedske telekomunikacijske uprave, Telia AB. Reorganizacija je većim dijelom provedena i telegrafiji je *produljen život* još nešto više od deset godina.

4. Višekanalni telegrafski uređaji (VTU)

Generalni plan razvoja telegrafске mreže Jugoslavije predviđao je tri razine telegrafске komutacije: krajnje, čvorne i tranzitne telegrafске centrale. Naknadno je uspostavljena i razina međunarodnih telegrafskih centrala. Do tranzitne razine povezivanje telegrafskih centrala bilo je zvjezdasto. Krajnje centrale povezivale su se na svoje nadređene čvorne centrale, a ove opet na svoje



Slika 17.: Višekanalni telegrafski uređaj u Jurišićevoju 13 u Zagrebu

nadređene tranzitne centrale. Tranzitne centrale, po jedna u sjedištima Republika (ukupno pet), bile su povezane na principu *svaka sa svakom*. Povezivanja između telegrafskih centrala ostvarivala su se spojnim vodovima posredstvom višekanalnih telegrafskih uređaja (VTU). Ti VTU-ovi su kao svoju osnovicu koristili telefonske kanale (u frekvencijskom rasponu od 300 do 3400 Hz) ili, u počecima, zračne vodove. Kapacitet VTU-ova ovisio je o brzini telegrafiranja i o tehnološkoj izvedbi (vrsti modulacije). S obzirom na to da se u telegrafskoj mreži Hrvatske koristila isključivo temeljna brzina telegrafiranja od 50 boda, kapacitet najstarijih VTU-a s amplitudnom modulacijom bio je 12 telegrafskih kanala, a VTU-a s frekvencijskom modulacijom bio je 24 kanala po jednom telefonskom kanalu. Potonjih je bilo daleko najviše.

Slika 17. prikazuje višekanalne telegrafske uređaje s amplitudnom modulacijom u izvedbi s elektronskim cijevima iz šezdesetih godina prošlog stoljeća. VTU-i su se koristili i za priključenje udaljenih telegrafskih korisnika. Primjerice, u manjim mjestima, gdje je postojalo samo nekoliko teleks pretplatnika (Jastrebarsko, Samobor) i koje je trebalo priključiti na KATgC u Zagrebu.

Zaključak

Tijekom prikupljanja građe za članak, u HT muzeju u Zagrebu na raspolaganju je bilo samo nekoliko izvješća o poslovanju HT-a za razdoblje od 1991. do 1997. Iz tih izvješća sastavljen je zbirni prikaz kretanja kapaciteta, broja iskorištenih priključaka i broja KATgC po godinama, tablica 2. Očito je da se nazire trend ukidanju telegrafije kao posebne službe u paleti telekomunikacijskih usluga. Telegrafija i pad njezine popularnosti nije hrvatski fenomen, to je svjetski trend. Pitanje koje se samo postavlja glasi: “Zašto se dogodio takav očiti pad popularnosti telekomunikacijske mreže koja je desetljećima bila okosnica poslovnog svijeta?” Odgovor je: “Razvoj elektroničke industrije i informatičke tehnologije.”

Tablica 2.: Kretanje kapaciteta, broja tg priključaka i KATgC po godinama

Godina	Kapaciteti	Iskorišteno	Broj ATgC-a
1991.	6171	3581	18
1993.	5682	2619	15
1994.	4962	2050	11
1995.	3897	1429	9
1997.	3335	1204	6

Razvoj elektroničke industrije omogućio je proizvodnju jeftinih telefaks uređaja koji su u odnosu na teleprinter imali tri temeljne prednosti:

a) rasprostranjenost – svaki telefonski priključak mogao se koristiti za prijenos telefaksa

b) univerzalnost – sadržaj prijenosa informacije nije bio ograničen na tekst (ITA No 2), mogli su se prenositi i crteži te sve ono što se našlo na običnom papiru

c) cijena terminalnog uređaja – cijena teleprintera, primjerice Siemens T100, u Hrvatskoj se kretala između 2500 i 3000 eura (novi faks uređaj mogao se kupiti za desetinu te cijene).

Zadnja tri čavla u lijes u kojem je *pokopana* telegrafska mreža zabili su IBM dizajnom osobnog računala 1981. godine, Microsoft koji je izradio operativni sustav za to računalo (najprije DOS, a potom i Windows), i CERN koji je 1988. stvorio protokol TCP/IP koji je sredinom devedesetih evoluirao u globalnu svjetsku mrežu danas znanu kao Internet.

Jedna je od velikih odlika telegrafске mreže bila njezina pouzdanost. U Hrvatskoj su zadnje skupine korisnika koje su je napustile bile policija i oružane snage. Točan datum kad je isključeno napajanje telegrafskoj centrali AXB 20 nije poznat, ali sjećanja onih koji su u to vrijeme bili zaposlenici HT-a i bavili se telegrafskom komutacijom (autor poeme: *Rekvijem za AXB 20*) kažu da je to moralo biti negdje tijekom 2007. godine.

Kratice

AM	marker u telegrafskoj centrali ARB 111
APT 601	komutacijski podsustav u telegrafskoj centrali AXB 20
APZ 210	procesorski podsustav u telegrafskoj centrali AXB 20
ARB	Ericssonov naziv za telegrafsku centralu s koordinatnim sklopkama
ARM	Ericssonov naziv za centralu s koordinatnim sklopkama (grupni stupanj)
ATgC	automatska telegrafska centrala
AX	Ericssonov naziv za elektroničke centrale
AXB 20	Ericssonov naziv za elektroničku telegrafsku centralu
AXE 10	Ericssonov naziv za elektroničku telefonsku centralu
BM	marker u telegrafskoj centrali ARB 111
CM	marker u telegrafskoj centrali ARB 111
CERN	<i>Conseil européen pour la recherche nucléaire</i> , Europski centar za nuklearna istraživanja
ČATgC	čvorna automatska telegrafska centrala
DER	<i>pogreška na liniji</i> , jedna od telegrafskih kratica
FDM	multipleksiranje na vremenskoj osnovi (<i>frequency division multiplex</i>)
FUR	Ericssonov naziv za dvosmjerni tip prijenosnika u centrali s koordinatnim sklopkama
GDA	grupni stupanj u centralama s koordinatnim sklopkama
GDB	grupni stupanj u centralama s koordinatnim sklopkama
HPT	Hrvatska pošta i telekomunikacije
HT	Hrvatski telekom
ITA	međunarodna telegrafska abeceda (<i>international telegraph alphabet</i>)
JATEP	javni telegrafski promet
JATES	javni telegrafski saobraćaj
KATgC	krajnja telegrafska centrala
LR	linijski relejni sklop
M	marker, logička jedinica u Ericssonovim centralama s koordinatnim sklopkama
MATgC	međunarodna automatska telegrafska centrala

MUX	multipleksor
MUX 238	multipleksor kapaciteta 238 linija
MUX 45	multipleksor kapaciteta 45 linija
NC	<i>neuspjela veza</i> , jedna od telegrafskih kratica
OCC	<i>pretplatnik zauzet</i> , jedna od telegrafskih kratica
OJ	organizacijska jedinica
OOOR	osnovna organizacija udruženog rada
PTT	Pošta, telegraf i telefon
REG-N	registar, relejni sklop u Ericssonovim centralama s koordinatnim sklopkama
SAGEM	francuski proizvođač telekomunikacijske opreme
SLA	komutacijski stupanj u ARB 111 telegrafskoj centrali
SLB	komutacijski stupanj u ARB 111 telegrafskoj centrali
SLC	komutacijski stupanj u ARB 111 telegrafskoj centrali
SNR	relejni slog koji služi povezivanju korisnika priključenih na istu centralu s koordinatnim sklopkama
SPC	programsko upravljanje (<i>stored program control</i>)
TATgC	tranzitna telegrafska centrala
TCP/IP	vrsta protokola u informatičkim mrežama
tg	telegrafski
THAM	Priključna jedinica za prihvrat telegrafskih MUX 238 na strani centrale AXB 20
TKC	telekomunikacijski centar
TLAM	priključna jedinica za prihvrat telegrafskih MUX 45 na strani centrale AXB 20
TT	telegraf i telefon
TW 35	komercijalni naziv automatskih telegrafskih centrala tvrtke Siemes
TW 39	komercijalni naziv automatskih telegrafskih centrala tvrtke Siemes
TXS	komutacijsko polje u telegrafskoj centrali AXB 20
VM	<i>via-marker</i> , tj. marker smjera u Ericssonovim centralama s koordinatnim sklopkama
VTU	višekanalni telegrafski uređaj

LITERATURA

- [1] *Zbornik u povodu proslave 120-godišnjice uvođenja telegrafa u Hrvatskoj*, Zagreb, 1974.
- [2] *Some printing telegraph codes as products of their technologies*, <http://www.circuitousroot.com/artifice/telegraphy/tty/codes/>
- [3] *Siemens history*, https://www.siemens.com/history/en/innovations/information_and_communications.htm#toc-7

- [4] Rosseberg, Korta: *Teleprinter switching*, D. van Nostrand Company, Inc. Princeton, New Jersey
- [5] *Ericsson Review*, Vol. 44/1967.
- [6] *Koordinatenschalter – Durchgangsvermittlungen für den Fersprech- und Telexverkehr, System ARM 20 und ARM 50*, Nr. 1318726 Ut, Jun. 1968.
- [7] Arhivska građa HT muzeja u Zagrebu, autor: Ivan Maslo
- [8] *AXB 20, Stored program controlled telex/data switching system*, brošura Telefonaktiebolaget LM Ericsson, Stockholm
- [9] PTT Radnik, 1982. – 2009.
- [10] HPT, Izvješća o poslovanju za 199X godinu, arhiva HT muzeja
- [11] Josip Zavalić, poema: *Rekvijem za AXB 20*.
- [12] HT muzej Zagreb, fotografije označene kao slike 4. i 17.

My walk with telegraphy

Želimir Volf

Abstract: Author of this paper describes events linked with telegraph network in Croatia in time span from 1959 till 2007. In first two chapters, types of telegraph users and the teleprinter are described. Central part of the paper deals with telegraph switching, author's occupation during his professional life. Overview of basic properties of the three telegraph switching systems: TW 39, crossbar (ARB 111 & ARM 20), and AXB 20 is given. The last Croatian telegraph network reorganization from 1993. till 1995. was described. The Telegraph Channel Equipment are briefly mentioned and it's use in the Croatian telegraph network topology. In the conclusion, it is explained the reason for the decline of popularity and finally the telegraph network closing in Croatia.

Key words: telegraphy, teleprinter, telex, telegraph signaling, telegraph switching, TW 39, crossbar, ARB 111, ARM 20, AXB 20

Ernst Mihalek

Povijest normizacije u području planiranja sustava zaštite od munje

Sažetak: U članku je dan kraći prikaz razvoja normizacije na polju planiranja zaštite od munje u svijetu u zadnjih pedesetak godina. Normizacija na tom području, kao i na drugim područjima tehnike, prati znanstvene spoznaje o prirodi munje, što je dovelo do donošenja suvremenih normi IEC (EN) 62305, što nije kraj jer će se tako zasigurno događati i u budućnosti.

Ključne riječi: povijest normizacije zaštite od munje, planiranje sustava zaštite od munje

Uvod

Zaštita od djelovanja munje na građevinama, počevši od Benjamina Franklina pa do istraživanja nakon Drugog svjetskog rata, odvijala se prema preporukama pojedinih istraživača i njihovih patenata.

Nakon Benjamina Franklina nije bilo značajnijeg napretka u razumijevanju pojave munja sve do potkraj XIX. st. U to vrijeme već je postala dostupna dijagnostika s pomoću fotografije i spektroskopije. Među najznačajnijim istraživačima u to vrijeme treba navesti Hofferta i Webera u Engleskoj (1889.), zatim Waltera u Njemačkoj (od 1902. do 1918.) te Larsena u Sjedinjenim Državama (1905.). Pronalazak kamere s dvjema pomičnim lećama 1900. u Engleskoj (Boys), omogućio je velik napredak u razumijevanju munja (također Schonland i suradnici u Južnoj Africi oko 1930.).

Prva mjerenja struje munje izveo je Pockels (od 1897. do 1900.) u Njemačkoj, analizom zaostalog magnetskog polja u bazaltnim stijenama u čijoj su blizini udarile munje i tako ocijenio jakosti njihove struje.

Suvremena istraživanja munja najbolje je datirati s Wilsonom (od 1916. do 1920.) u Engleskoj, koji je poznat kao izumitelj maglene komore za promatranje prolaza i indikacije visokoenergijskih čestica, za što je dobio Nobelovu nagradu za fiziku. Wilson je prvi mjerio električna polja za procjenu strukture naboja grmljavinske oluje i naboja pri izbijanju munje.

Važnu ulogu ima Berger koji je 1978. kategorizirao izbijanja munje između oblaka i zemlje koje su odgovorne za nastanak materijalnih šteta, požara i ozljeda odnosno smrti ljudi i životinja.

Usporedno s tim obavljana su istraživanja (CIGRE [1], a poslije i IEEE [2]) o zaštiti nadzemnih vodova visokog napona čiji kvarovi dovode do prekida opskrbe industrije i gradova. Tim je istraživanjima određen zaštićeni kut zaštitnog užeta iznad dalekovoda, što je poslije prihvaćeno kao jedno od načela zaštite putem štapnih i vodoravnih hvataljki.

Za današnje razumijevanje munja zaslužno je, nakon Wilsona, puno istraživača širom svijeta. Razdoblje od 1970. do danas posebno je bogato istraživanjima munja, što je dijelom motivirano štetama na zrakoplovima i pri polijetanju svemirskih raketa te na osjetljivim postrojenjima i instalacijama na zemlji. S druge strane, zemaljske instalacije postale su posebno osjetljive na udarne strujne i naponske valove zbog masovne uporabe poluvodičke elektronike (računala, razna upravljanja i sl.). Porast industrije i povećanje stanovništva te veličine naselja i gradova pogodovalo je povećanju šteta i broja žrtava od udara munja. Popratne statistike ukazivale su da je potrebno poduzeti šire mjere za obranu od atmosferskih izbijanja.

Za stvaranje suvremenih normi za zaštitu od munje svakako je važno istraživanje mađarskog znanstvenika Tibora Horvatha koji je već 1962. godine u mađarske nacionalne norme uveo metodu projektiranja s pomoću kotrljajuće kugle munje (vidi [7]). Prvotni polumjer kugle nije bio vezan uz tzv. razmak posljednjeg preskoka, a osamdesetih godina došlo se istraživanjima na danas usvojeni polumjer kotrljajuće kugle, ovisno o razini zaštite od munje. Posljednji preskok nastaje kad se silazni i spojni predvodnik (izboj hvataljke) spoje na određenoj visini iznad objekta u koji munja udari. Duljina tog preskoka ovisi o vršnoj struji munje I (kA), pa je kao najbolja za određivanje duljine r (m) te putanje posljednjeg proboja u normama usvojena formula:

$$r = 10 \cdot I^{0.65}.$$

Ta je metoda nazvana elektroteometrijskim modelom projektiranja i provjere sustava zaštite od munje, a veličina r je prema tom modelu zapravo polumjer kotrljajuće kugle. Očekivalo bi se intuitivno da se za viši stupanj zaštite uzima jača struja nego za niže stupnjeve, ali logika je da viši stupanj zaštite zahtijeva zaštitu od šireg opsega manjih struja nego neki niži stupanj. Taj je model usvo-

jen kao glavni način projektiranja i uveden u međunarodne IEC-ove i europske EN norme. Na toj osnovi objašnjen je i model zaštićenog kuta (vidi [7, 8]) kao izvedena metoda.

U FNRJ i SFRJ usvojene su za potrebe izvedbe gromobrana norme JUS N.B4.901 do 950 iz 1958. godine, temeljene na njemačkoj normi DIN-VDE 48800 do 48862, koje su s vremenom obnavljane kako su obnavljane njemačke i IEC-ove norme. Tu se mogu naći detaljni nacrti sastavnica gromobrana i njihove normirane oznake, npr. za vodiče za uzemljenje i odvode, štapne hvataljke, razne spojnice, potpora i sl., propisan je materijal (toplo pocinčani čelik) i način završne obrade. Međutim, nisu dani zahtjevi za ispitivanja sastavnica što je neizbježno u suvremenim normama, a davanje nacrti pojedinih sastavnica u normama danas je posve nepotrebno.

Zbog nedostatka uputa o konstrukciji gromobrana, morali su već 1957. biti objavljeni Tehnički propisi za gradnju i održavanje gromobrana, što je 1968. obnovljeno u poznatom Pravilniku o tehničkim propisima o gromobranima (SL 13/68.). Pravilnik je nakon Domovinskog rata prihvaćen u hrvatsku regulativu i održao se sve do donošenja Tehničkog propisa za sustave zaštite od djelovanja munja na građevinama, NN, br. 87/2008, dakle cijelih 40 godina!

Od kraja osamdesetih pa dalje objavljeno je u izdanju IEC-a nekoliko normi, različitih od normi iz pedesetih godina. Potreba za novim aktom nije bila samo zbog zastarjelosti, nego i zbog uvođenja tzv. novog pristupa tehničkoj regulaciji u Europskoj uniji. Prema novom pristupu, u pravilnicima (kao podzakonskim propisima), određuju se samo tzv. temeljni zahtjevi za proizvode i usluge, a tehnički se dio prepušta normama. S obzirom na to da se tehnika i tehnologija s vremenom usavršavaju, takvim pristupom potrebno je mijenjati samo norme, dok zakonski propisi ostaju jednaki. Time je bitno smanjena potreba mijenjanja zakona i propisa. S obzirom na to da su u Hrvatskoj europske norme već bile prihvaćene, bio je otvoren put za donošenje i prihvaćanje novog Tehničkog propisa za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama iz 2008., koji je zamijenio Pravilnik iz 1968. godine.

Proteklih se pedesetak godina puno toga promijenilo. Povećali su se sigurnosni zahtjevi za ljudsko zdravlje i živote, enormno su se povećale komunikacijske mreže i elektronički uređaji osjetljivi na nagle promjene napona i struja, posebno kad je u pitanju ugroženost od atmosferskih izbijanja.

1. Donošenje suvremene norme za zaštitu od munje

Na sastanku Tehničkog odbora (TC 81) Međunarodnog elektrotehničkog povjerenstva (IEC) održanom od 29. lipnja do 1. srpnja 1988. u Tokiju, predloženo je donošenje nove norme za zaštitu od munje [2, 3].

Time su u jedinstvenu normu uključene zaštitne mjere od djelovanja munje navedene dotad u posebnim IEC normama kao što su norme za vanjsku zaštitu,

unutarnju zaštitu, zaštitno zaslanjanje i ograničavanje prenapona koje su se potvrdile u praksi.

U tim je normama postavljen zahtjev da se jasno prikaže razlika između vanjske i unutarnje zaštite od munje ili, točnije, između sustava unutarnje i vanjske zaštite.

Sustav vanjske zaštite od munje obuhvaća sve vanjske dijelove zaštite za potrebe hvatanja, odvoda i izbijanja struje munje u sustavu uzemljivača.

Znakovito je da je već norma IEC 61662 podijelila mjere zaštite u četiri kategorije (razreda), pri čemu je kategorija I najviši stupanj i nudi najbolju zaštitu.

Za planiranje instalacije zaštite od munje mogu se već prema toj normi primijeniti tri metode zaštite, neovisno jedna o drugoj ili u kombinaciji:

- metoda zaštićenog kuta
- metoda kotrljajuće kugle
- metoda mreže.

Svaka od tih metoda ima parametre koji ovise o stupnju zaštite (od najmanjeg IV do najvišeg I).

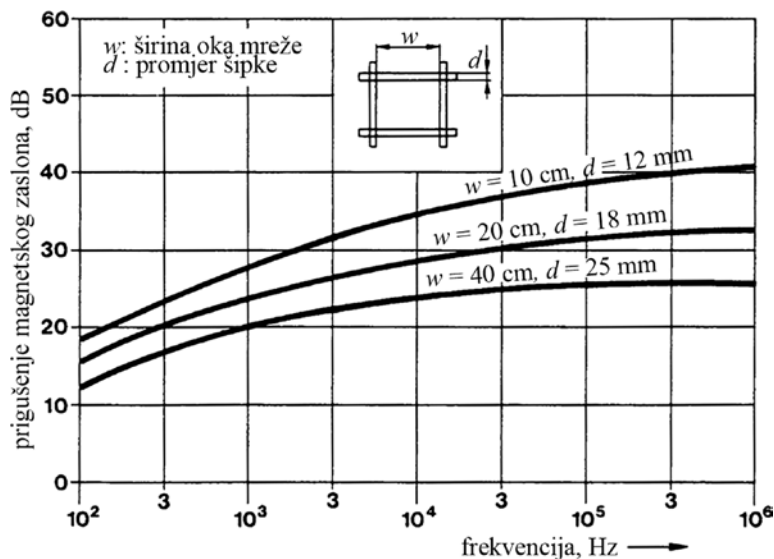
Osnovni parametar za metodu zaštićenog kuta je iznos zaštićenog kuta u stupnjevima, za metodu kotrljajuće kugle to je polumjer kugle u metrima, a za metodu mreže dimenzija oka mreže u metrima.

Glede preventivnih mjera od prodora prenapona u unutrašnjost građevine, opisan je način zaslanjanja ili oklapanja zgrada, prostorija i uređaja. Te se mjere također moraju uzeti u obzir pri planiranju i izgradnji građevine, kao i na kraju jednostavna uporaba uređaja za zaštitu od prenapona. Prikazano je također kako se u svrhu oklapanja primjenjuje armatura u betonu građevine te kako se s veličinom oka mreže i frekvencijom mijenja prigušenje elektromagnetskog vala munje, slika 1.

Unutarnji sustav zaštite od munje obuhvaća sve mjere koje se odnose na učinke struja munje i njezina elektromagnetskog polja na metalnim instalacijama i električnim sustavima.

U tom je smislu za prenaponsku zaštitu u sustavu zaštite od munje važan sustav za izjednačivanje potencijala za sve metalne mase i električnu, električnu te telekomunikacijsku opremu. To se postiže postavljanjem instalacije za izjednačivanje potencijala ili odvodnika prenapona koji spajaju sustav zaštite od munje s metalnom konstrukcijom građevine, metalnim instalacijama i vanjskim vodljivim dijelovima, kao i s električnim i telekomunikacijskim sustavima u zaštićenom prostoru.

Izjednačivanje potencijala mora se izvesti što bliže mjestu ulaza vanjskog dijela u građevinu. Nadalje, svi vodiči spojnih vodova moraju se izravno ili neizravno spojiti na sustav izjednačivanja potencijala. Vodiči pod naponom moraju se spojiti na sustav zaštite od munje putem odvodnika.



Slika 1.: Prigušenje elektromagnetskog vala ovisno o širini oka armaturne mreže u betonu građevine i frekvenciji elektromagnetskog vala munje

Što se tiče približavanja drugih instalacija instalacijama sustava zaštite od munje, da bi se izbjeglo opasno iskrenje mora se između sustava zaštite od munje i metalnih instalacija osigurati dovoljan tzv. sigurnosni razmak. Sličan se problem javlja na elektroničkim uređajima kao što su televizori, videorekorderi ili radioprijamnici, pa zatim računala, koji su spojeni na dva različita izvora, naime, električnu mrežu i telekomunikacijski ili antenski vod. Ostali uređaji, kao što su bojleri, strojevi za pranje rublja i posuđa, također su spojeni na dva sustava – električnu mrežu i vodovod.

S naglim razvojem elektronike shvatilo se da se mora prenaponska zaštita postaviti i po dubini instalacije što čini tzv. usklađenu prenaponsku zaštitu koja dopire do priključka samih računala, televizora i mnogih drugih elektroničkih uređaja.

2. Stanje normizacije na području zaštite od udara munje na međunarodnom planu (IEC TC 81) – lipanj 2002.

U tablicama 1. do 5. dane su norme bitne za projektiranje sustava zaštite od munje, objavljene prije lipnja 2002. godine. U tom pregledu ponovljeno su dani i naslovi tema i naslovi normi koji su u toku usklađivanja dobili svoje nazive i brojčane oznake (vidi [5]).

Tablica 1.: Skupine normi u području djelovanja Tehničkog odbora IEC TC 81 do 2002.

IEC TC 81, Zaštita od munje			
IEC 61024	IEC 61312	IEC 61662	IEC 61663
Zaštita objekata od munje	Zaštita od elektromagnetskih impulsa munje	Procjena rizika šteta od udara munje	Zaštita telekomunikacijskih vodova od udara munje

Tablica 2.: Skupina normi IEC 61024 – Zaštita objekata od munje

1. dio: IEC 61024-1, Opća načela (1)/1990. god.	2. dio: IEC 61024-1, Posebni slučajevi
Upute A – IEC 61024-1-1:1993., Odabir razine zaštite zaštitne instalacije	Smjernice za uporabu B - IEC 61024-1:1998, Projektiranje, izvedba, održavanje i ispitivanje zaštitne instalacije

Tablica 3.: Skupina normi IEC 61312 – Zaštita od elektromagnetskih impulsa munje (LEMP)

1. dio : Opća načela I/1993. god.	3. dio: Uvjeti za prenaponske zaštitne naprave	3 dio: Upute za upotrebu /1999. god.
2. dio: Područja u zgradama kod izravnih ili bliskih udara munje, 1997.		4 dio: Zaštita kod postojećih građevina /1997. god.

Tablica 4.: Skupina normi IEC 61662 – Procjena opasnosti od udara munje

IEC 61662, Opasnost zbog udara munje	IEC 61662, Am. 1, Procjena opasnosti od štete zbog udara munje, Dodatak C – Objekti s elektroničkim sustavima
---	--

Navedenim je normama omogućeno rješavanje problema međusobnog djelovanja za vrijeme prijelaznih pojava munje i donesena načela za mjere smanjenja takvih smetnji.

Moderne građevine sadrže sve više metala u svojoj konstrukciji i složeniju ugrađenu elektroničku opremu koja traži veću sigurnost korištenja. Razmatranje tih momenata i mogućih boljih rješenja odvijalo se intenzivno tih zadnjih 15 godina u Tehničkom odboru IEC, iz čega je proizišao stari niz normi, ukupno tridesetak naslova. Od rujna 2000. odobren je nacrt novog plana objavljivanja normi. Sama norma IEC 61024-1, koja je u prvotnom poretku bila osnovna, svela se na glavne zahtjeve za učinkoviti zaštitni sustav od udara munje (LPS).

Serijske norme IEC 61312 vezane uz zaštitu elektroničkih uređaja za informatičku tehnologiju (od kojih su proizišle IEC 61312-1, -2, -3 i -4) pokazala se kao specijalistička grana, usko vezana s ostalim iz tog područja.

Zaštita od munje komunalnih instalacija koje ulaze u zgradu izdvojila se kroz nove IEC norme u seriju normi IEC 61663. Sama tehnička rješenja i zahtjevi nisu doživjeli promjene, nego je nastalo preslagivanje sadržaja. To znači da se počelo koristiti tehnička pravila i preporuke srodno problemu koji će se rješavati.

Naziv procjena rizika promijenjen je u upravljanje rizikom, što govori o načinu kako se promijenio pristup zaštiti od munje.

3. Ujedinjavanje IEC-ovih normi za zaštitu od djelovanja munje na građevinama

Prema Planiranju novih izdanja koje su odobrili nacionalni odbori (objavljeno 29.06.2001. u dokumentu 81/171/RQ), kao konačan rezultat postignuto je ujedinjavanje normi IEC 61024:1993, IEC 61312 i IEC 61663 u racionalnom obliku u seriju pod oznakom IEC 62305, čime je prestala važiti norma IEC 61024-1 iz 1993. godine.

Sadržaj norme IEC 62305 podijeljen je na pet normi (vidi tablice od 5. do 8.), od općih načela do električnih i elektroničkih sustava unutar građevine. U tablicama 5. do 9. navedena je načelna shema ujedinjenih IEC-ovih normi, za što je bilo potrebno uskladiti stajališta pojedinih tehničkih odbora i TC 81. Tako je početkom devedesetih dogovoreno svrstavanje materijala u pet velikih grupa.

U sljedećih pet tablica prikazana je dinamika preslagivanja i obilježavanja s navedenim sadržajima koji su trajno ostali u predloženoj formi. Tablice su složene tako da donose naslove i teme normi, koje su poslije usvojene u tehničkim odborima članica IEC-a. Teme pojedinih normi ulaze u novu seriju normi (stanje iz lipnja 2002. godine).

Tablica 5.: Odjeljci pojedinih normi (osjenčeno) koji su ušli u prvo izdanje norme IEC (EN) 62305-1 – Zaštita od munje, Opća načela

IEC 61024-1	IEC 61312-1	IEC 61662 IEC61662;A1	IEC 61663-1	IEC 61663-2
Opći stavovi o zaštiti od munje	Načela zaštićenih zona (LPZ)	Štete, gubici, odabir zaštitnih mjera	Osnovni kriteriji zaštite	Osnovni kriteriji zaštite
Projektiranje LPS-a	Parametri struje munje	Potrebni podaci, kriteriji opasnosti	Procjena opasnosti za telekomunikacijske optičke vodove	Procjena opasnosti za telekomunikacijske klasične vodove
	Mjere zaštite	Odgovornost		
	Općenito o zaštiti od LEMP-a	Procjena opasnosti za objekte	Projektiranje zaštitnih mjera	Projektiranje zaštitnih mjera

Tablica 6.: Odjeljci pojedinih normi (osjenčeno) koji su ušli u prvo izdanje norme IEC (EN) 62305-2 – Zaštita od munje, Upravljanje rizikom

IEC 61662 i IEC 61662; A1	IEC 61662 i IEC 61662;A1	IEC 61663-1	IEC 61663-2
Štete, gubici, odabir zaštitnih mjera	Štete, gubici, odabir zaštitnih mjera	Osnovni kriteriji zaštite	Osnovni kriteriji zaštite
Potrebni podaci, kriteriji rizika, odgovornosti	Potrebni podaci, kriteriji rizika, odgovornosti	Procjena rizika udara za telekomunikacijski optički vod	Procjena rizika udara za telekom. klasični vod
Procjena rizika udara u građevinu	Procjena rizika udara u građevinu	Projektiranje zaštite	Projektiranje zaštite

Tablica 7.: Odjeljci pojedinih normi (osjenčeno) koji su ušli u prvo izdanje norme IEC (EN) 62305-3 – Zaštita od munje, Materijalne štete na građevinama i opasnost za život

IEC 61024-1	IEC 61024-1-2	IEC 61024-1-2	IEC 61810 TR
Općenito o zaštiti od munje	Projektiranje LPS-a	Projektiranje LPS-a	
Projektiranje LPS-a	Potrebni podaci, kriteriji i rizik odgovornosti	Izvedba održavanje i pregled LPS-a	

Tablica 8.: Odjeljci pojedinih normi (osjenčeno) koji su ušli u prvo izdanje norme IEC (EN) 62305-4 – Zaštita od munje, Električni i elektronički sustavi unutar građevina

IEC 61312-1	IEC 61312-2	IEC 61312-3 IEC 61312-3, A1	IEC 61312-4 TR2	IEC 61312-5 TS
Načela LPZ-a Parametri struje munje Zaštitne mjere				Procjena rizika udara za telekomunikacijske klasične vodove
Opća načela zaštite od LEMP-a				

Tablica 9.: Odjeljci pojedinih normi (osjenčeno) koji su ušli u prvo izdanje norme IEC (EN) 62305-5* – Zaštita od munje, Zaštita vodova

IEC 61663-1	IEC 61663-2
Osnovni kriteriji zaštite Procjena rizika udara u optičke telekomunikacijske vodove	Osnovni kriteriji zaštite Procjena rizika udara u klasične telekomunikacijske vodove
Projektiranje zaštitnih mjera	Projektiranje zaštitnih mjera

*Napomena: Norma je u prvom izdanju obuhvatila sve vodove spojene s građevinom.

Tako dobivene norme za zaštitu građevina od djelovanja munja dobile su u posebnom dodatku i primjere procjene rizika na pojedinim vrstama građevina, od jednostavnih do složenih, s više tzv. zona zaštite od munje (LPZ). Iz toga se već puno lakše mogao dobiti pregled što se očekuje od projektanta sustava zaštite. Procjena rizika na temelju upravo uvedenog načela upravljanja rizikom postala je osnovnim dijelom u pristupu projektiranju i izvedbi sustava zaštite od munje na građevini.

Upravljanje rizikom znači da projektant mora za građevinu koju valja zaštititi postupno uvoditi mjere zaštite tako dugo dok mu se računski ne pokaže da je ukupan rizik manji od tzv. prihvatljivog rizika. Zanimljivo je da se taj rezultat može postići na više načina, ovisno o skupni primijenjenih mjera, tj. da se prihvatljivi rizik može prikazati u više inačica proračuna pa na projektantu ili izvođaču preostaje da odabere najpovoljniju inačicu i tako konstruirati, odnosno izvede sustav zaštite od munje. U tom je smislu u drugom dijelu te norme dodan CD s tzv. SIRAC kalkulatorom (programom) koji je mogao izračunati procjenu rizika na jednostavnoj građevini na temelju podataka o samoj građevini, spojenim vodovima, pretpostavljenim gubicima zbog udara i sl. Mnogi projektanti učili su na tom programu, a i mnogi su projekti načinjeni na temelju rezultata izračuna s pomoću tog kalkulatora.

Također je zanimljivo da je u tom izdanju normi prikazan i model proračuna *cost/benefit* analize za odabir ekonomski najpovoljnijeg rješenja zaštite.

4. Drugo izdanje serije norma IEC (EN) 62305:2006

U drugom izdanju serije norma IEC (EN) 62305 doneseni su dijelovi 1. do 4. (izostavljen je 5. dio, vezano uz zaštitu vodova). To, međutim, ne znači da se u proračunu rizika ne uzimaju u obzir utjecaji udara munje te njezini induktivni utjecaji putem spojenih vodova, uglavnom elektroenergetskih i telekomunikacijskih. U drugom izdanju uvedeno je nekoliko novih mjera zaštite kao što su, primjerice, galvanski odvojnici na vodovima kojima se izravno onemogućuje prodor udarnih valova munje u građevinu. Za potrebe proračuna induciranih udarnih napona i struja pripremljen je u normi model udarnog vala s velikom strminom čela, čime se projektantu i izvođaču omogućuje konstrukcija sustava zaštite s velikom sigurnošću od opasnih preskoka.

Procjena rizika u toj je normi pojednostavnjena, ali povećava se potreban broj zaštitnih mjera za postizanje jednakog podnosivog rizika u odnosu na prethodno izdanje. Istaknuto mjesto zauzima povećana važnost ozljeda živih bića od električnog udara unutar i izvan građevine.

S obzirom na to da se s vremenom dolazi do novih spoznaja o prirodi munje i posljedicama njezina djelovanja, rad na usavršavanju normi ne prestaje. Očekuje se da će treće izdanje serija norma IEC(EN) 62305 izaći na svjetlo dana 2018. godine.

Literatura

- [1] Berger, Anderson, Kröninger: *Parameters of lightning flashes*, CIGRÉ, Electra No. 69 (1980)
- [2] 1 EC TC 81 (Central Office) 6 (April 1987): *Standards for lightning protection of structures – Part 1: General principles*. International Electrotechnical Commission: Technical Committee No. 81: Lightning Protection. Central Office of the IEC, Geneva.
- [3] IEC TC 81 (Central Office) 9 (March 1988): *Amendment to document 81 (Central Office) 6: Standards for lightning protection of structures – Part 1: General principles*. International Electrotechnical Commission: Technical Committee No. 81: Lightning Protection. Central Office of the IEC, Geneva.
- [4] IEEE radna skupina, *Estimating lightning performance of transmission lines II*, 1992.
- [5] D. Praničević, *Sustavi zaštite od djelovanja munje*, Kigen, Zagreb, 2003.
- [6] M. Padelin, *Zaštita od prenapona*, skripta, ETF, Zagreb, 1969.
- [7] T. Horvath, *Rolling sphere – theory and application*, 25. ICLP, Rodos, Grčka, rujna 2000.
- [8] E. Mihalek, *Metode zaštite od munje*, Savjetovanje EIS 2010., Šibenik.

History of Standardization in the Field of Lightning Protection Design

Ernst Mihalek

Abstract: In the paper was presented a short history of lightning protection design standardization in the world during recent half of century. Standardization in the field, as well as in other fields of technology runs parallel to scientific knowledge of nature of the lightning, what, as a consequence, resulted in editing modern standard IEC (EN) 62305. Of course, the development has never been finished, one can expect it in the future as well.

Key words: history of lightning protection standardization, lightning protection system planning

Franjo Jović

Stvarnost proizvodnje artefakata

Sažetak: Psihološke, socioekološke i komunikacijske pretpostavke proizvodnje artefakata. Nužnost redefiniranja projektiranja, proizvodnje i upotrebe artefakata s psihosocijalno-fizički zdravije osnove.

Ključne riječi: otuđenje, funkcionalnost, projektiranje

Uvod

Artefakti svake provenijencije nastaju naporom pojedinca i skupina. Njihove pokretačke snage jamstvo su kvalitete artefakta. Prihvatanje artefakata od strane društva može biti problem, od neprimjećivanja do grube zlorabe. Cilj rada jest istaknuti neke elemente motiva i komunikacije autora projektanta koji nastaju u uvjetima današnjeg društva djelomično otuđenih pojedinca.

1. Psihološke pretpostavke proizvodnje artefakata

Da bi se oslobodile realne stvaralačke snage, čovječanstvo je potisnulo svoje zdrave iracionalne porive i hrabro počelo slijediti svoje racionalne želje. Nastalo je doba prosvjetiteljstva, XVIII. stoljeće.

Primjer je Nizozemska. Prosvjetiteljstvo se ondje pojavilo još u XVII. st., omogućivši kreativnim zalcima, obrtnicima i pomorcima, trgovcima i industrijalcima svih nacija slobodno kretanje, useljenje i boravak. Razvila se brodograđevna industrija, čemu su pripomogle moderne pilane, šećerane, industrija proizvodnje cvijeća, keramika i slikarstvo, slika 1. Artefakti nizozemske



Slika 1.: Johannes Vermeer, *Djevojka s bisernom naušnicom*, oko 1665.

provenijencije prodavani su tek osnovanim kolonijama u Sjevernoj Americi, na Baltiku, Sredozemlju, cvala je trgovina s Japanom. Ojačalo je bankarstvo i 1602. započeo rad nizozemske Istočnoindijske kompanije.

S gledišta psihologije, čovječanstvo je počelo potiskivati pojam duše među bivše riječi [1]. Dušu možemo najjednostavnije definirati kao esencijalnu čovjekovu duhovnost primarno vezanu za tjelesne energije, tjelesne organe, uz duhovnost energija koje se izražavaju arhetipovima [2], kao arhetipsku psihologiju. Svijet *bez duše* stoga je postupno poprimio izgled mehaničke igračke, zbirke mrtvih stvari, artefakata koje služe korisniku samo u funkcijskom smislu. Ukoliko je i postojao dekorativni element artefakta, trebao je posredno djelovati na onaj potisnuti, neumrtvljeni dio čovjekove psihe samo kao element privlačnosti artefakta. Započelo je otuđenje, pojednostavnjeno predstavljeno jačanjem ega, kao mehanizma samoodržanja u antagonističkom industrijskom svijetu.

Prirodno je s vremenom uslijedila reakcija koju su s različitih stajališta dali mnogi kritičari i mislioci poput Karla Marxa, Martina Heideggera i Ernesta Che

Guevare [3]. No, Che Guevara upravo promiče revoluciju tako da polazi od pogrešivosti ljudi i zagovara nužnost pretvaranja cijelog društva u gigantsku školu [3]. O kakvoj psihologiji može biti riječi ako je postavljena između grube materijalizacije proizvodnje po liberalnom kapitalizmu i gigantskog društveno vođenog školovanja po Che Guevari? Može li se govoriti samo o pokusnoj psihologiji, biheviorizmu i sličnim jednostavnim modelima ponašanja duha? Ili o pokusnim istraživanjima Stanislava Grofa [4], i, u konačnici, radu Andrewa Cohena, koja ukazuju na vrlo istančanu topografiju ljudske duhovnosti [5].

Izgleda da je proizvodnja artefakata unutarnja stvaralačka potreba svakog pojedinca, izričaj njegove imanentne slobode i to bez obzira na mišljenje Che Guevare da u individualnom konceptu svijeta pojedinac niti ne pokušava pobjeći iz nevidljivog kaveza otuđenja, parafrazirajući time svojeg prethodnika Karla Marxa [ibid, str. 10/11].

2. Ekološke pretpostavke proizvodnje artefakata

Pretpostavka umrtvljene stvarnosti, antagonističke i udaljene od doma, od čovjeka, isprva nije omogućivala nikakvo sagledavanje posljedica industrijske proizvodnje na prirodu. Harmonično ustrojena priroda, slika 2., gdje svaka



Slika 2.: John Constable, *Kola sijena*, 1821.

podrobnost krajobraza ima svoju ulogu u održivoj proizvodnji hrane i zadovoljenju ostalih životnih, tjelesnih i duhovnih potreba, prestala je postojati. Umjesto toga pojavila se znanost o ekologiji, pogrešno smatrana znanošću o stanju okoliša. Kao da bi znanost mogla zamijeniti nestanak krhke prirodne harmonije?

Grčka riječ *oikos*, dom, nije okoliš, nego mjesto boravka, stanovanja, dom. Zašto je naša svakodnevna kultura toliko bijesna na stvari da ih baca iz doma, pita se s pravom Moore [1, str. 274]? Odvojeni od duha koji je istodobno svevremenski i bezvremenski, bolno težimo za idealnom budućnošću, čak besmrtnošću. Tuđi nas artefakti često višestruko nadživljuju, pa ako smo se identifikirali s vlastitim egom, odnosno s racionalnim mehanizmom kojim nadvladavamo svakodnevni egzistencijalni strah, tad prošla vremena, u kojima su npr. postojale i bile nastanjene kuće u kojima živimo, počinju bosti naše oči. Ako smo egoistički usredotočeni na izradu novog života, rast i stalno poboljšavanje, tad nam prošlost koja leži u našim stvarima postaje neprijateljem, podsjetnikom naše prolaznosti. No, duša za razliku od ega voli prošlost, hrani se pričama iz prošlosti i nema nakanu išta učiti od nje kako tvrdi s pravom Moore [1, str. 274].

Mi smo isto tako ljuti na stvari koje nam više ne služe! Ali i stvari imaju svoj kraj pa ako ne vjerujemo u to, podsvjesno preuzimamo na sebe i patnju njihova nestajanja. Svijet koji zapostavlja ili potiskuje smrt prouzročuje njezinu doslovnu pojavnost! Naš raznoliki otpad postaje smeće koje nema u sebi predviđenu pojavu smrti, koje je dizajnirano za trajnu uporabu i koje jednostavno ne želi otići. Samo neosjetljivi ljudi ne mogu vidjeti ljepotu stvari koje odlaze. Moramo stoga redefinirati svoj odnos prema stvarima s više funkcijskog na ono njihovo bitno, prolazno, poput umjetnice Meret Oppenheim koja staru šalicu za čaj *oblači* u krzno. Za razliku od nje, funkcionalist Adolf Loos svaku sklonost ornamentici proglašava krimenom [6].

Umjetnost nam dakle pomaže da stvari preobučemo u njihov, našoj duši bliži, estetski kontekst, u oblik bliži *oikosu*.

3. Komunikacijske pretpostavke proizvodnje artefakata

Oživljavanje artefakata i unošenje estetike, preoblačenje stvari, pokazuje drugi smjer pristupa artefaktima, njihovo *produhovljenje*. Ono što Christopher Alexander spominje pod pojmom svjetlucajuće osnovice (engl. *luminous ground*) [7], sad se postavlja kao osnovno komunikacijsko pitanje: Komuniciramo li sa stajališta ljepote ili destrukcije? Dizajn artefakta sa stajališta njegove



Slika 3.: Pierre Bonnard, *Pismo*, oko 1906.

životnosti, kako navodi Alexander, odlučujući je i za samog dizajnera, za njegovo cjelovito zdravlje, status i izlječenje u uvjetima gdje se komunikacijom može smatrati i broj internetskih ili bežičnih poruka. Nažalost, u svijetu koji ne komunicira s deset tisuća bića, kako životne artefakte opisuje Alexander, komunikacija nema odjeka. Ljudi ne vide ljude, stvari ne vide stvari, ljudi ne vide stvari, stvari ne vide ljude i ostaje samo privid komunikacije. To je nijekanje kvantne fizike u smislu otuđene poslovne aktivnosti. Nijekanje *logosa*. Tu neće puno pomoći ni internet stvari – stvorit će se samo još veći privid stvari koje dominiraju životom.

Traži se potpuni duhovni preporod (engl. *rebirth*) našeg stava prema vlastitom radu oslobođen od izravna pritiska društvene okoline, a opet vezan s njim novim navikama, kako bi se vjerojatno odmah usuglasili, inače suprotnih stajališta, Che Guevara i Andrew Cohen. Traži se druga osobna komunikacija.

Slika 3. prikazuje živi artefakt koji ima svojstvo *deset tisuća bića*. Artefakt koji nije dizajniran da pokazuje to svojstvo, ali je ono ipak slabo izraženo, prikazuje slika 4.



Slika 4.: Romain Thouvenin, Jezerski auditorij Sveučilišta u Aarhusu, Danska, 2006.

4. Rasprava

Nobelovac George Wald naveo je 1984., nakon dugogodišnjeg bavljenja evolucijom: “Nešto poslije, razmišljajući o kongruentnosti funkcionalnog svemira koji je beživotan ili ovoga koji je životan, na svoje iznenađenje ustanovio sam da ono što sam smatrao rezultatom evolucije zapravo oduvijek postoji u obliku matrice, izvora i uvjeta fizičke stvarnosti – da ovo od čega je fizička stvarnost načinjena je razum-tvar.” Iz navedenog slijedi da je nužno redefinirati područje djelovanja inženjera sviju specijalnosti.

John Bell, tvorac Bellova teorema, napisao je 1986. godine: “Što se tiče razuma, potpuno sam uvjeren da on ima središnje mjesto u odlučujućim svojstvima prirode.” Slična mišljenja iznosili su Pauli, Bohm i Josephson. Istraživanja fizičara Roberta B. Griffithsa [8] i Simona Gröblachera [9] sugeriraju da napuštanje koncepta lokalnosti nije dovoljno da bi se postigla konzistentnost s kvantnim pokusima sve dok se ne napuste neka ugrađena intuitivna svojstva stvarnosti. Osobni odnos prema artefaktu čini taj dio stvarnosti postojanja artefakta još stvarnijim. Dakle, s aspekta stvaranja cjelovitog artefakta zahtijeva se promjena projektantsko-dizajnerske paradigme u osnovnim smjerovima:

- kontinuitet tvar-prostor-razum zahtijeva prepoznavanje postojanja vrijednosti svega u prostoru, a posebno u prostoru artefakta
- ta je vrijednost osobna i kontinuitet tvar-prostor-razum ima određenu i često trenutačnu vezu s našim životima

- prostor/artefakt ima određene veze s inače neodredivim prostorom jedinstva svega što leži iza tog prostora i spojen je s tim kontinuitetom [8]; prirodu te veze može umjetnost samo istaknuti ili potisnuti, ovisno o karakteru projektanta-dizajnera.

Zaključak

Nužne su promjene kurikuluma obrazovanja inženjera u smislu razumijevanja ekologije, projektiranja, dizajna, komunikacije, životnog ciklusa i veće cjelovitosti artefakata, kao i kontinuiteta tvar-prostor-razum. Nužno je također djelovati na korisnike artefakata u smislu povećanja njihove svjesnosti o toj činjenici, što je nemoguće ako su izloženi trajnom nemiru umjetno stvorenog egzistencijalnog straha.

Zahvala

Zahvaljujem Karli Lončar i Zvonku Benčiću na kritičkom osvrtu na tekst.

Literatura

- [1] Thomas Moore, *Care of the Soul*, Harper Perennial, 1994
- [2] James Hillman, *A Blue Fire: Selected Writings of James Hillman*, Edited by Thomas Moore, New York: Harper and Row, 1989
- [3] *Socialism and Man in Cuba*, A letter to Carlos Quijano, editor of *Marcha*, a weekly published in Montevideo, Uruguay; published as "From Algiers, for Marcha: The Cuban Revolution Today" by Che Guevara on March 12, 1965
- [4] Stanislav Grof, Hal Zina Bennett, *The Holotropic Mind: The Three Levels of Human Consciousness and How They Shape Our Lives*, Kindle edition, 1992
- [5] Michael Wombacher, *11 Days at the Edge*, Findhorn Press, 2008
- [6] Adolf Loos, *Ornament and Crime: Selected Essays 1897-1900*, Riverside, Ca. Ariadne Press, 1998
- [7] Christopher Alexander, *The Nature of Order, Part four: The Luminous Ground*, CES Berkeley, California, 2004
- [8] Robert B. Griffiths, *Types of Quantum Information*. Phys. Rev. A 76 (2007) 062320; arXiv:0707.3752/.
- [9] Simon Gröblacher, Tomasz Paterek, Rainer Kaltenbaek, Časlav Brukner, Marek Żukowski, Markus Aspelmeyer, Anton Zeilinger; *An experimental test of non-local realism*. Nature 446, 871–875 (19 April 2007) | doi:10.1038/nature05677.

Reality of Artifact Design

Franjo Jović

Abstract: Psychological, socio-ecological and communicational precondition for artifact design. Necessity of redefining design, production, and usage of artifacts from psycho-socio-physically healthier basis.

Key words: *alienation, functionality, design*

Zvonko Benčić

Elektroindustrija XX. stoljeća u Hrvatskoj

Sažetak: Dan je popis tvrtki koje su utemeljene, ali i likvidirane, tijekom XX. stoljeća. Zatim, nabrojeni su značajniji proizvodi po pojedinim područjima: rotacijski strojevi, električna vozila, transformatori, elektromagneti za nuklearna istraživanja, sklopni aparati i sklopna postrojenja te kabeli i elektronika. Krajem XX. stoljeća, 1996. godine, hrvatska elektroindustrija stvorila je proizvoda u vrijednosti od oko 1,2 milijarde dolara. Godine 1998. u hrvatskoj elektroindustriji bilo je 18 884 zaposlenih.

Ključne riječi: elektroindustrija, hrvatska elektroindustrija, povijest hrvatske elektroindustrije, područja hrvatske elektroindustrije

Uvod

U razvoju elektrotehnike (pa i pojedinih područja elektrotehnike), u Hrvatskoj u XX. st. prepoznaju se tri izrazite društveno-političke prijelomnice: Prvi svjetski rat, Drugi svjetski rat i Domovinski rat (1991.).

Obilježje prijenosa energije i informacije u XX. st. bila je jednosmjernost prijenosa, od proizvođača ka korisniku. Obilježje XXI. st. bit će višesmjernost: višesmjerna energetska mreža u kojoj će svatko moći proizvoditi i trošiti električnu energiju (tzv. energetska mreža) i informacijska mreža u kojoj će svatko moći proizvoditi i koristiti informacije (tzv. informacijska mreža).

1. Popis tvornica

Prvi obrti odnosno tvornice u Hrvatskoj izgrađeni su u zadnjem desetljeću XIX. stoljeća. To su bile Tvornica elektroda i ferolegura (Šibenik) i Proizvodnja električnih svjetiljki (Zagreb), tablica 1.

Tablica 1: Elektroindustrija – tvornice u Hrvatskoj

Godina osnivanja	Naziv	Opaska
1891.	Tvornica elektroda i ferrolegura (Šibenik)	Prestaje raditi 1995.
1896.	Proizvodnja električnih svjetiljki (Zagreb)	Osnovao: Ivan Paspas.
1907.	Veleobrt za proizvodnju električnih baterija i baterijskih svjetiljki (Zagreb)	Proizvodnja električnih svjetiljki prerasta u veleobrt. Poslovala pod nazivom Tvornica baterija Croatia odn. Croatia baterije. Likvidirana 2006.
1919.	Tvornica motora (Zagreb)	Osnovao Franjo Hanaman, direktor do 1922.
1920.	Tvornica akumulatora Munja (Zagreb)	
1921.	Siemensova tvornica elektromotora	Nasljednica Tvornice motora. Začetak Tvornice <i>Rade Končar</i> .
1921.	Servisna radionica akumulatora švedske tvornice Varta	Godine 1934. prerasla u Tvornicu kabela ELKA.
1922.	Elektrolaboratorij <i>Stanko Stiasni</i>	Na nagovor inženjera Miroslava Plohla zatražio je Stiasni od ministarstva u Beogradu odobrenje za baždarsku stanicu koja je radila od 1927. do 1978.
1924.	Radionica električnih kabela	Proizvodi izolirane vodove. Godine 1926. prerasla u Tvornicu kabela ELKA.
1925.	Tvornica Kontakt	Proizvodnja instalacijskog materijala. Godine 1970. mijenja naziv u Elektrokontakt.
1927.	Tvornica <i>Ivan Paspas i sinovi</i>	Proizvodnja električnog materijala i suhih galvanskih baterija.
1927.		Tvornica Penkala proizvodi anodne baterije.
1927.	Radionica električnih kabela postaje Tvornica ELKA	
1929.	Radionica za popravak električnih žarulja Mars	
1929.	Tvornica električnih žarulja (TEŽ)	Osnovana uz potporu mađarske tvornice Tungsram. Prestaje raditi početkom Drugog svjetskog rata.

Godina osnivanja	Naziv	Opaska
1932.	Domaća industrija sijalica (DIS)	Nasljednica Tvornice električnih žarulja.
1932. (?)	Tvornica radioaparata PAN (Zagreb)	Austrijska tvrtka Panradio Apparate-Vertriebsges.mbH utemeljena je u Beču 1931. PAN-Zagreb prestaje raditi 1946.
1933.	Tvornica kućanskih aparata Noris	Godine 1947. ulazi u sastav Tvornice <i>Rade Končar</i> .
1934.	Servisna radionica akumulatora postaje Tvornica akumulatora Munja	
1935.	Tvornica žarulja Jugosijalica	Podružnica istoimene ljubljanske tvrtke. Prestaje raditi 1939.
1946.	Poduzeće <i>Rade Končar</i>	Osovala Vlada FNRJ (dekret). Počinje raditi u pogonima Siemensove tvornice elektromotora.
1946.	Tvornica baterija Croatia	Nastavak Paspina obrta.
1947.	Tvornica Elektron (Samobor)	Proizvodnja kućanskih aparata. Udružuje se 1963. s tvornicom Kontakt.
1947.	Zagrebačko elektrotehničko poduzeće <i>Vlado Četković</i>	
1948.	Radioindustrija Zagreb (RIZ)	Osovala NR Hrvatska (dekret). Proizvodnja televizora, radioaparata, vojne opreme, gramofona, poluvodiča, brojila i odašiljača.
1948. 25. III.	Tvornica računskih strojeva (TRS) (Zagreb)	Osovala Vlada NR Hrvatske. Od 1992. mijenja djelatnost i posluje pod nazivom Reinhart-TRS
1949.	Tvornica elektrotehničkih proizvoda Zagreb (TEP)	
1949.	Tvornica telefonskih uređaja <i>Nikola Tesla</i>	Nastala spajanjem Telefon-servisa, tvrtke za telefoniju Fuld i Odjela slabe struje poduzeća <i>Rade Končar</i> .
1949.	Tvornica električnih žarulja (TEŽ)	Nastala spajanjem DIS-a i TEŽ-a. Od 1954. proizvodi i fluorescentne cijevi.
1949. 23. III.	Dalekovod	Generalna direkcija elektroprivrede za NR Hrvatsku.
1949.	Poduzeće Elektroprojekt	Poduzeće za projektiranje i izvođenje energetskih postrojenja i vodogradnje

Godina osnivanja	Naziv	Opaska
1950.	Poduzeće <i>Vlado Bagat</i> (Zadar)	Tvornica brodskih instrumenata i precizne elektromehanike.
1953. (51?)	Odjel za automatizaciju i tehniku mjerenja (ATM)	U sastavu Poduzeća <i>Braća Kavurić</i> .
1953.	Tvornica ugljenografitnih i elektrokontaktnih proizvoda Dubrovnik (TUP)	
1955.	Elektrotehničko poduzeće <i>Volta</i> (Zagreb)	Proizvodi male transformatore i prigušnice.
1956.	Tvornica baterija <i>Nikola Tesla</i> (Gospić)	Nastala iz pogona za proizvodnju galvanskih baterija s pločastim ćelijama.
1960.	Dekor, Zabok	Utemeljen kao Zanatska radnja za izradu električnih svjetiljki i ukrasnih predmeta. Poslije: Tvornica rasvjete.
1962.	Poduzeće Elektronika Zadar	Nastalo izdvajanjem proizvodnje električnih uređaja od Poduzeća <i>Vlado Bagat</i> .
1963.	Poduzeće za automatizaciju i tehniku mjerenja (ATM)	Nastalo spajanjem Odjela ATM Poduzeća <i>Braća Kavurić</i> i Pogona za mjernu i regulacionu tehniku (MRT) poduzeća Jugomontaža.
~1970.	IRET Split	Sestrinska tvrtka tvrtke Industria Radio Elettrica e Telecomunicazioni – Trieste (Italija). Radila ~1955. – ~1975.
~1970.	Elektroakustika, telekomunikacije i automatika Split (ETAS)	Nasljednik IRET-a. Udružuje se 1985. s tvornicom <i>Rade Končar</i> – INEM, a 1989. odvaja se od INEM-a.
1969.	RIZ – Tvornica poluvodiča, Zagreb	Počela proizvodnja u zagradi <i>Banije</i> , u okviru instituta RIZ – IETA. Godine 1972. izgrađena nova zgrada. tvornice. Prestala s radom 1991.
1970.	Tvornica Kontakt mijenja naziv u Elektrokontakt	Pogoni koji proizvode kućanske aparate udružuju se 1970. s Poduzećem <i>Rade Končar</i> .
1971.	Digitron (Buje), poduzeće za proizvodnju i promet električnih aparata i uređaja	

Godina osnivanja	Naziv	Opaska
1971.	ELCON, Zlatar Bistrica	Kabelski setovi za automobilsku industriju i industriju kućanskih aparata.
1973.	Končar – INEM (Inženjering za projektiranje i proizvodnju sistema industrijske elektronike)	Nastao izdvajanjem iz Elektrotehničkog instituta <i>Rade Končar</i>
1976.	Tvornica satova, elektroničkih i informatičkih proizvoda Kutina (SELK)	
1985.	Tvrtka Marus	Projektiranje i montaža regulacijskih uređaja i automatike. Nasljednica tvrtke Prigorje-projekt.
1988.	Marus-ATM	
1990.	Montelektro (Zagreb, Rijeka)	
1991.	Poduzeće <i>Rade Končar</i> mijenja naziv u Končar–Elektroindustrija	Područja: energetika, električna vuča, informatika i komunikacije, industrija, kućanski aparati.
1991.	Zagrebačko elektrotehničko poduzeće (ZEP)	Nasljednik Poduzeća <i>Vlado Četković</i>
1991.	RIZ – Odašiljači	Jedina tvornica koja je ostala nakon stečaja Radioindustrije Zagreb (RIZ).
1995.	Tvornica telefonskih uređaja <i>Nikola Tesla</i> mijenja naziv u Ericsson Nikola Tesla	Postaje dio međunarodnog koncerna Ericsson.
1997.	Siemens d. d. (Zagreb)	Nastao spajanjem Siemens i tvrtke ATM

Do Drugog svjetskog rata izgrađene su sljedeće tvornice/poduzeća (u zagradi je navedena godina osnivanja i današnji naziv tvornice/poduzeća): Veleobrt za proizvodnju električnih baterija i baterijskih svjetiljki (1907., Croatia), Tvornica akumulatora Munja (1920., Munja), Poduzeće Jugoslavensko Siemens (1921., Končar), Radionica električnih kabela (1924., ELKA), Tvornica Kontakt (1925., Elektrokontakt), Tvornica električnih žarulja TEŽ (1929., TEŽ) i Tvornica kućanskih aparata Noris (1933., *Končar*). Godine 1938. u hrvatskoj elektroindustriji djeluje 61 poduzeće s 2869 radnika.

Koliko je elektroindustrija nakon Drugog svjetskog rata bila jaka u Hrvatskoj, govori podatak o osnivanju Glavne uprave elektroindustrije FNR Jugoslavije 11. listopada 1946. godine. Glavna uprava trebala je preuzeti i objediniti

rukovodstvo nad elektroindustrijskim poduzećima od općedržavnog značaja, a od ukupno 17 poduzeća iz Hrvatske, Slovenije, Srbije, Vojvodine i BiH, devet ih je bilo iz Zagreba.

Nakon Drugog svjetskog rata izgrađene su sljedeće veće tvornice/poduzeća: Zagrebačko elektrotehničko poduzeće (1947., prvotni naziv *Vlado Četković*); Radioindustrija Zagreb RIZ (1948.); Tvornica računskih strojeva (TRS), Zagreb (1948.); Tvornica elektrotehničkih proizvoda (TEP), Zagreb (1949.); Dalekovod, Zagreb (1949.); Poduzeće Elektroprojekt, Zagreb (1949.); Tvornica telefonskih uređaja *Nikola Tesla* (1949.), Poduzeće *Vlado Bagat*, Zadar (1950.); Poduzeće za automatizaciju i tehniku mjerenja (ATM), Zagreb (1953.); Tvornica ugljenografitnih i elektrokontaktnih proizvoda (TUP), Dubrovnik (1953.); Dekor tvornica rasvjete, Zabok (1960.); Poduzeće Elektronika Zadar (1962.); Digitron, Buje (1971.); ELCON, Zlatar Bistrica (1971.); Končar – INEM, Zagreb (1973.) i Tvornica satova, elektroničkih i informatičkih proizvoda (SELK), Kutina (1976.). Od 1976. u Hrvatskoj nije utemeljena niti jedna nova proizvodnja.

Raspadom Sovjetskog Saveza (rušenjem Berlinskog zida 1989.) i raspadom Jugoslavije (1990.) hrvatska elektroindustrija izgubila je velik dio tržišta. Sredinom 1999., četiri godine nakon završetka Domovinskog rata, najveće preostale tvrtke su bile: *Končar* – Elektroindustrija, Zagreb (postrojenja, generatori i motori, transformatori, električni aparati, električna vozila, ugostiteljska oprema, kućanski aparati, obnovljivi izvori, elektronika i informatika; 4115 zaposlenih); Ericsson Nikola Tesla, Zagreb (oprema za telefoniju i telegrafiju; 2448 zaposlenih); Elektrokontakt, Zagreb (sklopni uređaji, instalacijski materijal; 1650 zaposlenih); Tvornica satova, elektroničkih i informatičkih proizvoda (SELK), Kutina (računala; 1004 zaposlenih); Tvornica elektrotehničkih proizvoda (TEP), Zagreb (razvodni uređaji, instalacijski materijal; 898 zaposlenih); Tvornica električnih kabela (ELKA), Zagreb (izolirane žice, kabeli; 844 zaposlenih); ELCON, Zlatar Bistrica (električna oprema za motore i vozila; 743 zaposlenih); Tvornica električnih žarulja (TEŽ), Zagreb (žarulje, fluorescentne cijevi; 612 zaposlenih); Siemens, Zagreb (projektiranje i usluge; 549 zaposlenih); Croatia – Baterije, Zagreb (primarne ćelije i baterije; 424 zaposlenih); Tvornica akumulatora Munja, Zagreb (akumulatori, 286 zaposlenih); Tvornica elektrotermičkih aparata (ETA), Požega (električni kućanski aparati; 266 zaposlenih); RIZ Odašiljači, Zagreb (odašiljači, antene, električna brojila; 263 zaposlenih); Tvornica ugljenografitnih i elektrokontaktnih proizvoda Dubrovnik (TUP), Dubrovnik (elektrode, 194 zaposlenih).

Hrvatska elektroindustrija proizvela je 1996. proizvoda u vrijednosti oko 1,2 milijarde dolara, a u 1998. je 18 884 zaposlenih ostvarilo izvoz od 364 milijuna dolara (prije Domovinskog rata Poduzeće *Rade Končar* imalo je u Hrvatskoj oko 18 000 zaposlenih).

2. Rotacijski strojevi

Poduzeće Jugoslavensko Siemens isporučilo je 1930. prve asinkrone motore s kratko spojenim rotorom snage od 0,25 kW do 7,5 kW i statorskim namotom od lakirane žice umjesto pamukom izolirane žice. Siemensovi stručnjaci bili su impresionirani jer su ti motori mogli nekoliko sati raditi pod vodom, a imali su za istu veličinu veću snagu. Zato su uz svoju tipnu oznaku dobili oznaku **Z** (Zagreb). Tom je serijom nadvladana konkurencija AEG-ovih motora. Za taj novitet svjetskih razmjera najzaslužniji je bio projektant i montažni inženjer Anton Dolenc (zaposlen u Siemensu od 1927., poslije profesor na Tehničkom fakultetu u Zagrebu od 1939.).

Poduzeće *Rade Končar* isporučilo je od 1948. do 1985. opremu za 146 hidroelektrana s ugrađenih 319 generatora i ukupno instaliranom snagom od 11 332 MVA, primjerice za HE Mariborski otok generator snage 24 MVA, napona 10 kV i težine 220 tona (1948.); za HE Split četiri brzohodna (300 o/min.) generatora 120 MVA/16 kV (1962. dva i 1980. dva); za TE Plomin turbogenerator 156 MVA/13,8 kV (1968.); za HE Đerdap tri sporohodna (71,5 o/min.) generatora 190 MVA/15,75 kV (1972.); za HE Kariba North (Zambija) četiri generatora (136 o/min.) 167 MVA/18 kV (1973.); za TE-TO Novi Sad turbogenerator hlađen vodikom 190 MVA/13,8 kV (1978.); za TE Drmno (Srbija) turbogenerator 348,5 MVA/10,5 kV (1980.); za HE Bajina Bašta stator generatora 315



Slika 1.: Hidroelektrana Ozalj, u pogonu od 1908. godine



Slika 2.: Termoelektrana Rijeka, u pogonu od 1978. godine



Slika 3.: Nuklearna elektrana Krško, u pogonu od 1981. godine

MVA/11 kV (1982., rotor je izradila japanska tvrtka Toshiba, tad najveći hidro-generator na svijetu); za TE Plomin II turbogenerator 210 MVA/13,8 kV (1999.).

3. Električna vozila

Od 1957. godine do danas Končar – Elektroindustrija *in continuo* proizvodi električna vozila: trolejbus (od 1957., isporučeno više od 100 za jugoslavenske gradove), aluminijski vlak (od 1963., isporučena tri vlaka za Željezničko-transportno poduzeće Zagreb), diodna lokomotiva (od 1970., isporučeno je oko 200 lokomotiva za Jugoslavenske i 130 lokomotiva za Rumunjske željeznice), tiristorska lokomotiva (od 1981., isporučeno 16 lokomotiva za Jugoslavenske željeznice), rekonstrukcija elektromotornog vlaka proizvodnje GANZ (od 1986., rekonstruirano 25 vlakova), elektrokolica (od 1960.) te niz rekonstrukcija tramvaja (od 1984.) i lokomotiva (od 1995.). Tomu treba dodati kompletnu elektroopremu za glavni elektromotorni pogon i pomoćno napajanje tzv. velike (80 m) i male podmornice (30 m).



Slika 4.: Električne diodne lokomotive, 1970. (*Rade Končar*)



Slika 5.: Tiristorska lokomotiva snage 4400 kW, napona napajanja 25 kV/50 Hz, maksimalne brzine 160 km/h, do 1990. isporučeno 16 lokomotiva (*Rade Končar*)



Slika 6.: Elektromotorni vlak (Končar – Električna vozila)

4. Transformatori

Tvornica Končar – Energetski transformatori isporučila je, primjerice: transformator 35 kV, 5000 kVA za TS Ilijaš kod Sarajeva u Bosni i Hercegovini (1947.), generatorski transformator 110 kV, 50 MVA za HE Mariborski Otok u Sloveniji (1949.), transformator 72,5 kV, 7,5 MVA za HPP Chichoki Millian u Pakistanu (1956.), autotransformator 220 kV, 150 MVA za TS Srbobran u Srbiji (1965.), generatorski transformator 420 kV, 380 MVA za HE Đerdap u Srbiji



Slika 7.: Jedna od prvih transformatorskih stanica od 5 kV u Zagrebu



Slika 8.: Transformator najveće snage dosad proizveden – generatorski transformator od 725 MVA, $410 \pm 3 \% / 21 \text{ kV}$, isporučen 1985. godine u Termoelektranu *Nikola Tesla* u Obrenovcu, Srbija



Slika 9.: Strujni mjerni transformatori za rad na mrežama napona 765 kV (2003.)



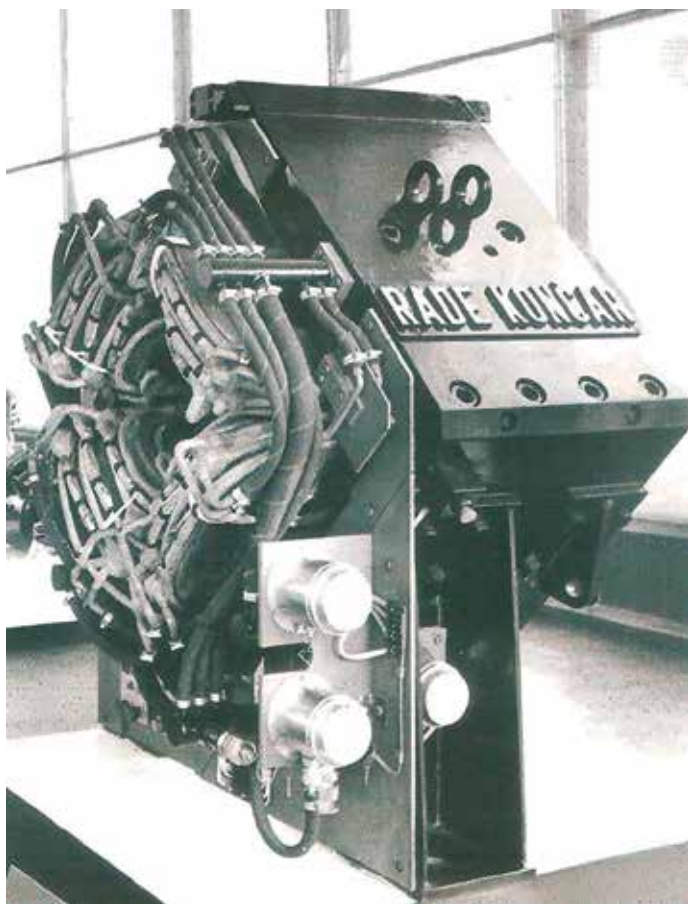
Slika 10.: Visokonaponska transformatorska stanica TS 420/220/110 kV Žerjavinec, Hrvatska (nakon obnove 2004.)

(1970.), autotransformator 420 kV, 300 MVA za TS Niš u Srbiji (1975.), generatorski transformator 725 MVA, 420 kV za TE Obrenovac u Srbiji (1984.), transformator 54 MVA, 245 kV u Scott-spoju za Indijske željeznice (1992., ispitivan i na kratki spoj), ispravljački transformator 44,6 MVA, 245 kV za topionicu aluminija u Chong Quingu u Kini (1996.), transformator s poprečnom regulacijom 400 MVA, 420 kV za TS Žerjavinec u Hrvatskoj (2009.), transformator 550 kV za plinsku elektranu Mortlake u Australiji (2009.), autotransformator 505 MVA, 420 kV s naponom kratkog spoja 45 % (u razdoblju 2009./2010. isporučeno je 12 kom.). Prvo ispitivanje transformatora na kratki spoj izvršeno je na transformatoru 75 MVA, 245 kV za TS Gerga u Egiptu (1990.). Učešće Hrvatske u svjetskom izvozu energetskih i distributivnih transformatora u 2003. godini bilo je, prema *Goulden Reports and United Nations*, 3,09 % (12. mjesto na svijetu).

Tvornica Končar – Mjerni transformatori proizvodi mjerne naponske i strujne transformatore za postrojenja do: 36 kV (1947.), 123 kV (1952.), 245 kV (1962.), 400 kV (1973.) te 525 kV i 765 kV (2003.); a Končar – Distributivni i specijalni transformatori transformatore do 63 MVA i 170 kV.

5. Elektromagneti za nuklearna istraživanja

Poduzeće *Rade Končar* isporučilo je od 1960. do 1983. elektromagnete za nuklearna istraživanja za domaće (*Ruder Bošković* u Zagrebu, *Jožef Štefan* u Ljubljani, *Boris Kidrič* u Vinči) i strane (Organisation européenne pour la recherche nucléaire CERN, Ženeva, Švicarska; Comitato nazionale per l'energia nucleare, Frascati, Italija; Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg, Njemačka; Rutherford High Energy Laboratory, Chilton, Velika Britanija, SACLY, Francuska i SIN, Villingen, Švicarska) nuklearne institute. Za Nuklearni institut CERN isporučene su (1960.), za protonski sinkrotron četveropolne magnetske leće i kompletno postrojenje za njihovo napajanje reguliranim strujnim udarima (puštanju u rad prisustvovali su Bohr, Oppenheimer, Macmillan i Perrin).



Slika 11.: Četveropolna magnetska leća za CERN – Švicarska, 1958. (*Rade Končar*)

6. Sklopni aparati i sklopna postrojenja

Proizvodnja sklopnih aparata i sklopnih postrojenja niskog, srednjeg i visokog napona započela je osnivanjem Poduzeća *Rade Končar* 1946. godine, primjerice: rastavljači od 10 i 30 kV (1946.), hidromatski prekidači (1951.), niskonaponski sklopnici do 160 A (1965.), visokonaponski prekidači od 245 kV (1965.), malouljni prekidači od 7,2 kV do 38 kV (1967.), grebenaste sklopke (1971.), visokonaponski prekidači od 420 kV (1976.), pantografski rastavljači za 2500 A (1979.), metalom oklopljena postrojenja od 110 kV izolirana plinom SF₆ (1982.), vakuumski srednjonaponski sklopnici od 7,2 kV i prekidači od 7,2 kV do 38 kV (1982.), kompaktni sklopni moduli i aparature izolirani plinom SF₆ za sekundarnu distribuciju (1993.), kompozitni visokonaponski izolatori (1997.), kompaktni sklopni moduli izolirani plinom SF₆ za 24 kV i 38 kV za primarnu distribuciju (2000.).



Slika 12.: Stup 400 od kV (kod Lovreća u Hrvatskoj) na trasi južne dalekovodne magistrale Prstena *Nikola Tesla*, u radu od 1981. (Dalekovod)



Slika 13.: Visokonaponsko SF₆ rasklopno postrojenje, 1999. (Končar)

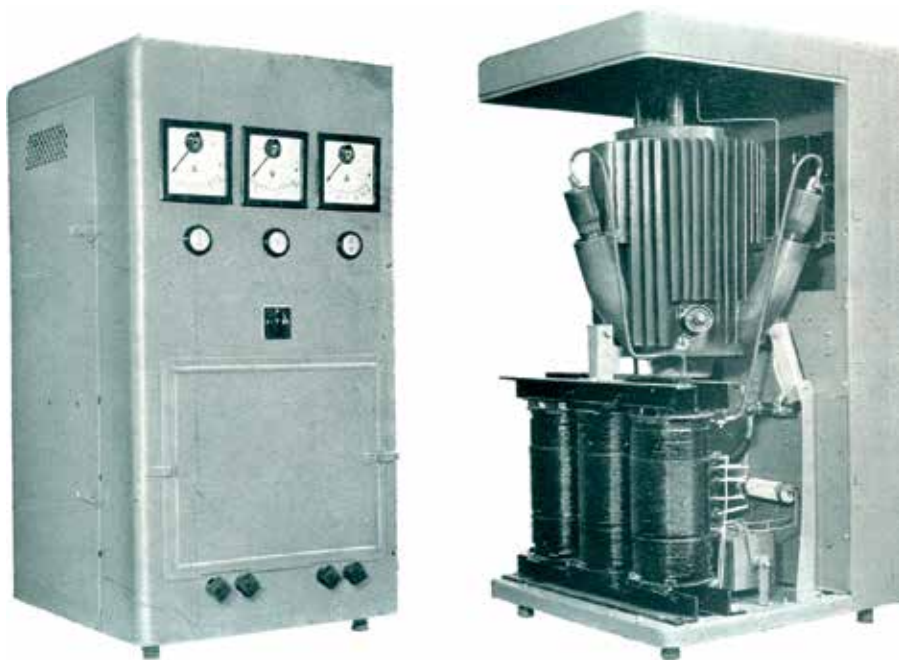
7. Kabeli

Tvornica ELKA nakon 1945. godine proizvodila je (u zagradi je naveden početak proizvodnje) lakirnu i dinamo žicu te brodске kabele s gumenom izolacijom i olovnim plaštem (1947.), niskonaponske vodove i kabele izolirane termoplastičnim materijalima (1951.), energetske kabele s aluminijskim vodičem i PVC izolacijom (1966.), telekomunikacijske kabele izolirane termoplastikom za centrale i mjesne mreže (1970.), niskonaponske (do 1 kV) i srednjona- ponske (do 35 kV) kabele izolirane umreženim polietilenom (1977.), svjetlovodne kabele (1988.), brodске bezhalogene teško gorive vatrootporne kabele (1996.) i visokonaponske 110 kV energetske kabele (2010.). Godine 1979. ELKA je u suradnji s talijanskom tvrtkom Pirelli proizvela i položila podmorski kabel na- ponske razine 20 kV i 35 kV ukupne duljine 120 km za spajanje otoka sjever- nog i srednjeg Jadrana. Tvornica Elcon od 1971. godine proizvodi kabelske setove za automobilsku industriju i industriju kućanskih aparata.

8. Elektronika

Radioindustrija Zagreb (u doba najveće proizvodnje 1980-tih godina zapošljavala je više od 4000 radnika) proizvodila je uređaje za tržište široke potrošnje: razglasne uređaje i zvučnike (od 1949.), električne gramofone (od 1951.), radijske prijamnike (od 1953.), elektroničke cijevi (1953. – 1965.), crno-bijele televizijske prijamnike (od 1958.), magnetofone (od 1965.), televizijske prijamnike u boji (od 1972.), poluvodičke komponente – tranzistore, optoelektroničke komponente i integrirane sklopove (od 1968.) te profesionalne uređaje: radiodifuzijske odašiljače (od 1952.), stabilne i prijenosne primoodašiljače (primopredajnike) te elektromedicinsku opremu. RIZ – Tvornica odašiljača proizvela je više od 1000 odašiljača velikih snaga dugog, srednjeg i kratkog vala u analognom i digitalnom modu i instalirala ih u 50 zemalja širom svijeta.

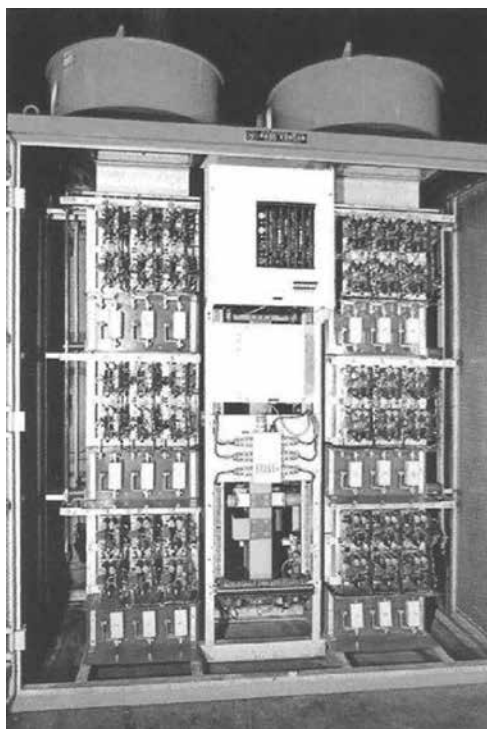
Godine 1968. u suradnji Elektrotehničkog instituta *Rade Končar* i odjela RIZ – Tvornice poluvodiča smještenog u Institutu za fiziku Sveučilišta u Zagrebu izrađeni su pokusni primjerci tzv. sendviča, učinske diode opteretivosti 200 A i 1400 V. Godine 1971. RIZ – Tvornica poluvodiča, kao druga tvornica u Europi, razvila je bipolarni silicijski tranzistor, a u tvornici električne opreme Digitron iz Buja projektiran je i proizveden prvi džepni kalkulator u Europi (stoga ne čudi da je u hrvatskom jeziku naziv *digitron* postao istoznačnicom za



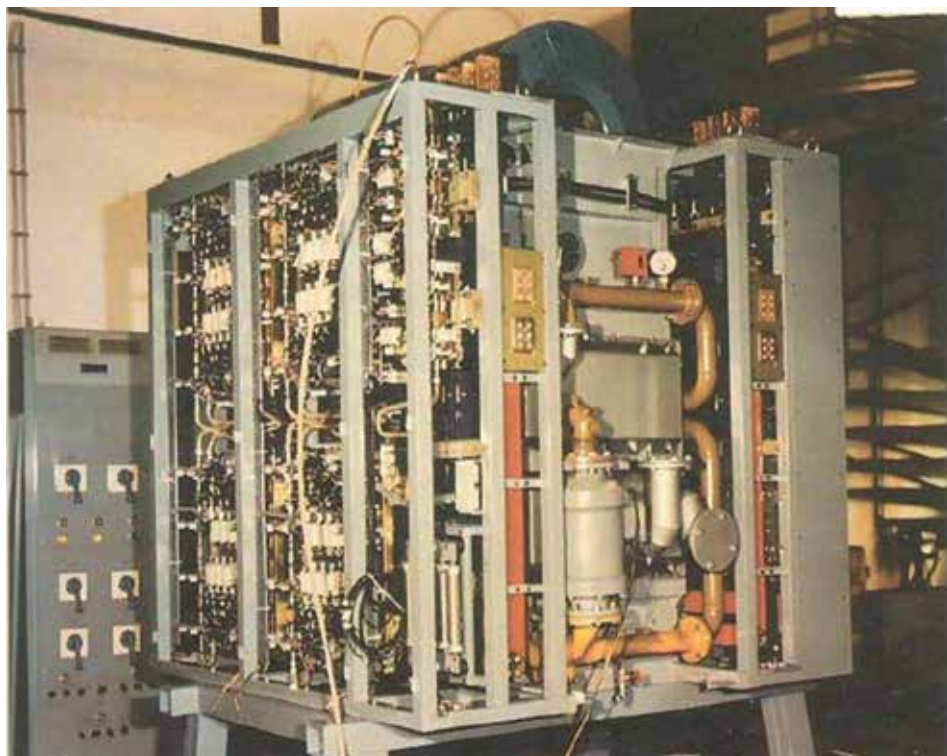
Slika 14.: Punjač akumulatorskih baterija sa živinim ispravljačem; 110 V, 50 A (*Rade Končar*)



Slika 15.: Šestoanodni živini ventili u Željezari Ravne na Koroškem za napajanje četiri valjačka motora snage 660 kW, 1962. (*Rade Končar*)



Slika 16.: Prototip tiristorske uzbude za generatore u HE Đerdap, 1969. (*Rade Končar*)



Slika 17.: Sustav od dvaju tiristorskih ispravljača 880 V/1330 A za napajanje dvaju vučnih motora tiristorske lokomotive, prototip lokomotive dovršen je 1981. (*Rade Končar*)



Slika 18.: Pretvarač s bipolarnim tranzistorima s izoliranom upravljačkom elektrodom (IGBT) za napajanje vučnih motora elektromotornog vlaka

kalkulator). Godine 1986. procesiran je poluvodički grijači element koji je u Velikoj Britaniji uvršten među 25 najboljih proizvoda u 2000. godini.

Od 1952. do 1968. u Poduzeću *Rade Končar* (Končar – INEM) proizvodili su se živini ispravljački ventili za ispravljačke elektrovučne stanice i regulirane elektromotorne pogone na bazi vlastitog razvoja (profesor Zlatko Plenković, 1917. – 2003.). Razvijeni su troanodni (1952.; 60 A, 110 V), šestoanodni (1961.; 600 A, 800 V) i jednoanodni (1965.; 350 A, 1200 V) živini ventili. Pojavom komercijalnih poluvodičkih učinskih ventila šezdesetih godina i komercijalnih integriranih sklopova sedamdesetih godina formirana je (u tvornici *Končar* – INEM), prvo na bazi vlastitog razvoja, a poslije korištenjem licencije švedske tvornice ASEA, respektabilna proizvodnja industrijske elektronike, učinske elektronike i procesnih informacijskih sustava (oko 800 radnika). Posebice je bila značajna proizvodnja učinske elektronike: statičkih stabilizatora napona i frekvencije (od 1969.), sustava za neprekinuto napajanje istosmjernim (od 1969.) i izmjeničnim naponom (od 1976.), tiristorskih sustava uzbude sinkronih generatora (od 1970.), reguliranih istosmjernih (od 1971.) i izmjeničnih elektromotornih pogona (od 1979.), elektroničkih pretvarača za električne lokomotive i vlakove (od 1971.) te uređaja za tonfrekvencijsko upravljanje (od 1978.). Od procesnih informacijskih sustava isporučeni su, primjerice: sustav upravljanja transportom ugljena u TE Plomin (1969.); sustav upravljanja, mjerenja i signalizacije u HE Varaždin (1974.); sustav daljinskog upravljanja tunela Učka te niz digitalnih regulatora napona sinkronih generatora (1993.).

Zaključak

Postavljaju se mnoga pitanja: Zašto se elektroindustrijska proizvodnja prepolovila u samo deset godina, od 1990. do 2000. godine? Zašto se u prvom desetljeću XXI. stoljeća, od 2000. do otprilike 2010. godine, opet prepolovila? Zašto od 1976. godine u Hrvatskoj nije utemeljena niti jedna nova značajnija proizvodnja? Zašto tehnička inteligencija nije uspjela inovirati postojeće proizvodnje? Zašto su tehnički fakulteti šutke promatrali drastično opadanje proizvodnje?

Odgovor treba sigurno tražiti u društveno-političkim prilikama tog vremena. U razgovoru s kolegama više puta sam čuo mišljenje da mi nismo sposobni upravljati tvornicama, da moramo sve privatizirati i dati tvornice na upravljanje strancima.

Ja, osobno, propadanje elektroproizvodnje doživljam kao negaciju svojeg 48-godišnjeg rada, 30 godina u *Končaru* i 18 godina na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu.

Literatura

- [1] Bahtijari S. (ur.) 2009., *60. godina Ericsson Nikola Tesla*, monografija, Ericsson Nikola Tesla, Zagreb
- [2] Bego V., Butorac J. (ur.) 1993., *Josip Lončar – život i djelo*, prilozi napisani prigodom svečanog skupa uz 100. obljetnicu rođenja Josipa Lončara, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Elektrotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1993.
- [3] Biljanović P. 2007., *MIPRO – jučer, danas, sutra – Povodom tridesete godišnjice*, MIPRO (μpro), Rijeka, Opatija, Zagreb
- [4] Biljanović P. 2009., *To mogu samo najveći*, infoTrend 175/11/2009., str. 28–29
- [5] Brozović D. (ur.) 2001., *Hrvatska enciklopedija*, 3. svezak, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb
- [6] Jakobović Z. 2000., *Elektronika – temeljni izumi i razvoj*, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb
- [7] Kalea M. 2007., *Električna energija*, Kigen, Zagreb
- [8] Kalea M. 2006., *Prijenos električne energije, što je to?*, Kigen, Zagreb
- [9] Muljević V. 1994., *Razvitak i dostignuća tehničkih područja u Hrvatskoj*, zbornik radova, Središnji odbor za obilježavanje 75. obljetnice tehničkih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
- [10] Muljević V. 1999., *Elektrotehnika – kronologija razvitka u Hrvatskoj*, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb
- [11] Podhorski R., Viličić Ž. (ur.) 1976., *Tehnička enciklopedija*, 5. svezak, Izdanje i naklada Jugoslavenskog leksikografskog zavoda, Zagreb
- [12] Popović B. (ur.) 1987., *Elka – Zagreb, 1927.–1987.*, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb
- [13] Sušec Đ. 2009., *Još dalje ... Dalekovod*, monografija, Dalekovod d. d., Zagreb
- [14] Zenić M. 1995., *Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, Hrvatska elektroprivreda

The Electronics Industry in the 20th Century in Croatia

Zvonko Benčić

Abstract: A list is given of the companies founded, but also dissolved in the 20th century. The important products are then given in individual areas: rotary machines, electric vehicles, transformers, electronic magnets for nuclear research, switch devices and switch machinery, and cables and electronics. At the end of the 20th century, in 1996, the Croatian electronics industry had created products valued at about 1.2 billion USD. In 1998, there were 18,884 employees in the Croatian electronics industry.

Key words: electronics industry, Croatian electronics industry, history of the Croatian electronics industry, field of the Croatian electronics industry

Jadranko Stilinović

A zašto?

Sjećanja na školsku i fakultetsku nastavu fizike (1956. – 1963.)

Sažetak. Nastava fizike u osnovnoškolskom (osam godina) i gimnazijskom (četiri godine) obrazovanju šezdesetih godina XX. st. održavala se tijekom zadnjih šest godina školovanja po dva sata tjedno. Uglavnom je bila riječ o teorijskoj nastavi prema programu definiranom namjenskim udžbenicima. Udjel eksperimentalne nastave, kao i misaono povezivanje matematike i fizike, ovisilo je o svakom nastavniku posebno.

Ključne riječi: školska i fakultetska nastava fizike, simbioza matematike i fizike, odnos teorijske i eksperimentalne nastave

1. Nastava fizike u nižim razredima gimnazije odnosno u osmogodišnjoj školi

Sjećanja na nastavu fizike vraćaju me više od šezdeset godina unazad. Prvi, zbog afirmativnih kazivanja starijih, željno očekivani susret zbio se početkom školske godine 1956./1957.

Novi predmet zasjenio je činjenicu da je moja generacija, nakon prethodno završenog II. razreda II. muške gimnazije u Križanićevoj ulici 4 (zapadni ulaz)¹,

¹Uz dvodijelnu dvoranu (dva košarkaška igrališta) bila je i dvorana za veslanje (bazen za red vesala s optočnim kanalom). Što je s veslanjem danas ne znam, ali postoje indicije da je fizikalni kabinet rashodovan jer u jezičnoj gimnaziji nije nužan!?



Slika 1.: Zgrada gimnazije u Križanićevoj ulici u Zagrebu (1932.)

uskočila odmah u VII. razred osmoljetke. Novi ulaz (istočni) iste zgrade, djelomično novi nastavnici, identične učionice, ali orijentirane prema istoku.

Nastavnica matematike došla je zajedno s nama s tim da je uz matematiku sad predavala i fiziku. Vremešna gospođa starog kova inzistirala je na oslovljavanju “drugarice profesorice” umjesto učenički skraćenog samo “drugarice”.

Fizika bez matematike, normalno, ne može, iako to kod prvih pojmova i sličica tako ne izgleda. Ta, u nastavku nužna simbioza, u početku nije bila previše uspješna. Matematike se sjećam, ali fizike ne.

Početak VIII. razreda osmoljetke donio je novu promjenu. Iz dvaju paralelnih razreda stvorena su tri. Nova nastavnica također je predavala i matematiku i fiziku. Ne sjećam se nastave, nego samo podatka da je imala dvije kćeri od kojih je jedna bila našeg uzrasta pa se i prema nama majčinski odnosila. Od nužne simbioze matematike i fizike ništa.

Međutim, novi predmet – kemija – i novi nastavnik (u crnoj kuti!), autoritativni Dinko Klarić (još k tomu i razrednik), te pokuši u malom školskom kemijskom kabinetu, pa čak eksperimenti i kao domaći zadaci, utjecali su znatno na početno formiranje životnog usmjerenja. Vidjeli smo uživo (izdvajam po sjećanju):

- elektrolizu vode (ujedno i način proizvodnje vodika)
- provjeravali promjene lakmus-papira na poznatim kemikalijama (a zatim utvrđivali kiselost odnosno lužnatost nama nepoznatih kemikalija)
- dokazivali mjerenjem da plin (čitaj: zrak) ima težinu (danas masu!).

Kod kuće smo provjeravali razlike u topivosti šećera i kuhinjske soli zbog promjene temperature vode. Činilo se da je kemija konačan izbor kao životni poziv.

2. Nastava fizike u gimnaziji i na fakultetu

2.1. Predavanja iz fizike u gimnaziji

Rujan 1958. Povratak u II. mušku gimnaziju koja će se vrlo brzo nazvati Gimnazija *Braće Ribar*. I nova profesorica predaje oba spominjana predmeta, i matematiku i fiziku, ali opet bez sve potrebniije simbioze. Krupna osoba relativno visoka rasta, s dosta godina na leđima, teško se dizala od katedre. Propagirala je časopis Matematičko-fizički list (MFL) i najavljivala natjecanja iz fizike. Sjećanja su blijeda. MFL smo kupovali (najbolje su bile matematičko-fizičke križaljke), na natjecanja nismo išli. Nije ostalo nešto što bi se moglo ponijeti u budućnost.

Uz prethodne opservacije o blijedim sjećanjima na nastavu fizike važno je dodati kako su i jedna i druga škola imale (ovdje je naglasak na riječi “imale”) na raspolaganju zajednički fizikalni kabinet. Zgrada je izgrađena početkom tridesetih godina prošlog stoljeća i opremljena po uzoru na prethodno završeni objekt Mudroslovnog fakulteta, danas Prirodoslovno-matematičkog fakulteta na Marulićevu trgu.

Približavala se matura. U naš je život koncem ljeta 1960. ušla profesorica Doris Žeželj. Naočita dama, iskusna nastavnica, vrsna predavačica, prava dalmatinska tigrica. Vrlo je brzo *rasturila* sve naše zablude o fizici kao manje važnoj stvari u životu. Pomalo kreštavi glas vrlo je lako uvodio red i disciplinu (čitaj: tišinu) pri objašnjavanju Newtonovih kolobara ili pravila “desne ruke”. No, odlična tumačenja i slike crtane rukom na dvjema školskim pločama (koloturje!) u tad još postojećem fizikalnom kabinetu, samo su jedna strana medalje.

Ispitivanja su bila *teatar strave* za tridesetak pognutih glava, da se po mogućnosti izbjegne ubojito pronicljiv pogled kojim je čitala (ne)znanje iz očiju osuđenika na neumitnu propast. I kad bi koji od onih iz vodeće ekipe *štrebera* uspio skovati kakav suvisli odgovor, slijedio je grom: “A zašto?”

Sve znanje pabirčeno tijekom protekle četiri godine traljave nastave fizike pretvaralo se trenutačno u rukohvat pijeska koji je nezaustavljivo curio kroz prste. Mogli su proći isključivo brzo misleći dovitljivci jer su iza prvog riješenog Zašto?, ovisno o prilikama odnosno temi, u pravilu stizali novi.

Rezultat: Od trideset abiturijenata iz IV. c razreda školske godine 1961./1962. jedna je djevojka upisala elektrotehniku, a dvojica mladića strojarstvo i sve je troje uredno diplomiralo. Anice Čepelnik i Ivice Bertalana, nažalost, više nema među nama.



Slika 2.: Maturanti IV. c s razrednikom Mihovилоm Lovrićem (sasvim desno) na Bledu u travnju 1962. Na slici su: Miljenko Holik (sjedi na ogradbi), Ivo Karadole (sjedi ispod njega), Marina Baričević, Davorin Kuhar (sjedi na podu), Katica Brkljačić (stoji), Valerija Mikulić, Nikola Ugri-nović (sjedi na podu), Vesna Bakran (stoji), Jasna Birtić (čuči), gošća iz Austrije (stoji) uz svoju sestričnu Ingu Hores, Marijana Krsnik (čuči), Vesna Simić, Vinko Borić (ispod nje), Ivica Bertalan (sjedi na podu), Darko Tudjina, Mirna Sirotić i Pavao Samardžić (stoje), Jadranko Stilinović s Jasninim tranzistorom (čuči) i profesor Lovrić.

2.2. Predavanja iz fizike profesora Lopašića (na fakultetu)

S fizikom kao fundamentalnom znanošću, međutim, nije bilo gotovo. Ali, tad je to već bio užitak. Legendarni, približno dva metra visok, profesor Vatroslav Lopašić s Elektrotehničkog fakulteta strojarima je, koristeći dugu katedru u velikoj dvorani (300 mjesta) tadašnjeg *A(rhitektura) G(radevina) G(eodezija)* fakulteta, zorno tumačio fiziku s pomoću pamtljivih eksperimenata.

Za razliku od drugih profesora, uz iznimku gostujućeg Frana Bošnjakovića (fakultativna uskrсна predavanja Odabrana poglavlja termodinamike), ta su predavanja, sjedeći u bijelim kutama u prvom redu, pratili svi njegovi suradnici sa Zavoda/Katedre za fiziku. Jedan od njih, u to vrijeme aktivan hokejaš *Medveščaka*, došao je čak i s nogom u gipsu.

2.3. Upečatljivi pokusi profesora Lopašića

Jasno da bi kod tumačenja pojave topljenja leda pod velikim tlakom, koja omogućuje klizanje (zato klizaljke imaju oštro brušene rubove), profesor Lopašić pogled usmjerio na asistenta – hokejaša Đurića.



Slika 3.: Dio IV. c zadnjeg dana škole, 15. svibnja 1962. Odozgo prema dolje ili slijeva nadesno: Nikola Ugrinović, Miljenko Holik, Pavao Samardžić, Zdravko Miškulin, Jasna Birtić, Davorin Kuhar, Marijana Krsnik, Vinko Borić; Ivo Karadole, Valerija Mikulić, Mirjana Meznarić, Mariza Gršković, Renata Wottova, Jadranko Stilinović, Marina Baričević.

Djelovanje sila akcije i reakcije prispodobljeno je igračkom s kotačićima. Spremnik je bio napunjen plinom koji se inicijalno palio svjećicom iz benzin-skog motora. Zbog nagle ekspanzije zapaljenog plina, kolica su se otkotrljala niz spomenutu katedru, a brtveni je čep/poklopac odletio na suprotnu stranu. Pokus je, naravno, popraćen praskom.

Kako su se predavanja iz fizike održavala u jutarnjim satima (7:15 – 8:45), gospodin Lopašić se nakon pokusa uljudno ispričao svim mladim kolegama koje je taj “Bum!” – probudio.

Osobno me očarao pokus kojim je preko zvučnika preneseni šum nastao *prestrojavanjem* elementarnih magneta prilikom promjene magnetskog polja. Da sam i nakon nekoliko selidbi uspio zadržati profesorova skripta, oplemenio bih ovaj tekst pripadnom shemom.

2.4. Obustava predavanja iz fizike na Strojarsko-brodograđevnom fakultetu

A onda jedno kasno proljetno jutro 1963. Dočekala nas je prazna katedra, dotad uvijek pretrpana raznim laboratorijskim uređajima i aparaturama za provođenje eksperimentalne nastave. Predavanje je bilo kratko. Profesor Lopašić



Slika 4.: Profesorica Doris Žeželj (desno) s diplomiranom pravnicom Dragicom Jaklič (lijevo) na proslavi 12. godišnjice mature u Esplanadi (1974.)



Slika 5.: IV. c četrdeset godina nakon mature (2002.). Gornji red slijeva nadesno: Darko Tudina, Marijana Krsnik, Jadranko Stilinović, Ivo Karadole, Nikola Ugrinović, Vinko Borić, Ivica Bertalan, Zdravko Miškulin, Katica Brkljačić. Donji red: Ljiljana Klinovski, Renata Wottova, Mirjana Meznarić, Valerija Mikulić, Mirna Sirotić, Vladimir Zidar.

je, s tugom u glasu, objasnio da se oprema fizikalnog laboratorija seli u novu zgradu Elektrotehničkog fakulteta.

Zato se Fizika II. te godine mogla polagati u izvanrednom roku krajem svibnja, prije službenog završetka semestra. Ako je suditi po vlastitom iskustvu, studenti koji su prihvatili pruženu ruku honorirani su ocjenom više. U nastavku studija više nije bilo fizike. **A zašto?** Pa sve u strojarstvu je fizika.

Why?

Memories of school and university physics classes

Jadranko Stilinović

Abstract: In the sixties of the 20th century, physics classes were held twice a week in the last 6 years of school education (grammar school 8 years, secondary school 4 years). It was mainly theoretical tuition as per the plan specified in school books. The share of experimental tuition and contemplative correlation between mathematics and physics depended on individual teachers.

Key words: school and university physics classes, symbiosis of mathematics and physics, relationship between theoretical and experimental tuition

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 svibnju 2017.