

130 *godina* **Krka i Hrvatska za povijest svijeta**



130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

130 godina

Krka

i Hrvatska

za povijest

svijeta

Nakladnici

**Hrvatski ogranak Međunarodnog vijeća za
velike elektroenergetske sustave – CIGRE**

HEP – Proizvodnja d.o.o.

Za nakladnike

Vice Oršulić, dipl. ing.

Šime Šimurina, dipl. ing.

Urednik

nasl. doc. dr. sc. **Goran Slipac**

Autori tekstova

Marija Čulina Rapo, dipl. ing.

doc. dr. sc. **Jadranka Polović**

nasl. doc. dr. sc. **Goran Slipac**

Ivančica Somođi, dipl. ing.

nasl. izv. prof. dr. sc. **Marija Šiško Kuliš**

prof. dr. sc. **Darko Žubrinić**

Maja Žunić, bacc. admin. publ.

Suradnici

**Mate Grgas Bile, Davor Gaurina, Antonio Karaga, Goran Laušić, Krunoslav Letić,
Marko Mazalin, Ivka Petković, Sanimir Sarić, Katarina Šošić, Joško Zaninović,
Nataša Zaninović, Duje Veža, Danijel Vukelić i Hrvoje Žura.**

Recenzenti

mr. sc. **Robert Krklec**

prof. dr. sc. **Dubravko Sabolić**

Lektura i redaktura

Đurđa Sušec, novinar–urednik

Fotografije

mr. sc. **Željko Krnčević**

Zlatko Ibrahimović

mag. art. **Luka Gusić**

Design&Layout

mag. art. **Luka Gusić**

Tisak

Sveučilišna tiskara d.o.o., Zagreb

Naklada

1300 primjeraka

CIP zapis dostupan je u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001283777.

ISBN 978-953-8041-10-5

Studen 2025. godine, Zagreb, Hrvatska

130 *godina* **Krka i Hrvatska za povijest svijeta**



IHEPPROIZVODNJA

Zagreb, 2025.



HE Jaruga danas

Sadržaj

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Monografija 130 godina — *Krka* i Hrvatska za povijest svijeta

9

Riječ urednika

10

Predgovor

12

POVIJESNA RAZGLEDNICA

Austrijsko carstvo, Dvojna monarhija, Trojedna kraljevina

17

Austro–Ugarska Monarhija u europskom prostoru, vrlo utjecajna,
iznimno složena državna tvorevina

19

Trojedna Kraljevina (Hrvatska, Slavonija i Dalmacija) unutar
Austro–Ugarske Monarhije, snalaženje između Beča i Pešte

30

Socijalne i političke posljedice gospodarskog razvoja, višeznačni
utjecaji industrijalizacije

46

ELEKTROTEHNIČKA RAZGLEDNICA

Tehničke inovacije i pronalasci, istosmjerna pa izmjenična
električna struja, višefazni trofazni prijenos za elektrifikaciju svijeta

59

Razvoj elektrotehnike u svijetu, Europi i Hrvatskoj
krajem XIX. stoljeća

61

Elektrifikacija u pojedinim krajevima Hrvatske

88

Prirodne znanosti u Hrvatskoj i doprinos hrvatskih znanstvenika
svjetskoj i hrvatskoj tehničkoj baštini do XIX. stoljeća

102

RAZGLEDNICA NIKOLA TESLA

Nikola Tesla i njegov utjecaj na elektrifikaciju Hrvatske

125

Nikola Tesla i njegov utjecaj na elektrifikaciju Hrvatske

127

RAZGLEDNICA HIDROELEKTRANA KRKE I JARUGE

Vrijeme izgradnje, proizvodnje, dogradnje, revitalizacije

167

Izgradnja hidroelektrana Krke i Jaruge

169

Rekonstrukcije HE Jaruga za produljenje životnog vijeka
postrojenja

209

VIZIONARSKA RAZGLEDNICA

Politička mudrost, tehničko znanje, financijski kapital

247

Graditelji hidroelektrane Krka, otrgnuti zaboravu

249

Ante vitez Šupuk

250

Luigi (Vjekoslav) Meichsner

267

POGOVOR

287



Monografija 130 godina

— Krka i Hrvatska za povijest svijeta

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Dana 28. kolovoza 1895. električna energija proizvedena na ovom mjestu prenesena je do grada Šibenika, gdje je preko šest transformatora napajala veći broj uličnih svjetiljki. Taj sustav proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije jedan je od prvih cjelovitih višefaznih izmjeničnih sustava u svijetu i ostao je u pogonu sve do Prvog svjetskog rata.

Ovaj se tekst nalazi na ploči postavljenoj na ostacima hidroelektrane Krka, 2013. godine, kojom je zabilježeno da je međunarodna organizacija Institut inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE) elektroenergetski sustav Krka – Šibenik iz 1895. uvrstila na popis povijesno važnih inženjerskih iskoraka u svijetu (IEEE Milestone program). Pet godina kasnije hidroelektrana Miljacka uvrštena je u svjetski Hydro Hall of Fame čime je ušla u probrano društvo hidroelektrana koje su u pogonu dulje od sto godina, a predstavljaju »važnu energetsku, industrijsku i kulturnu baštinu te unikatnu posebnost«.

Ova su dva detalja jasan pokazatelj da je Hrvatska na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće bila ukorak s najnaprednijim inženjerskim ostvarenjima na području elektrotehnike u Europi i svijetu, kao i to da je vrijednost i veličinu pothvata hrvatskih poduzetnika i graditelja prepoznala struka na međunarodnoj razini. Oni nas ujedno snažno obvezuju da i mi sami održavamo i njegujemo sjećanje na ranu povijest hrvatske elektroenergetike. Upravo je 130. obljetnica elektroenergetskog sustava Krka – Šibenik prigoda da se to razdoblje hrvatske tehnike, gospodarstva i društva dodatno istraži i valorizira na način koji to zaslužuje. U tom je smislu objava ove monografije središnji događaj memoriranja tog svjetski važnog povijesnog iskoraka u jubilarnoj 2025. godini.

Nije nam međutim cilj progovoriti o povijesti samo radi nje same. Želja nam je u tim vrhunskim inženjerskim dostignućima pronaći inspiraciju za suočavanje s najvećim izazovom današnjice, tranzicijom prema ugljično neutralnom gospodarstvu kao odgovoru na klimatske promjene. Povećanje udjela obnovljivih izvora energije, jačanje mreže i digitalizacija elektroenergetskog sustava najvažniji su koraci na tom putu. Nadamo se da će neki budući istraživači povijesti hrvatske elektroenergetike utvrditi da smo bili dorasli izazovu, da smo kao i davne 1895. godine bili ukorak sa svijetom.

Vice Oršulić, dipl.ing.el.,
predsjednik HRO CIGRE, predsjednik Uprave HEP-a d.d.





Bogata je hrvatska elektrotehnička baština, počevši od XVI. stoljeća. Imali su tada Hrvati puno toga za dati svijetu i svom narodu. Ponekad se čini da su hrvatska postignuća skromna, ali to je zato što se tom dijelu povijesti puno godina nije mogla, ili nije smjela, posvetiti dužna pozornost. Zato danas imamo prigodu, napose i obvezu, ispraviti tu nepravdu prema našim sunarodnjacima i kolegama i na *svjetlu dana* prikazati njihova postignuća. Konačno, to bi trebala biti zadaća svakog inženjera elektrotehnike, jer na taj način oblikujemo svoj identitet u *moru* sličnih, ali ne i jednakih. Svoju struku i znanost gradili smo »na stijenici«, a dokaz za to je i projekt izgradnje Hidroelektrane Krka, odnosno projekt izgradnje elektroenergetskog sustava koji se sastojao od proizvodnog, prijenosnog i distribucijskog dijela. U ta vremena, a kažu da vremena nisu teška nego su teški ljudi, malo je tko razumio o čemu je u tom projektu riječ, a još manje se davala potpora naporima gradonačelnika i glavnog inženjera. Električna energija značila je revoluciju u energetici tih dana ili godina. Trebalo je smoci snage odbaciti, tada, postojeći »energetski sustav« i prihvatiti novi. Okolnosti su bile zahtjevne, počevši od gradske ili općinske uprave ili austrougarske vojske, koja je za potrebe vođenja rata demontirala hidroelektranu!!! Ima li u svijetu sličan primjer? A tek su uslijedila teška vremena. Ipak, hrvatski čovjek ne odustaje i ne posustaje. Rezultati su i danas vidljivi i stoga objavljujemo ovu Monografiju kojom svjedočimo, i podsjećamo, na vrijeme kada je Hrvatska bila predvodnik naprednih zamisli i kao takva uvrštena u elektrotehnički atlas svijeta.

Veliku zahvalnost dugujemo autorima tekstova, lektorici i redaktorici, grafičkom uredniku kao i svim suradnicima koji su, u iznimno kratkom raspoloživom vremenu, svojim znanjem, istraživanjima i dokumentima pridonijeli da ova Monografija dopre do čitatelja. Posebnu zahvalnost iskazujemo prema ustanovama i organizacijama koje su nam ustupile bogatu arhivu, koja je uvelike obogatila ovu Monografiju. To su:

Državni arhiv u Šibeniku,
Gradska knjižnica »Juraj Šižgorić« u Šibeniku,
Gradski muzej u Drnišu,
Hrvatski državni arhiv u Zagrebu,
Matica Hrvatska u Zagrebu,
Muzej grada Šibenika,
Nacionalni park Krka,

Športsko ribolovno društvo »Krka« u Kninu,
 Turistička zajednica Grada Skradina,
 Znanstvena knjižnica Sveučilišta u Zadru,
 Hrvatska elektroprivreda d.d. - Uredništvo HEP Vjesnika te
 HEP Proizvodnja d.o.o.

Također zahvaljujemo pokojnom dr. sc. Petru Javoru, docentu Zavoda za primijenjenu matematiku Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu na darovanom primjerku Spomenice, koja sadrži članak [Scott 1929], kao i direktoru pogona GHE Miljacka Anti Pušiću, na velikoj pomoći pri izradi Monografije. Posebnu zahvalnost dugujemo obitelji Šupuk koja nam je omogućila uvid u obiteljsku arhivsku građu i time u velikoj mjeri obogatila Monografiju.

Svim spomenutima na ovom mjestu iskazujemo zahvalu za veliki doprinos u izradi Monografije koja, naglašavamo, nije završetak nego početak istraživanja naše iznimno bogate elektrotehničke i kulturne baštine.

Goran Slipac
 urednik Monografije

Pred vama je Monografija, koju izdajemo u godini velike obljetnice — 130. godišnjice prvog cjelovitog sustava proizvodnje, prijenosa i distribucije izmjenične električne energije, prvog suvremenog elektroenergetskog sustava i 130 godina elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj.

Monografija je podsjetnik na događaje krajem XIX. stoljeća, kada je Hrvatska u Šibeniku među prvima u svijetu *zakoračila* u *neslućeni svijet električne energije*. To nije bilo slučajno, jer na višestoljetnom putu elektrotehničke misli, među onima koji su unaprijedili ljudsko znanje mnogi su znameniti hrvatski izumitelji i znanstvenici. Ponajprije Nikola Tesla, rođen u Smiljanu, koji je jedan od najzaslužnijih ljudi za razvoj ljudske civilizacije. On je, uvođenjem u uporabu izmjenične električne energije, omogućio najveću i najvrijedniju civilizacijsku preobrazbu.

Među brojnim velikanima elektrotehničke misli o kojima pišemo u ovoj Monografiji, stoje i graditelji izmjeničnog sustava Krka–Šibenik. To je bio dalmatinski zastupnik u Carevinskom vijeću u Beču Ante vitez Šupuk, šibenski *gradonačelnik svjetlosti* — kako su ga s pravom nazvali njegovi sugrađani — odvažni vizionar koji je svladao strah ljudi od *opasne novotarije*, ali i financijskog rizika. Potom Vjekoslav Meichsner, gradski namjernik i gradski vijećnik, inovativni poduzetnik i građevinski inženjer, kojeg su Šibenčani zvali *poduzetnikom instalacije svjetlosti i električne sile*. Ne samo zato što je pripremio projektne planove, nego je bio organizator i tehnički izvoditelj pothvata gradnje prve električne mreže za rasvjetu grada Šibenika. Bio je i osnivač prvog elektroprivrednog poduzeća u Hrvatskoj, koje je obuhvatilo proizvodnju električne energije u Hidroelektrani Krka, njen prijenos dalekovodom i razdjelnu mrežu u gradu Šibeniku.

Premda se Šibenik u to vrijeme nalazio u rubnom dijelu europskih i hrvatskih društvenih i gospodarskih zbivanja i ničim nije podsjećao na grad nova vremena, tamo je *zakucalo srce* suvremenog elektroenergetskog sustava. Naime, strojevi Hidroelektrane Krka su oko dvadesete ure i dvadeset časaka 28. kolovoza 1895. godine poslali u mrežu od čak 360 stupova električnu energiju za razdjelnu mrežu Šibenika i javnu rasvjetu grada. Poznatija i u svijetu priznatija hidroelektrana *Niagara Adams Power Plant Transformer House* za proizvodnju izmjenične električne struje na Niagarinim slapovima, započela je proizvodnju samo dva dana prije naše *Krke*, ali prvi manji

prijenos električne energije do 30 kilometara udaljenog grada Buffala dogodio se tek u studenom 1896., a veći prijenos u Kanadu tek 1910. godine. Nedvojbeno je tko je bio prvi sa cjelovitim elektroenergetskim sustavom.

Ovom Monografijom o prošlosti — Projektom o Projektu — želimo podsjetiti gdje smo bili i jesmo li danas dostojni baštinici hrvatskih vizionara iz 1895. godine u području elektroenergetike.

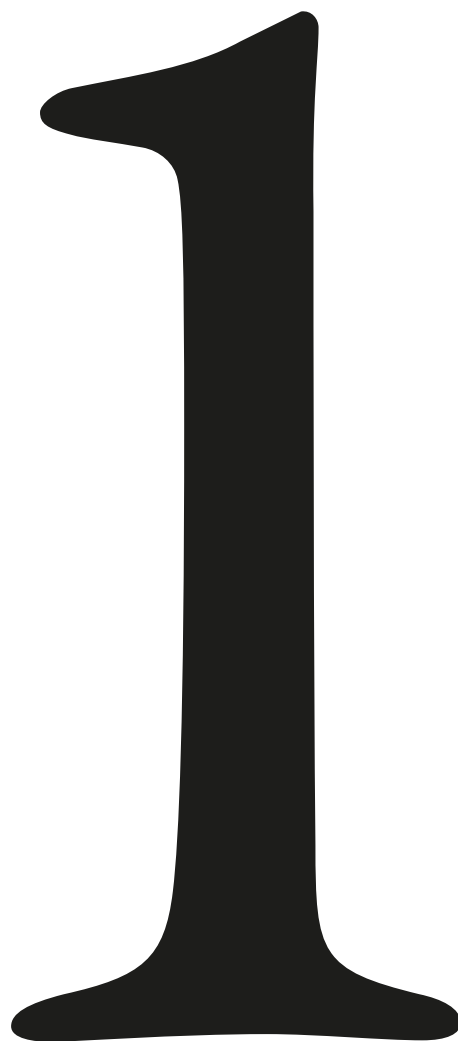




POVIJESNA RAZGLEDNICA
Austrijsko carstvo, Dvojna monarhija,
Trojedna kraljevina

Jadranka Polović

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta





Austro–Ugarska Monarhija u europskom prostoru, vrlo utjecajna, iznimno složena državna tvorevina

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Austro–Ugarska Monarhija, kao dualistički ustrojena državna zajednica nastala Austro–ugarskom nagodbom 1867. godine, snažno je obilježila povijest Europe sve do raspada Monarhije 1918. godine. Nasljednica je Habsburške Monarhije, političkog entiteta koji je od kasnog srednjeg vijeka imao dubok i trajan utjecaj na politički, društveni i kulturni razvoj srednjoistočne Europe. Tijekom stoljeća, dinastija Habsburg učvrstila je svoju vlast te postala jedan od najvažnijih političkih i vojnih čimbenika na europskom kontinentu.

Za razliku od nacionalno homogenih država koje su oblikovane u Europi tijekom XIX. stoljeća, Austro–Ugarska nije bila jedinstvena nacionalna država, već složen višenacionalni i višekonfesionalni politički entitet. Struktura Monarhije bila je iznimno heterogena, obilježena znatnom teritorijalnom i pravnom raznolikošću. Upravni model temeljio se na dinastičkoj uniji više zemalja povezanih osobom vladara iz habsburške loze, a ne na jedinstvenoj političkoj volji naroda. Pojedine zemlje unutar Monarhije, uključujući Austriju, Češku, Ugarsku i Hrvatsku, zadržavale su vlastite zakone, upravne sustave, a često i porezne strukture. Stupanj centralizacije vlasti bio je ograničen, posebice u ugarsko–hrvatskom dijelu Monarhije, gdje su se očuvale tradicionalne staleške institucije i određena razina unutrašnje autonomije.

Obrana od Osmanlija, revolucionarni pokreti, gospodarska kriza, demografske i gospodarske promjene — prijelaz iz tradicionalnog u suvremeno društvo

Naime, prijelomnica u procesu konsolidacije habsburške vlasti na prostoru srednjoistočne Europe dogodila se 1526. godine, kada je pogibijom kralja Ludovika II. Jagelovića u bitci kod Mohača slomljena samostalna ugarsko–hrvatska dinastija Jagelovića. Na temelju prethodnih dinastičkih ugovora i prava nasljeđivanja, za kraljeve Ugarske i Hrvatske potom su bili izabrani Habsburgovci, čime su

uspostavili legitimitet svoje vlasti na tim prostorima¹. Oblikovanje Habsburške Monarhije kao regionalne sile odvijalo se u specifičnom geopolitičkom kontekstu sveprisutnog osmanskog osvajanja. Tijekom XVI. i XVII., stoljeća, politička i vojna strategija Habsburgovaca primarno je bila usmjerena na obranu srednjoeuropskog prostora od prodora Osmanlija, čime je Monarhija preuzela ulogu ključnog obrambenog čimbenika europskog kontinenta. Kulminacija tog razdoblja dogodila se tijekom Velikog bečkog rata (1683. – 1699.) koji je bio okončan sklapanjem Karlovačkog mira. Potpisali su ga predstavnici Svete lige (Habsburška Monarhija, Mletačka Republika, Poljska, Rusija) i Osmanskoga Carstva. Karlovačkim mirom bio je okončan i rat započet pohodom velikoga vezira Kara Mustafa–paše na Beč, 1683. godine. Tim je mirovnim sporazumom Osmansko Carstvo potisnuto iz središnjeg Podunavlja do tokova rijeka Save i Une, nakon čega je Habsburška Monarhija proširila svoju vlast na cijelu Ugarsku i Transilvaniju te na područja današnje Slavonije, Srijema, Vojvodine kao i na dijelove Bosne².

Razdoblje kasnog XVIII. i ranog XIX. stoljeća obilježeno je dubokim političkim, gospodarskim i društvenim promjenama na cijelom europskom prostoru, a snažno su utjecale i na razvoj Habsburške Monarhije. Napoleonski ratovi i revolucionarne zamisli proizašle iz Francuske revolucije ostavile su dubok trag na strukturu i političku dinamiku Monarhije, potičući zahtjeve za reformama unutar njenih granica. Već u drugoj polovici četrdesetih godina XIX. stoljeća, Habsburška Monarhija suočila se s ozbiljnom gospodarskom krizom (1845.–1847.), koja je prouzročila nagli pad proizvodnje, porast nezaposlenosti i socijalnog raslojavanja. Spomenuta kriza, koja je utjecala na sve sektore gospodarstva, djelovala je kao katalizator društvenih napetosti i pripremila uvjete za revoluciju 1848. godine. Revolucionarni val započet u Beču vrlo se brzo proširio i na ostale dijelove Monarhije, mobilizirajući široke slojeve stanovništva — od Mađara i Talijana, preko Slovenaca, Hrvata, Čeha i Srba u južnoj Ugarskoj, do Rumunja u Transilvaniji.

Zahtjevi revolucionarnih pokreta imali su zajedničke ideološke okvire: ukidanje ostataka feudalnog poretka, nacionalna emancipacija i uspostava demokratskih ustanova. Te su težnje jasno pokazale krhkost tadašnjeg imperijalnog sustava, koji je sve teže uspijevao pomiriti različite nacionalne, socijalne i političke interese unutar jedne političke cjeline³.

¹ Rothenberg, G. E. (1960). *The Austrian Military Border in Croatia, 1522–1747*, University of Illinois under the auspices of the Graduate School.

² Informator (2020). *Vremeplov: Karlovački mir — 26.siječnja 1699.*, dostupno na <https://informator.hr/strucni-clanci-vremeplov/vremeplov-karlovacki-mir-26-sijecnja-1699>, pristup 28.6.2025.

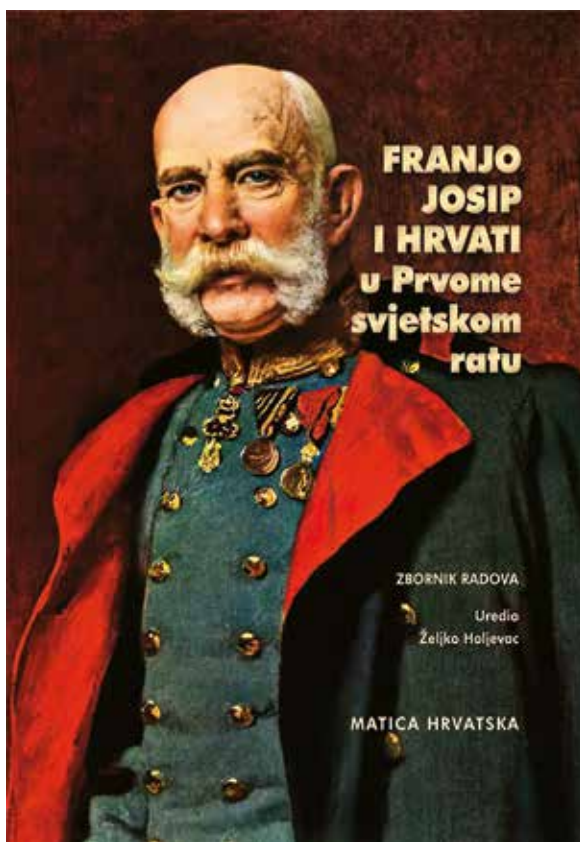
³ Više vidjeti u Kann R. A. (1974). *A History of the Habsburg Empire, 1526–1918*. Berkeley: University of California Press.

U drugoj polovici XIX. stoljeća, a osobito nakon uspostave Austro–Ugarske Monarhije 1867. godine, događaju se značajne demografske i gospodarske promjene koje dodatno mijenjaju društvenu strukturu. Procesi deagrarijacije i ubrzane urbanizacije, potaknuti razvojem industrije, infrastrukture i trgovine, mijenjaju ekonomsko i nacionalno obličje gradova diljem Monarhije. Sve izraženiji migracijski tokovi iz ruralnih u urbane sredine, zajedno s pojavom suvremene radničke klase, pridonose stvaranju novog oblika urbane zajednice, ali istodobno i novih oblika društvenih napetosti tijekom prijelaza iz tradicionalnog u suvremeno društvo.

Još od sredine XVIII. stoljeća, pod vladavinom carice Marije Terezije i njena sina Josipa II., Habsburška Monarhija započela je razdoblje intenzivnog osuvremenjivanja i centralizacije. Provedba prosvjetiteljskih reformi obuhvaćala je brojne institucionalne mjere: racionalizaciju poreznog sustava, stvaranje profesionalizirane državne birokracije te uvođenje općeg i obveznog školstva. Premda su spomenute reforme rezultirale dugoročnim učincima u stabilizaciji i funkcionalnosti državnog aparata, njihova je provedba često nailazila na snažan otpor lokalnog plemstva i crkvenih institucija, što je ograničilo njihov domet u perifernim područjima Monarhije.

Za razliku od drugih velikih europskih sila toga doba, poput Ujedinjenog Kraljevstva, Francuske ili Nizozemske, Habsburška Monarhija nije raspolagala prekomorskim kolonijama koje bi služile kao izvor sirovina, tržišta i geopolitičkog širenja. Odsustvo kolonijalnog imperija usmjerilo je dinastiju prema unutrašnjoj konsolidaciji te dominaciji unutar europskog kontinenta. Premda je politička moć habsburške dinastije znatno oslabila nakon sklapanja Austro–ugarske nagodbe 1867. godine, očuvanje statusa europske velesile ostalo je jednim od glavnih ciljeva Franje Josipa I., koji se u povijesnoj i političkoj literaturi često opisuje kao simbol reformizma u kasnom razdoblju Monarhije⁴.

Osobito značajan pokazatelj razine osuvremenjivanja unutar Austro–Ugarske Monarhije jest stupanj industrijalizacije, koji je bio iznimno



Izd. Matica hrvatska, Zagreb, 2019., Vijenac 695

⁴ Suppan, A. (2015). *Je li Austro–Ugarska bila osuđena na propast?* Zagreb, Hrvatski institut za povijest.

neravnomjerno raspoređen među njenim sastavnicama. Najrazvijenija industrijska regija bila je zapadna zona austrijskog dijela Monarhije — prvenstveno Češke zemlje (Bohemija i Moravska), kao i unutrašnja Austrija. U tim se područjima industrijski razvoj približavao razinama u industrijski razvijenim državama Zapadne Europe. U sektorima poput tekstilne i strojarke industrije, a kasnije i kemijske te energetske proizvodnje, postignuti su visoki standardi tehnologije i produktivnosti, usporedivi s onima u Francuskoj, Nizozemskoj ili Švedskoj. Unatoč prehrambenoj ovisnosti austrijskog i češkog prostora o agrarnoj proizvodnji u Ugarskoj, te su regije također razvile snažan i prepoznatljiv prehrambeni i prerađivački sektor. Postupno su austrijske pivovare i šećerane u češko–moravskom području stekle ugled kvalitete i konkurentnosti na svjetskom tržištu. Kako navodi austrijski akademik, Arnold Suppan, bruto domaći proizvod po glavi stanovnika u austrijsko–češkim zemljama bio je skoro jednak onom u tadašnjoj Francuskoj, Nizozemskoj i Švedskoj te je samo 25 posto zaostajao za Njemačkim Carstvom. Takva ekonomska dinamika svjedoči o visokoj razini regionalne diferencijacije unutar Monarhije i o specifičnostima njena puta osuvremenjivanja, u kojem se kombiniraju elementi razvijenog industrijskog društva s još uvijek prisutnim ostatcima agrarnog i feudalnog poretka u istočnim dijelovima Monarhije⁵.

U Kraljevini Ugarskoj proces industrijalizacije je intenzivnije započeo tek nakon sklapanja Austro–ugarske nagodbe 1867. godine, koja je tom dijelu Monarhije osigurala veću političku i institucionalnu autonomiju. Ključni poticaj tom razvoju predstavljala je sustavna izgradnja željezničke infrastrukture. Razvoj željeznica omogućio je bolju povezanost ne samo unutar zemlje i s vanjskim tržištima, već je privlačno djelovao i na inozemna ulaganja. Dolazak inozemnog kapitala dodatno je ubrzao procese osuvremenjivanja u gospodarstvu, osobito u sektoru teške industrije. U tom kontekstu, osobito je porasla proizvodnja ugljena i željeza, što su bili temelji daljnjeg industrijskog širenja i urbanog razvoja u ugarskom dijelu Monarhije. Ipak, pogranična područja na jugu i istoku i dalje su ostala nerazvijena, što je posebice pogađalo Hrvate, Srbe, Ukrajinke i Rumunje.

Austro–ugarska nagodba iz 1867. godine (*Ausgleich*) predstavljala je prijelomnicu u političkoj povijesti Habsburške Monarhije, kojom je Austrijsko Carstvo preustrojeno u dvojnu monarhiju — Austro–Ugarsku. U okviru tog ustavnopravnog kompromisa ustrojene su dvije skoro ravnopravne, ali međusobno povezane državne jedinice: austrijski dio (*Cislajtanija*) i ugarski dio (*Translajtanija*). Svaka od njih dobila je vlastiti parlament, zakonodavstvo i vladu, čime je uspostavljena visoka razina unutrašnje autonomije⁶. Unatoč tom dvostrukom ustroju su određene ključne funkcije države, poput vanjske politike, obrane i vođenja zajedničkih financija, ostale u nadležnosti zajedničkih institucija, koje su djelovale pod carskim vodstvom. Takva struktura omogućila je službeno jedinstvo Monarhije, ali je istodobno otvorila prostor za brojne unutrašnje napetosti, osobito među slavenskim narodima, koji su se osjećali neravnopravno, jer nisu bili uključeni u proces oblikovanja, a poslije i u usvajanje Nagodbe.

Naime, unatoč institucionalnom preustroju Monarhije, Austro–ugarska nagodba iz 1867. godine nije zadovoljila političke i nacionalne težnje brojnih etničkih skupina unutar Habsburške Monarhije. Kako navodi Peter F. Sugar u knjizi *Eastern European Nationalism in the Twentieth Century*⁷ u kontekstu novih ustavnih promjena — osobito onih koje su pratile reformu javne uprave i pravosuđa — promicao se duh umjerenog liberalizma znakovit za europska društva druge polovice XIX. stoljeća. Ipak, ta se liberalizacija nije ravnomjerno odnosila na sve narode unutar Monarhije. Naime, dok je austrijski državni zakon iz 1867. godine (*Staatsgrundgesetz*) službeno jamčio jednakost svih naroda, mađarski zakon o narodnostima iz 1868. bio je utemeljen na centralističkoj zamisli jedinstvene nacije. Sukladno francuskom modelu, taj zakon je priznao postojanje isključivo jedne nacije — mađarske, dok su ostale etničke skupine svedene na status narodnosti, bez priznatih i samostalnih političkih institucija⁸.

U Hrvatskoj je mađarski ubrzo postao službeni jezik u Saboru, sudstvu i visokom obrazovanju, dok je uporaba drugih jezika bila ograničena na vjerske zajednice, lokalnu samoupravu te osnovne i pojedine srednje škole. Jedini značajniji ustupak budimpeštanske Vlade u pogledu nacionalnih prava bio je hrvatsko–ugarski kompromis iz 1868. godine, kada je ustrojena Trojedna Kraljevina Hrvatska, Sla-

⁶ Kann R. A. (1974). *The Dual Monarchy in Perspective: A History of the Austro–Hungarian Empire, 1867–1918*, New York: Columbia University Press, 34–45.

⁷ Sugar P. F. (1995). ed., *Eastern European Nationalism in the Twentieth Century*, Washington, D.C.: American University Press, 15–18.

⁸ Više vidjeti u Judson, P. M. (2016). *The Habsburg Empire: A New History*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

vonija i Dalmacija. *Trojednica* je predstavljala ustavno definirano kraljevstvo Austro–Ugarske Monarhije, ali s ograničenom autonomijom. Njen pravni položaj utemeljen je na Hrvatsko–ugarskoj nagodbi iz 1868. godine, kojom je *Trojednica* priznata kao politički narod sa zasebnim teritorijem, koji je u obliku personalne unije ušao u državno-pravni odnos s Kraljevinom Ugarskom⁹.

Premda je Nagodbom službeno zajamčena unutrašnja autonomija s elementima državnosti — uključujući vlastiti Sabor, bana i upravne institucije — u praksi je hrvatski utjecaj na ključna pitanja, poput financija, vojske i vanjske politike, bio znatno ograničen. Sustavna mađarska reinterpretacija i kršenje odredbi Nagodbe uzrokovali su kontinuirane napetosti i političke sukobe, osobito u pitanjima ovlasti i državne suverenosti.

Njihovi zahtjevi za većom autonomijom i federalizacijom političkog sustava bili su zanemarivani sve do sloma Monarhije 1918. godine, kada je za reforme već bilo prekasno. Nacionalni pokreti koji su se javljali među neslavenskim i slavenskim narodima Austro–Ugarske bili su u početku nadahnuti liberalnim idejama, koje su pretežito zagovarali pripadnici obrazovane elite. Ti su pokreti naglašavali važnost jezične i kulturne zajednice kao temelja za stvaranje vlastitih, suverenih država. S vremenom je liberalni nacionalizam prerastao u širi fenomen, koji je krajem XIX. stoljeća doveo do promicanja diskursa o pravu naroda na samoodređenje. Svaki narod unutar Monarhije nastojao je izgraditi vlastiti identitet, definiran zajedničkim jezikom, kulturom i religijom te pripadajućim simbolima. Posljedično, sve veći broj tzv. nepovijesnih nacija zahtijevao je političko priznanje i autonomiju. Primjerice, od sredine XIX. stoljeća, političko vodstvo srpskog nacionalnog pokreta postupno se premjestilo iz habsburških zemalja u Kneževinu Srbiju, s Beogradom kao novim ideološkim i političkim središtem. Ključni predstavnici tog pokreta, poput Ilije Garašanina, već su u ranijem razdoblju — osobito u programskom dokumentu *Načertanije* iz 1844. godine — promicali viziju srpske državne ekspanzije s ciljem uspostave tzv. »srpsko–slavenskog carstva«¹⁰. Takva velikodržavna koncepcija, utemeljena na zamisli srpske političke i kulturne prevlasti nad južnoslavenskim prostorom, stajala je u opreci ne samo prema Habsburškoj Monarhiji, već i prema hrvatskom nacionalnom pokretu.

Naime, hrvatski politički mislioci kao i istaknuti političari, a osobito Ante Starčević (1823.–1896.) i Eugen Kvaternik (1825.–1871.) —

⁹ Roksandić, D., Holjevac, Ž., Šimetin Šegvić, F., Šimetin Šegvić, N. (2021). *Trojedna Kraljevina Dalmacija, Hrvatska i Slavonija u Habsburškoj Monarhiji 1848./1849., Zagreb, Hrvatski državni arhiv.*

¹⁰ Suppan, A. (2015). *Je li Austro–Ugarska bila osuđena na propast?* Zagreb, Hrvatski institut za povijest, str. 75.

iznijeli su zahtjeve za hrvatskom političkom suverenosti temeljenom na srednjovjekovnom hrvatskom državnomopravnom kontinuitetu. Njihovo poimanje prava hrvatskog naroda na neovisnost i teritorijalnu cjelovitost bilo je u oštrom proturječju sa srpskim integralističkim ambicijama, ali i s habsburškim pokušajima stabilizacije Monarhije preko kompromisa s ugarskom političkom elitom¹¹. U tom je kontekstu Stranka prava, pod vodstvom Ante Starčevića, preuzela ulogu najvažnijeg političkog aktera otpora kako Austro–ugarskoj nagodbi iz 1867., tako i Hrvatsko–ugarskoj nagodbi iz 1868. godine. Upravo se na pitanju teritorijalne pripadnosti Bosne i Hercegovine jasno očitovala duboka polarizacija između hrvatske i srpske koncepcije državnosti, čime se sukob dvaju nacionalizama unutar Monarhije dodatno pojačao. Naime, od 1875. godine »Istočno pitanje« postalo je središte zanimanja austrougarske diplomacije. Na Berlinskom kongresu 1878. Austro–Ugarskoj je priznato pravo na okupaciju Bosne i Hercegovine, čime je Monarhija proširila njen utjecaj na Balkanu. Već iduće godine, sklapanjem Dvojnog saveza s Njemačkom, tada najvećom europskom vojnom silom, učvršćen je vanjskopolitički položaj Monarhije. Međutim, takva balkanska orijentacija postupno je prouzročila pogoršanje odnosa s Rusijom, što je kulminiralo prekidom 1887. godine¹². Istodobno, unutrašnja politika prema južnoslavenskim narodima bila je obilježena autoritarnom upravom bana Károlyija Khuen–Héderváryja u Hrvatskoj i Slavoniji, koji je provodio politiku etničkih podjela i gušenja političke autonomije¹³. Kao odgovor na takvu politiku, već od sredine 1890–ih naraštaj južnoslavenskih studenata u Pragu i Beču osnovao je političke organizacije, a 1906. sudjelovao u stvaranju Hrvatsko–srpske koalicije u Hrvatskom saboru. Ta je Koalicija, zajedno s rastućim utjecajem Srbije, izazvala zabrinutost kod bečke, ali i budimpeštanske vlade, koja je sve više u Srbiji vidjela potencijalni *Pijemont* južnih Slavena. Konačno, odluka Austro–Ugarske Monarhije iz 1908. godine da se proglasi aneksija Bosne i Hercegovine izazvala je oštre međunarodne reakcije — od Rusije i Osmanskog Carstva do Srbije i sila Antante. Njemačka je jedina otvoreno poduprla Austro–Ugarsku, čime je dodatno produbljen jaz među europskim silama.

Među ključnim neriješenim nacionalnim pitanjima unutar Austro–Ugarske Monarhije u drugoj polovici XIX. stoljeća izdvajalo se i tzv. češko pitanje. Vrhunac političkog izražavanja čeških zahtjeva dostignut je 1891. godine, kada su češki politički predstavnici obnovili inicijativu za ujedinjenje Češke, Moravske i Šleske u zasebnu ustavnu

¹¹ Ibid., 2015., str. 75

¹² Suppan, A., (2016). *Je li Austro–Ugarska bila osuđena na propast?*, Zagreb, Hrvatski institut za povijest, str. 75.

¹³ Ibid., 2015., str. 78

jedinicu. Njihove zahtjeve su temeljili na povijesnom pravu i težnji za autonomijom unutar Monarhije, pri čemu nisu tražili odcjepljenje, već federalnu reorganizaciju Carstva, prema uzoru na položaj Ugarske nakon Nagodbe iz 1867. godine¹⁴. Cilj češke političke elite bio je očuvanje državnopravnog kontinuiteta i veće samouprave unutar postojeće habsburške strukture. Istodobno su i slovenski političari, osobito od sredine XIX. stoljeća, zagovarali teritorijalno objedinjavanje slovenskih zemalja i potvrđivanje slovenskog nacionalnog identiteta. Zahtijevali su kulturnu i političku autonomiju u okviru federalno preuređene Monarhije¹⁵. Međutim, ti su zahtjevi ostali bez institucionalnog odjeka, budući da ih nisu priznavale austrijske ni ugarske vlasti.

Beč i Budimpešta — »simboli dubokih razlika u političkom razvoju, kulturnim vrijednostima i društvenim aspiracijama unutar carstva«

Za razliku od federalističkih inicijativa koje su dolazile iz redova slavenskih i drugih naroda u Monarhiji, mađarska je Vlada nakon Austro–ugarske nagodbe 1867. godine dosljedno odbijala mogućnost priznavanja autonomije ne–mađarskim narodima. Mađarska politička elita smatrala je da bi takav potez ugrozio teritorijalnu i političku cjelovitost Kraljevine Ugarske. Već 1868. godine donesen je Zakon o narodnostima, koji je službeno priznao određena kulturna i jezična prava manjina. Međutim, njegova praktična primjena bila je iznimno restriktivna i proturječna. Naime, taj Zakon je sve narode unutar Ugarske definirao kao dijelove jedinstvene »mađarske političke nacije«, a znanje mađarskog jezika postavljeno je kao uvjet za sudjelovanje u javnom i političkom životu¹⁶.

Takav zakonski okvir poslužio je kao temelj za sustavnu politiku mađarizacije, osobito u obrazovanju. Tijekom posljednjih desetljeća XIX. stoljeća, u skoro svim školama nastava se provodila isključivo na mađarskom jeziku. Takva praksa jezične i kulturne asimilacije izazvala je otpor među slavenskim i drugim ne–mađarskim narodima, posebice unutar obrazovane elite i građanskog sloja. U tim su se krugovima postupno razvijale politički izražene inicijative za očuvanje kulturnog i nacionalnog identiteta.

¹⁴ Vidjeti: Bérenger J. (2001). *A History of the Habsburg Empire 1700–1918*, London, Longman, 323–325.; Kann, Robert A. (1974). *The Dual Monarchy in Perspective: A History of the Austro–Hungarian Empire, 1867–1918*, New York: Columbia University Press, 210–215.

¹⁵ Sked A. (1989). *The Decline and Fall of the Habsburg Empire, 1815–1918* (London: Longman, 1989), 242–245.

¹⁶ Sugar, P. F. ed., *Eastern European Nationalism in the Twentieth Century*, Washington, D.C.: American University Press, 1995), 25–27.

U kontekstu sveprisutnije represije, krajem XIX. i početkom XX. stoljeća dolazi do radikalizacije mađarskog nacionalizma, ali i porasta zahtjeva srednjeg građanstva i seljaštva za demokratizacijom političkog sustava. Takvi su zahtjevi ostajali pretežito neuslišani, čime je dodatno narušeno povjerenje manjinskih naroda u mogućnost reforme unutar postojećeg dualističkog okvira.

Krajem XIX. stoljeća, Austro–Ugarska Monarhija bila je suočena s brojnim političkim izazovima, proizašlim iz širih europskih previranja. Politika velikih sila, posebno u kontekstu industrijske revolucije, uspona nacionalnih pokreta i širenja liberalnih zamisli, oblikovala je političku dinamiku u monarhiji. Dualizam, kao osnovni politički okvir Monarhije, stvorio je posebne napetosti između Austrije i Ugarske, koje su se očitovala u političkoj konkurenciji i nerazumijevanju unutar Carstva.

U zanimljivoj zbirci eseja *The Garden and the Workshop*, mađarski povjesničar Peter Hanak 17., navodi da krajem XIX. i početkom XX. stoljeća Beč i Budimpešta nisu bili samo administrativna i kulturna središta zapadnog i istočnog dijela Austro–Ugarske Monarhije, već i »simboli dubokih razlika u političkom razvoju, kulturnim vrijednostima i društvenim aspiracijama unutar carstva«. Autor opisuje Beč kao metaforički vrt ezoterične kulture, u kojem privilegirana habsburška liberalna elita povučena u privatnu sferu i odvojena od javnosti gubi dodir s realnošću društvenih promjena, koje donosi modernizacija i industrijalizacija. U ovom se kontekstu naglašava pojava kršćansko–socijalnog pokreta, koji na kraju XIX. stoljeća dominira političkom scenom Beča. Kako navodi, pokret se temelji na pangermanskome nacionalizmu, populizmu i antisemitizmu te postupno uklanja liberalni svjetonazor, što vodi ka kulturnoj, ali i političkoj fragmentaciji.

S druge strane, Budimpeštu je zahvatio val industrijalizacije. Kako navodi, to je gusto naseljen grad okružen tvornicama, mjesto dinamičnog razvoja, gdje modernizacija dovodi do političke mobilizacije mađarske elite. Grad se brzo razvija zahvaljujući snažnim ulaganjima u infrastrukturu i industriju te postaje simbol mađarskog političkog i kulturnog buđenja. Za razliku od bečke liberalne elite, mađarska politička klasa koristi modernizaciju kao alat za nacionalnu afirmaciju, što je rezultiralo intenzivnom mađarizacijom Hrvata, Slovaka i Rumunja. Sve to znatno narušava ionako krhku ravnotežu dualističkog sustava.

U Europi, nakon nekoliko desetljeća relativne stabilnosti, kraj XIX. stoljeća obilježava razdoblje intenzivnih političkih turbulencija. Pod pritiskom mađarske hegemonije jačaju nacionalni pokreti, osobito,

¹⁷ Hanak, P. (1998). *The Garden and the Workshop: Essays on the Cultural History of Vienna and Budapest*, Princeton University Press.

u slavenskim dijelovima Monarhije, uključujući Hrvatsku. Unatoč tomu, Austro–Ugarska je nastojala očuvati svoj integritet, ali se suočavala s rastućim unutrašnjim napetostima, uključujući i sve veći utjecaj radničkih i socijalističkih pokreta, posebno u industrijskim središtima, što je dodatno destabiliziralo carsku vlast. U tom kontekstu, Monarhija je bila podložna vanjskim prijetnjama i unutrašnjim krizama, koje su duboko oblikovale političke okolnosti u Europi, a posljedično i u samoj Hrvatskoj.

Prema Hanaku, opisana kulturna i politička opreka između Beča i Budimpešte odražava duboku krizu identiteta u Austro–Ugarskoj. Dok su bečke elite bile zakočene osjećajem političke nemoći i gubitkom hegemonije, bez odgovora na suvremene izazove urbanizacije, kapitalizma te političke zahtjeve masa, Budimpešta je gradila svoj novi identitet koji je sve češće odbijao uvažiti multietničku stvarnost Monarhije.

Nacionalni sukobi, birokratska neučinkovitost i vojna iscrpljenost izazvali raspad Austro–Ugarske Monarhije

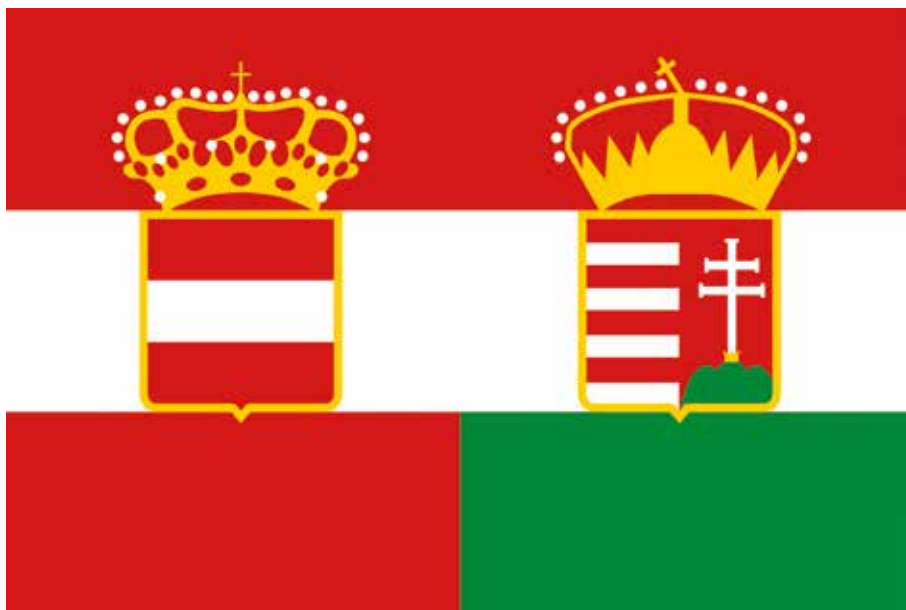
Politički okvir Austro–Ugarske krajem XIX. stoljeća bio je rezultat političkog kompromisa između dviju suverenih jedinica, što je dovelo do ustrojavanja specifičnog sustava vlasti. Austro–Ugarska je bila podložna intenzivnim političkim prijemcima, koji su se iskazivali kroz složene političke odnose između Monarhije, nacionalnih manjina i političkih elita unutar Carstva. Premda je u teoriji postojala politička ravnoteža između Austro–Ugarske, praksa je pokazala da su odnosi između dva dijela Carstva bili narušeni zbog nastojanja bečkog Dvora da dominira političkim životom. Dodatno, jedan od ključnih izazova upravljanja Austro–Ugarskom bio je etnički pluralizam i rastući nacionalizam koji je zahvatio cijeli kontinent. Monarhija se sastojala od brojnih narodnih skupina, uključujući Nijemce, Mađare, Slavene, Romane i druge, od kojih je svaka tražila veću autonomiju i zaštitu svog kulturnog identiteta. Dualizam je, na neki način, pokušao zadovoljiti te etničke zahtjeve, ali je istodobno stvorio nove političke napetosti, jer je njegov model upravljanja često bio neučinkovit u rješavanju sukoba između različitih etničkih i nacionalnih skupina. U tom političkom okruženju, upravljanje etničkim i nacionalnim identitetima postalo je iznimno složeno.

Ipak, učinkovita državna birokracija Austro–Ugarske Monarhije uživala je veliko povjerenje javnosti. Beč je iznimno profitirao od etničke i vjerske raznolikosti Carstva, razvijajući se u jedno od najznačajnijih kulturnih i intelektualnih središta Europe. Postao je sinonim za vrhunsku umjetnost, filozofiju, psihologiju i medicinu. Taj kreativni

duh bio je prisutan i u glazbi, književnosti, slikarstvu i arhitekturi, a bečke kavane, kazališta i koncertne dvorane bile su prostori intelektualne razmjene i stvaranja. Beč je u tom kontekstu postao kulturni uzor drugim gradovima Monarhije, poput Budimpešte i Praga. Upravo zahvaljujući toj kulturnoj i društvenoj raznolikosti, Habsburška Monarhija postala je »plodno tlo« za razvoj pravne teorije, ekonomije i sociologije, što je rezultiralo bogatijim intelektualnim i znanstvenim stvaralaštvom.

Premda je Austro–Ugarska Monarhija još 1914. djelovala stabilno — obuhvaćajući više od 51 milijun stanovnika na prostoru od 676 000 km² — njena je unutrašnja krhkost bila očita. Monarhija je teško rješavala rastuće unutrašnje napetosti, međutim, mnogi suvremenici nisu vjerovali da se Monarhija nalazi pred raspadom. Atentat na prijestolonasljednika Franza Ferdinanda 28. lipnja 1914. u Sarajevu, pokrenuo je splet diplomatskih i vojnih reakcija. Beč je ubrzo uputio ultimatum Srbiji, koji je djelomično odbijen. Potpomognuta njemačkom potporom, Austro–Ugarska je objavila rat Srbiji. Uslijedila je mobilizacija Rusije, saveznice Srbije, a potom i ratne objave Njemačke Francuskoj i Rusiji te Velike Britanije Njemačkoj. U samo nekoliko dana sukob je iz lokalnog prerastao u Prvi svjetski rat, jedan od najkrvavijih u povijesti čovječanstva.

Monarhija se time suočila s ratom protiv većine europskih sila, a njene unutrašnje slabosti — nacionalni sukobi, birokratska neučinkovitost i vojna iscrpljenost — ubrzo su postale nepremostive. Do kraja rata 1918., pod pritiskom poraza, gladi i revolucija, Austro–Ugarska se raspala, a njen teritorij podijelile su nove nacionalne države.



Trojedna Kraljevina (Hrvatska, Slavonija i Dalmacija) unutar Austro-Ugarske Monarhije, snalaženje između Beča i Pešte

Krajem XVIII. stoljeća, nakon provedbe reformi cara Josipa II., Hrvatski je sabor donio odluke koje upućuju na političko približavanje Ugarskoj, koja je tada bila prepoznata kao potencijalni saveznik u otporu protiv bečkog apsolutizma. Takvo povezivanje bilo je motivirano strahom od daljnjeg smanjivanja ionako krhke hrvatske autonomije, ali i pokušajem očuvanja vlastitih političkih institucija u okolnostima rastuće birokratizacije Habsburške Monarhije. Upravo se u tom razdoblju započela oblikovati temeljna dvojba hrvatske državne politike, koja će ostati aktualna sve do raspada Monarhije 1918. godine: političko snalaženje (balansiranje) između dvaju moćnih središta — Beča i Pešte¹⁸.

U usporedbi s drugim manjinskim narodima u Monarhiji, Hrvati su

¹⁸ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>, zadnji pristup 29.06.2025.

ipak imali relativno povoljniji položaj. U odnosu na Srbe, Slovence, Slovake i Rumunje, imali su status povijesnog naroda, a za razliku od Čeha i Poljaka, posjedovali su i određeni stupanj realne autonomije — posebice na području Banske Hrvatske, kroz tzv. municipalna prava (*iura municipalia*)¹⁹. Među njima je najvažniji bio položaj bana kojeg je, službeno, imenovao car na prijedlog hrvatskih staleža. Ipak, tijekom XIX. stoljeća to se pravo učestalo kršilo, a bana je u praksi predlagao ili izravno postavljao Dvor, bez savjetovanja s Hrvatskim saborom. Stoga su hrvatski političari sve češće tražili političku potporu u Pešti.

Premda su Banska Hrvatska i Slavonija bile kulturno i ekonomski povezane s drugim dijelovima negdašnjeg teritorija Trojedne Kraljevine, administrativna je razjedinjenost ostajala trajna. Naime, Dalmacija kao i veći dio Istre su sve do 1797. bile pod vlašću Venecije, a nakon njena pada pripale su izravno Austriji. Hrvatski staleži su se često pozivali na povijesno pravo za ujedinjenje tih pokrajina s Hrvatskom i Slavonijom, no bečke vlasti takve su zahtjeve dosljedno odbijale, čime su dodatno fragmentirale hrvatski nacionalni prostor²⁰. Hrvatska, kao i mnoge druge zemlje unutar Habsburške Monarhije, bila je suočena s izazovima održavanja svoje kulturne i političke posebnosti unutar okvira šireg Carstva. Dok su u pojedinim područjima postojale određene autonomije, poput zakonodavne i kulturne slobode, u mnogim ključnim pitanjima Hrvatska je bila podvrgnuta vanjskom političkom nadzoru i nadmoći. U tom kontekstu, razvoj političkih pokreta u Hrvatskoj bio je neizbježan, jer su politički predvodnici nastojali iskoristiti postojeće političke putove kako bi ostvarili veću slobodu i autonomiju unutar Monarhije.

Odnos Hrvatske prema Beču i Budimpešti, politički ciljevi i stremljenja hrvatske političke elite (ilirski pokret, nacionalni pokreti, zahtjevi za većom autonomijom)

Odnos Hrvatske prema Beču i Budimpešti bio je ključan za oblikovanje političke dinamike u zemlji. S jedne strane, Beč je imao prevladavajuću ulogu u odlučivanju o važnim političkim pitanjima unutar Monarhije, dok je s druge strane i Budimpešta, kroz politiku nagodbe

¹⁹ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>, zadnji pristup 29.06.2025.

²⁰ Sked, A. (1989). *The Decline and Fall of the Habsburg Empire, 1815–1918* London: Longman, 1989), 189–192.

stekla veći utjecaj na unutrašnje poslove Austro–Ugarske Monarhije. Stoga je, za hrvatsku političku elitu odnos s Bečom i Budimpeštom često bio izvor nezadovoljstva i političkih napetosti. Hrvatska je, kroz različite političke pokrete, nastojala ostvariti veću autonomiju unutar Austro–Ugarske, a političke struje koje su se razvijale tijekom XIX. stoljeća bile su odjek tih ambicija.

Naime, već početkom 1840-ih godina u Banskoj Hrvatskoj su se pojavili prvi oblici političkog organiziranja, koje se u toj ranoj fazi očitovalo kroz labavo povezane skupine okupljene oko određenih programskih ciljeva. Među njima je osobito Narodna stranka, predvođena hrvatskim biskupom i političarom Josipom Jurajom Strossmayerom, vladala javnim prostorom, posebice posredstvom razvijene publicističke djelatnosti. Ključno glasilo tog kruga bile su novine koje je 1835. pokrenuo Ljudevit Gaj. One su isprva izlazile na kajkavskom, a od 1836. na štokavskom narječju, pod različitim imenima (Novine horvatske, Ilirske narodne novine, Novine dalmatinsko–horvatsko–slavonske) te su služile kao temelj za promicanje narodnog prepорода.²¹ Jedan od najvažnijih političkih pokreta u tom razdoblju bio je ilirski pokret, koji je nastojao promicati hrvatsku kulturnu i političku posebnost. U tom kontekstu, hrvatska politička elita sve je odlučnije odbacivala suradnju s Peštom te se zalagala za očuvanje teritorijalnog i institucionalnog integriteta unutar Habsburške Monarhije²². Pokret se zalagao za ujedinjenje svih južnoslavenskih naroda u jedinstveni politički okvir unutar Austro–Ugarske, a zamisli o slavenskoj solidarnosti imale su veliki utjecaj na kasniji razvoj političkih i kulturnih pokreta u Hrvatskoj.

U kontekstu velikih političkih previranja u Europi 1948. godine i hrvatski narod sve je snažnije tražio veću autonomiju unutar Habsburške Monarhije. Krajiški časnik, Josip Jelačić, imenovan je banom. Uz potporu Narodne stranke, Josip Jelačić je prekinuo veze s mađarskom Vladom, ukinuo ostatke feudalnog sustava, sazvaо Hrvatski sabor i time učvrstio hrvatsku političku samostalnost. Ipak, nakon burnih događanja 1848.–1849., utjecaj bana Jelačića je postupno slabio. Bečki dvor, kojemu je bio lojalan, nije ispunio hrvatska očekivanja o široj autonomiji. Nakon revolucije, centralizam i germanizacija su pojačani, a Hrvatska nije dobila poseban politički status.

Međutim, s razvojem nacionalnih pokreta diljem Europe u XIX. stoljeću, hrvatski je nacionalizam poprimao sve izraženije obrise. Pri-

²¹ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>, zadnji pristup 29.06.2025.

²² Banac, I. (1995). *Nacionalno pitanje u Habsburškoj Monarhiji*, Zagreb: Globus, 132–137.

padnici političke i intelektualne elite, kao i kulturni djelatnici, počeli su sustavno zahtijevati veću političku autonomiju te priznanje jezičnih, kulturnih i državnopravnih posebnosti Hrvatske unutar Habsburške Monarhije²³. Ti zahtjevi nisu bili izdvojeni, već su predstavljali odgovor na izazove dualističkog političkog ustroja uspostavljenog Nagodbom iz 1867., koji je Hrvatsku postavio u podređeni položaj unutar ugarskog dijela Monarhije.

Nacionalni pokret u hrvatskom kontekstu oblikovao se kao sjedinjenje kulturnog preporoda i političkih zahtjeva, pri čemu su se ustrojile političke stranke koje su težile većoj samostalnosti, a kasnije i potpunom suverenitetu. Programi tih stranaka bili su usmjereni prema ostvarivanju dvaju temeljnih ciljeva: očuvanju nacionalne i kulturne baštine te proširenju političkih prava u okviru (ili izvan) dualističke strukture Austro–Ugarske²⁴.

Taj proces jasno oslikava transformaciju hrvatske političke scene krajem XIX. i početkom XX. stoljeća — od zahtjeva za jezičnom i kulturnom ravnopravnošću do težnji za stvaranjem politički autonomne, a u konačnici i suverene hrvatske države. Političko djelovanje time je prešlo u područje konkretne institucionalne i programske borbe koja je oblikovala nacionalnu politiku Hrvata uoči Prvog svjetskog rata.

Hrvatsko–ugarska nagodba iz 1868. godine odredila je položaj Kraljevine Hrvatske i Slavonije unutar ugarskog dijela Austro–Ugarske Monarhije, dodijelivši im ograničenu pokrajinsku autonomiju. U okviru te autonomije, Hrvatska je zadržala upravu nad prosvjetnim, školskim, vjerskim i upravnim poslovima, a službeni jezik bio je hrvatski. Opisana autonomija sadržavala je određene elemente državnosti — Hrvatski sabor kao zakonodavno tijelo te bana kao izvršnog predstavnika — ali je u praksi bila pod snažnim nadzorom mađarskih vlasti²⁵.

Mađarska je Vlada zadržala ključne poluge moći, osobito u financijskim poslovima, koji su ostali u ovlasti Budimpešte. Posljedično, premda je Nagodbom službeno priznata određena politička posebnost Hrvatske i Slavonije, autonomija je u stvarnosti bila ograničena na razinu pokrajinske samouprave, a ne stvarne državnosti. Trojedna Kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija, što je bio službeni naziv državne tvorevine unutar ugarskog dijela Monarhije, u stvarnosti je bila administrativno odvojena od Dalmacije, koja je ostala

²³ Ibid., 1995., 118–124

²⁴ Gross, M. (1997). *Izvorno pravaštvo*, Zagreb: NSK, 135–140.

²⁵ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>, zadnji pristup 29.06.2025.

u austrijskom dijelu. U okviru Hrvatsko–ugarske nagodbe iz 1868., status Rijeke ostao je neriješen. Međutim, u Ugarskoj je tijekom sabske rasprave nametnuta izmjena kojom se Rijeka proglašava *corpus separatum*, odnosno posebnim tijelom pod neposrednom upravom Ugarske Krune. Tim dokumentom poznatim kao *Riječka krpica*, mađarska je strana koristeći se formalno–pravnim i proceduralnim prijemima, osigurala izravan politički i gospodarski nadzor nad riječkom lukom — strateški važnim pomorskim središtem za ugarsku trgovinu i industriju.

Premda se takvu praksu u hrvatskoj historiografiji najčešće tumači kao političku krivotvorinu, valja uzeti u obzir i prevladavajuću pro–mađarsku usmjerenost riječkog građanstva, koje je u tom razdoblju bilo snažno motivirano ekonomskim interesima te, u većini slučajeva, podupiralo integraciju Rijeke u ugarski politički i gospodarski sustav. Od 1868. do raspada Monarhije 1918., Rijeka je imala autonomni status u okviru Ugarske te je slala svoje zastupnike isključivo u Ugarski sabor²⁶.

Hrvatski su politički predstavnici ostali podređeni dvama centrima moći — Beču i Pešti — dok je hrvatski teritorij i dalje bio razdijeljen, bez administrativnog jedinstva s Dalmacijom. Ekonomske reforme bile su djelomične i često su nailazile na institucionalne zapreke. Mađarska je Vlada sustavno otežavala domaće gospodarske inicijative, dok je istodobno olakšavala prodor stranog kapitala, posebice onoga njemačkog i mađarskog podrijetla, što je pokrenulo velike demografske promjene, osobito u istočnoj Slavoniji.

Posljedice političkih reforma u drugoj polovici XIX. stoljeća (politika nagodbe, dualizam)

Kraljevina Hrvatska i Slavonija bila je od 1867. godine službeno integrirana u politički sustav Austro–Ugarske dvojne Monarhije, a ipak je predstavljala specifičan politički entitet, koji je sve izraženije težio ka nacionalnoj autonomiji. Premda je Kraljevina posjedovala određeni stupanj političke samostalnosti, uključujući vlastite upravne institucije i Sabor, stvarna provedba autonomnih ovlasti bila je podložna ograničenjima proizašlima iz vanjskih utjecaja iz dvaju centara moći — Beča i Budimpešte — i osobito dokumenata: Austro–ugarske nagodbe iz 1867. i Hrvatsko–ugarske nagodbe iz 1868. godine. Premda je postojala institucijska razdjelnica između austrijskog i ugarskog dijela Monarhije, praktično ostvarenje političke samostalnosti Hr-

²⁶ Više vidjeti u Banac, I. *Nacionalno pitanje u Habsburškoj Monarhiji* (Zagreb: Globus, 1995), 148–150.

vatske i Slavonije bilo je ograničeno koordiniranim pritiscima i interesima bečkog dvora, ali i mađarske političke elite.

Unatoč povremenim pokušajima reafirmacije kulturne i političke posebnosti, Hrvatska je — kao i mnoge druge periferne zemlje unutar Habsburške strukture — bila izložena trajnim pritiscima centralizacije, jezične asimilacije i ekonomskih integracija unutar šireg imperijalnog okvira. Posljedično, odnosi s Bečom i Budimpeštom značajno su oblikovali svakodnevni politički i društveni život, budući da su ključne odluke o administrativnoj politici, gospodarskim smjernicama i obrazovnim pitanjima često bile centralizirane, ograničavajući mogućnosti hrvatskih vlasti da samostalno politički djeluju.

Nakon što je Sabor prihvatio reviziju Hrvatsko–ugarske nagodbe, 1873. godine banom je bio imenovan Ivan Mažuranić — prvi građanin na toj dužnosti. Tijekom njegova banovanja (1873.–1880.) provedene su brojne reforme: razdvojena je uprava od sudstva, doneseni su zakoni o tisku i okupljanju, osnovano je Sveučilište u Zagrebu te uvedeno obvezno četverogodišnje osnovno školovanje. Ipak, pokušaji da se osigura veća financijska autonomija kao i ukidanje Vojne krajine, nailazili su na otpor iz Mađarske pa je Ivan Mažuranić 1880. podnio ostavku²⁷.

Naslijedio ga je grof Ladislav Pejačević, koji je uveo županijski sustav. Njegova popustljiva politika prema Mađarima izazvala je raskol u Narodnoj stranci, nakon čega je Stranka prava pod vodstvom Ante Starčevića, zagovarajući zamisao hrvatske samostalnosti i osporavajući legitimitet Austro–ugarskog dualizma, stekla veliku popularnost. Istodobno jačaju hrvatsko–srpske napetosti u Banjskoj Hrvatskoj. Srpski političari tražili su priznanje Srba kao ravnopravnog političkog naroda i zagovarali srpsko–hrvatsku državu, dok su hrvatski političari inzistirali na činjenici da je Trojedna Kraljevina povijesno hrvatska. Većina, ipak, nije negirala postojanje srpske manjine. Unutar Stranke prava samo su rijetki dijelili tvrdnju Ante Starčevića da Srbi kao narod ne postoje — mnogi su, poput narodnjaka, zagovarali zamisao jedinstvenog političkog naroda u Hrvatskoj. Sukobi su dodatno bili pojačani tijekom ustanka u Bosni i Hercegovini (1875.–1878.), jer su na taj prostor polagali pravo i hrvatski i srpski političari²⁸. U tom kontekstu je grof Károly (Dragu-

²⁷ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>, zadnji pristup 29.06.2025.

²⁸ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i->

tin) Khuen–Héderváry, kao hrvatski ban (1883. do 1903.), nastojao ojačati mađarsku vlast i smanjiti hrvatsku autonomiju. Premda je vladao autoritarno, službeno se oslanjao na Narodnu stranku koja je poslušno podupirala njegove odluke, uz potporu većine srpskih zastupnika.

Khuen–Héderváry je provodio represivne mjere poput cenzure, otpuštanja, uhićenja i poticanja hrvatsko–srpskih podjela, čime je oslabio opoziciju — osobito Neovisnu narodnu stranku i Stranku prava. »Hrvatska opozicija« kao politička skupina ustrojena 1902., zalagala se za ujedinjenje svih hrvatskih zemalja — uključujući Istru, Dalmaciju i Bosnu i Hercegovinu — unutar Austro–Ugarske. Umjesto tadašnjeg dualizma, opozicionari su predlagali trijalizam, odnosno stvaranje treće južnoslavenske jedinice ravnopravne Austriji i Ugarskoj. Monarhija je takvim zamislima odgovorila represijom — zabranama i uhićenjima, posebno među studentima, među kojima je bio i Stjepan Radić. To je dodatno povećalo nezadovoljstvo prema Khuenovoj vlasti. Mnogi mladi iz tzv. napredne mladeži, obrazovani u Pragu i pod utjecajem zamisli Tomaša G. Masaryka, počeli su kritizirati dotadašnju politiku građanske opozicije, smatrajući ju neučinkovitom u borbi za nacionalna prava i demokraciju.

Početkom XX. stoljeća u hrvatskoj političkoj misli oblikuje se tzv. politika novog kursa, koju su predvodili dalmatinski političari Frano Supilo i Ante Trumbić. Ta politička orijentacija kulminirala je Riječkom rezolucijom iz 1905. godine, u kojoj je uz potporu dijela opozicije iz Banske Hrvatske, učinjen odmak od dosadašnje strategije oslanjanja na bečki Dvor. Umjesto toga, *politika novog kursa* je ciljala na savez s mađarskom opozicijom, koja je također bila nezadovoljna dualističkim poretom. U tom kontekstu, hrvatski su predstavnici zahtijevali potporu mađarske opozicije u postizanju političkog cilja — ujedinjenja hrvatskih zemalja kao i ukidanja represivnog mađaronskog režima u Hrvatskoj²⁹.

Ta politička podloga bila je motivirana dubokim nepovjerenjem prema sve prisutnijem njemačkom utjecaju na jugoistoku Europe, odnosno prema tzv. Drang nach Osten politici. Fran Supilo i njegovi istomišljenici u toj su politici prepoznali dugoročnu prijetnju za opstanak malih slavenskih naroda, posebno u kontekstu imperijalnih težnji Njemačke i Austro–Ugarske³⁰ *Politika novog kursa* tako je izražavala

dalmacija–od–1790–do–1918–osnovne–smjernice–politicke–povijesti–tomislav–markus. pdf, zadnji pristup 29.06.2025.

²⁹ Više vidjeti u Matković, H. (2000). *Povijest Jugoslavije: Od nastanka do 1918*. Zagreb: Školska knjiga.; Banac, I. (1988). *The National Question in Yugoslavia: Origins, History, Politics*. Cornell University Press.

³⁰ Jareb, M. (1996). *Hrvatska politika i politika novog kursa*. Zagreb: Hrvatski institut za povijest.

povećano antiaustrijsko raspoloženje, osobito u primorskim krajevima pod izravnom upravom Beča, čije su političke strukture poimane kao prepreka nacionalnoj integraciji i političkom osamostaljenju južnoslavenskih naroda.

Početkom XX. stoljeća u hrvatskoj se politici profilirao novi naraštaj političara, među kojima su braća Antun i Stjepan Radić imala ključnu ulogu. Osnivanjem Hrvatske pučke seljačke stranke 1904. godine i izdavanjem lista *Dom* (1899), nastojali su obrazovati seljaštvo i oblikovati demokratski, socijalno osjetljiv politički pokret. Premda u početku marginalna zbog ograničenog biračkog prava, Stranka će nakon 1918. prerasti u masovni pokret³¹. Radići su odbacili *politiku novog kursa* i Riječku rezoluciju (1905) te su dosljedno zastupali austroslavistički program — reformu Monarhije u federaciju ravnopravnih slavenskih naroda, koja bi Hrvatima osigurala autonomiju. Istodobno, među mladima kao i u građanskim krugovima jačala je zamisao integralnog jugoslavenstva koja je, pod utjecajem balkanskih ratova i sloma Osmanskog Carstva, promicala ujedinjenje južnoslavenskih naroda. Takvo usmjerenje sve više istiskuje austroslavizam, a toj platformi pridružuju se srpski političari u Hrvatskoj, poput Svetozara Pribičevića³². U listopadu 1918. godine, na prijedlog Svetozara Pribičevića i u skladu s odlukama Narodnog vijeća Slovenaca, Hrvata i Srba, Sabor je raskinuo sve državnopravne veze s Austro–Ugarskom te proglasio pristupanje u novu, zajedničku jugoslavensku državu. Time je zaključen višedesetljetni proces političkih previranja na prostoru Trojedne kraljevine³³.

Dalmacija je svoj teritorijalni oblik, kakav danas poznajemo, stekla postupno kroz ratove koje je od XV. do XVIII. stoljeća vodila protiv Turaka. Naime, nakon ukidanja Mletačke Republike 1797. godine, Dalmacija je, zajedno s Istrom i Bokom Kotorskom, pripala Habsburškoj Monarhiji, uz iznimku razdoblja francuske uprave (1806.–1813.). Tada je bila uključena u sastav Ilirskih pokrajina pod vlašću Napoleona. Nakon njegova poraza, Dalmacija je 1813. vraćena pod izravnu upravu Beča, gdje je ostala sve do raspada Austro–Ugarske 1918. godine. Dubrovačka Republika, koja je 1806. također potpala pod francusku vlast, službeno je ukinuta 1808., a nakon francuske uprave integrirana je u Dalmaciju, čime je prestala postojati kao samostalna politička jedinica. Unatoč čestim zahtjevima Hrvatskog i Ugarskog sabora za priključenje Dalmacije, carski Beč sustavno je odbijao takve prijedloge. Ključni razlog bila je bojazan da bi ujedinjenje Dalmacije s Hrvatskom i Ugarskom narušilo ravnotežu moći

³¹ Matković, H. (2000). *Povijest Jugoslavije: Od nastanka do 1918*. Zagreb: Školska knjiga

³² Gross, M. (1997). *Počeci moderne Hrvatske*. Zagreb: Novi Liber.

³³ Više vidjeti u Pavličević, D. (2007). *Povijest Hrvatske*. Zagreb: Naklada Pavičić.

unutar Monarhije i ojačalo ugarski utjecaj na Jadranu³⁴.

Općenito, s početkom nacionalnih pokreta u Europi, hrvatski nacionalizam postajao je sve snažniji. Pripadnici političke elite zahtijevali su veću političku autonomiju, priznanje hrvatskih jezičnih, kulturnih i političkih prava unutar Austro–Ugarske Monarhije. Nacionalni pokreti bili su odgovor na političke i društvene izazove s kojima se Hrvatska suočavala u kontekstu političkog dualizma. Stoga su se hrvatski političari i intelektualci usmjeravali prema dva ključna cilja: očuvanju nacionalne kulturne baštine i identiteta te ostvarivanju većih političkih prava unutar Austro–Ugarske. Njihovi zahtjevi su se pretočili u konkretne političke akcije, koje su oblikovale političku borbu u Hrvatskoj tijekom prijelaznog razdoblja prema početku XX. stoljeća.

Naime, politički odnosi hrvatskih zemalja prema Beču i Budimpešti tijekom XIX. stoljeća oblikovani su složenim političkim interesima unutar Austro–Ugarske. Hrvatska je kroz političke procese, tražila uvažavanje svoje specifičnosti i autonomije unutar okvira Monarhije. To je često dovodilo do napetosti, posebice s Ugarskom i Mađarima koji su težili povećanju svog utjecaja. U tom kontekstu, odnos Hrvatske prema Beču bio je često pragmatičan, dok je prema Budimpešti bio obilježen nastojanjima za izbjegavanjem nadmoći Mađara. Hrvatska je, u takvim okolnostima, pokušavala održati ravnotežu između Beča i Budimpešte, zahtijevajući istodobno očuvanje svojih političkih prava i autonomije, a u pojedinim slučajevima i političku reformu unutar Monarhije.

Tijekom tog razdoblja su politički pokreti i stranke, poput Stranke prava i Narodne stranke, postale nositelji zahtjeva za većim političkim pravima. One su iznosile konkretne političke zahtjeve, tražeći veće sudjelovanje Hrvatske u odlučivanju o njenoj sudbini, kao i veću zaštitu od centraliziranih vlasti Beča i Budimpešte.

³⁴ Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti*, dostupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-slavonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>, zadnji pristup 29.06.2025.; više vidjeti u Matković, H. (2000). *Povijest Jugoslavije: Od nastanka do 1918.* Zagreb: Školska knjiga

Gospodarske okolnosti u Austro–Ugarskoj Monarhiji krajem XIX. i početkom XX. stoljeća, razvojna neravnomjernost ozbiljno narušavala političku stabilnost Monarhije

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Dugotrajne političke napetosti u odnosima među europskim silama, koje su se nagomilavale još od kraja XIX. stoljeća, kulminirale su početkom XX. stoljeća. Trojni savez Njemačke, Austro–Ugarske i Italije, osnovan još 1882. godine, dobio je odgovor u vojno političkom savezu — Antanti, koju su do 1904. godine ustrojile Francuska, Rusija i Velika Britanija. Ti su savezi stvorili novi europski sustav ravnoteže snaga, ali i podlogu za jedan od najvećih i najkrvavijih sukoba u povijesti čovječanstva — Prvi svjetski rat (1914.–1918.).

Istodobno, brojne međunarodne krize dodatno su zaoštrile odnose među velesilama: Rusko–japanski rat (1904.–1905.), marokanske krize (1905. i 1911.), rat Italije s Osmanskim Carstvom (1911.–1912.) te balkanski ratovi (1912.–1913.) — posljednji vođeni s ciljem podjele europskog teritorija Osmanskog Carstva. Njemačka i Italija, kao naknadno ujedinjene nacije, osjećale su se zakinite u globalnoj borbi za kolonije zbog čega su nastojale proširiti svoje kolonijalne posjede, dok su se Francuska, Velika Britanija i Rusija trudile zadržati postojeći poredak u Europi te spriječiti njemačko širenje.

U tom je kontekstu Austro–Ugarska Monarhija, suočena s unutrašnjim etničkim napetostima, ali i vanjskim pritiscima, željela očuvati teritorijalnu cjelovitost. Ipak, unatoč iznimno složenim međunarodnim okolnostima, te davne 1914. nitko nije vjerovao da se može dogoditi veliki ratni sukob koji će temeljito unazaditi, ali i geopolitički preoblikovati Europu. Atentat na nadvojvodu Franju Ferdinanda u Sarajevu 28. lipnja 1914. — izveden od strane pripadnika srpske nacionalističke organizacije Mlada Bosna — bio je neposredni povod, ali ne i uzrok ratu. Atentatom je samo aktiviran složeni mehanizam međusobnih vojnih obveza proisteklih iz ustrojenih vojnih saveza, koji je prouzročio sveopći rat u Europi.

Austro–Ugarska je ušla u rat koji je ubrzao njen raspad upravo u trenutku značajnog gospodarskog uzleta, potaknutog procesima osuvremenjivanja i industrijalizacije, osobito u austrijskim i češkim zemljama, gdje je industrijska proizvodnja bilježila snažan rast. Kako navodi Šimetin Šegvić³⁵, put Monarhije prema industrijaliziranom gospodarskom sustavu u drugoj polovici XIX. stoljeća — a osobito u godinama pred Prvi svjetski rat — bio je ubrzan učvršćivanjem dualističkog ustroja. Naime, unatoč sveprisutnim razlikama u razvi-

³⁵ Šimetin Šegvić, Filip (2018). *Što je ostalo od Habsburške Monarhije nakon 1918. godine?* Rasprava o kontinuitetima i diskontinuitetima, Zagreb, Zavod za hrvatsku povijest, Vol. 50, br.1.

jenosti, Monarhija je ipak predstavljala veliko zajedničko tržište od približno 50 milijuna stanovnika. Dualistički sustav pritom je dodatno naglasio geografski uvjetovan kontakt između *Cislajtanije* i *Translajtanije*, čime je stvorena čvrsto povezana gospodarska cjelina. U tom kontekstu, Monarhija je djelovala kroz dva organizma u simbiotskom odnosu: industrijski razvijena Austrija i češke zemlje činile su proizvodnu jezgru, dok su agrarni i trgovački dijelovi Ugarske osiguravali resurse i tržište.

Međutim, unatoč tim gospodarskim prednostima, razvoj nije bio ravnomjeran. Čak ni unutar Ugarske, koja je tijekom XX. stoljeća ostala slabije industrijalizirana i pretežito agrarna, nisu dosegnuti uravnoteženi ekonomski standardi. Takva neravnomjernost ozbiljno je narušavala političku stabilnost Monarhije te dugoročno ugrožavala njenu koheziju. Naime, premda su tehnološke promjene ubrzale industrijalizaciju i urbanizaciju, austrougarsko gospodarstvo u usporedbi s Njemačkom i Velikom Britanijom u cjelini je još uvijek znatno zaostajalo, jer je održivo osuvremenjivanje započelo puno kasnije, tek oko 1866. Tada dolazi do ubrzane izgradnje željeznica i razvoja energetskih i strojarских postrojenja u Beču, Brnu i Pragu, što značajno ubrzava ekonomski razvoj Monarhije. Izgradnja željezničke mreže i snažan razvoj strojarске industrije potaknuli su osuvremenjivanje, zapošljavanje i integraciju Austro–Ugarske Monarhije u svjetske industrijske tokove. U tom kontekstu, unatoč prisutnim razlikama među regijama, spomenute ključne industrijske grane su početkom XX. stoljeća Monarhiji omogućile gospodarski rast i tehnološki uspon. Svakako, izgradnja željeznica od sredine XIX. stoljeća bila je ključna za industrijsko osuvremenjivanje. Naime, u razdoblju između 1850. i 1873. Beč i njegova industrijska središta povezani su mrežom željeznica, čime je povećana brzina, pouzdanost i dostupnost transporta za sirovine i gotove proizvode, što je transformiralo gospodarstvo Monarhije³⁶. Osobito s obzirom na povezivanje s lukama Jadrana i Crnog mora. Do 1913. izgrađeno je približno 43 000 km željezničkih pruga, čime je Monarhija imala treću najveću mrežu u Europi, važnu i za civilni razvoj, ali i za vojnu logistiku.³⁷

Poduzetništvo u austrijskom dijelu Austro–Ugarske Monarhije bilo je iznimno složen fenomen, uvjetovan multinacionalnim obilježjem države, koji je oblikovao ekonomske obrasce i investicijske prakse. U drugoj polovici XIX. stoljeća, poduzeća iz austrijskog dijela Monarhije sve su se više uključivala u europske industrijske tokove, napose u

³⁶ Šemetin Šegvić, N., Šemetin, Šegvić, F. (2010). *Uspon prije pada: Industrijalizacija u Austro–Ugarskoj i tvornice Škoda do 2014*. Pro tempore, No. 8–9

³⁷ Više vidjeti u Rudolph, R. L. (2012). *Industrial Development in the AustroHungarian Monarchy 1873–1914*. In *Banking and Industrialization in AustriaHungary*. Cambridge University Press.

sektore povezane s vojnom proizvodnjom, čime su se pridružila širim tendencijama zapadnoeuropske industrijalizacije.

Poduzetnici, ali i obrazovana aristokracija posebice iz Austrije i Češke, započinju sve intenzivnije ulagati kapital u industriju, pri čemu se razvijaju snažni industrijski sudionici poput Škode i Steyra, koji već krajem XIX. stoljeća konkuriraju zapadnoeuropskim proizvođačima. Dinamičan industrijski razvoj posebno je obilježen u razdoblju tzv. *Gründerzeita* (1850.–1873.), nakon čega slijedi konsolidacija industrijskih kapaciteta u okviru rastuće vojne potražnje. Naime, premda je vojna industrija tijekom posljednjih desetljeća Monarhije postala jedan od najrazvijenijih sektora, njen je razvoj u velikoj mjeri bio potaknut državnim intervencionizmom i međunarodnim političkim okolnostima, koje su pogodovale militarizaciji i povećanoj potražnji za naoružanjem. Ta konjunktura omogućila je širenje manjih ili specijaliziranih proizvođača, kao što su Škoda u Plzenu i tvornica Manfréd Weiss u Mađarskoj, koji su se razvili zahvaljujući tzv. groznici naoružavanja³⁸.

Istodobno, austrijska strojarska industrija koja se nastavila razvijati i nakon krize 1873., dosegla je razinu koju su mogle nadmašiti jedino industrijske sile poput SAD-a, Velike Britanije i Njemačke. Češka, kao visokoindustrijalizirana regija Monarhije, već je 1880. zapošljavala skoro 54 posto sveukupne radničke populacije zaposlenih u tvorničkoj proizvodnji, dok se skoro 67 posto svih strojarskih tvornica nalazilo upravo na njenu teritoriju³⁹.

Unatoč tom impresivnom gospodarskom razvoju, industrijska dinamika Češke ostala je snažno povezana s bečkim političkim i financijskim središtem, što svjedoči o kontinuitetu centralističkog upravljanja unutar dualističkog ustroja Monarhije. Naime, Češka i Austrija su predstavljale četvrtu najjaču strojarsku industriju u Europi te bile treće po proizvodnji električnih uređaja i strojeva. Na prijelazu u XX. stoljeće, Habsburško Carstvo ubrajalo se među vodeće sile Europe, obuhvaćajući približno 13 posto ukupnog europskog stanovništva i ostvarujući približno 10 posto tadašnjeg europskog bruto domaćeg proizvoda. Unatoč tim pokazateljima demografske i ekonomske snage, Carstvo je ušlo u Prvi svjetski rat opterećeno brojnim strukturnim slabostima, a rat je bio konačni udarac u dugotrajnom procesu njegova raspada.

³⁸ Šemetin Šegvić, N., Šemetin, Šegvić, F. (). *Uspon prije pada: Industrijalizacija u Austro-Ugarskoj i tvornice Škoda do 2014*. 114

³⁹ Ibid., 115

Autori Schulze i Wolf⁴⁰ polaze od teze da su rastuće međuregionalne gospodarske nejednakosti, kao i jačanje ekonomskog nacionalizma unutar multinacionalnog Carstva, znatno narušili koheziju i operativnu učinkovitost gospodarskog sustava. Takve centrifugalne tendencije ne samo da su oslabile unutrašnju integraciju Carstva, već su i dodatno umanjile njegovu sposobnost da u ratnim uvjetima mobilizira resurse i odgovori na ekonomske izazove suvremenog totalnog rata. U konačnici, ekonomska nepodudarnost i politička razdvojenost značajno su pridonijele konačnom slomu Monarhije.

Ostaje veliko pitanje je li Austro–Ugarska, u tehničkom smislu, bila spremna za Veliki rat⁴¹? Naime, u razdoblju neoapsolutističke vladavine, austrijska je vlast prioritetno razvijala vojnu industriju, čime su ostale grane gospodarstva bile zanemarene, a proces šire industrijalizacije u znatnoj mjeri zaustavljen. Takav obrazac nije bio iznimka unutar europskog konteksta. Diljem Kontinenta, brojni sukobi i krize praćeni vojnim porazima pojedinih sila, djelovali su kao katalizatori osuvremenjivanja vojnih kapaciteta. Takve geopolitičke okolnosti omogućile su ubrzan industrijski razvoj proizvodnih pogona sposobnih za prilagodbu potrebama vojnog tržišta. Time su pojedine tvornice, osobito one povezane s vojnom proizvodnjom, stekle konkurentsku prednost, a već od druge polovice XIX. stoljeća i Austro–ugarska poduzeća su se postupno uključivala u širi europski vojno–industrijski kompleks. Sve su više nalikovali zapadnoeuropskim industrijama koje su kapital multiplicirale kroz proizvodnju i izvoz oružja i vojne opreme. Premda je vojna industrija Habsburške Monarhije tijekom posljednjih desetljeća njena postojanja slovila kao jedna od snažnijih u Europi, taj uspjeh u velikoj mjeri duguje izravnim državnim intervencijama te vanjskopolitičkom kontekstu koji je poticao militarizaciju i ulaganje u obrambeni sektor. Konačno, Prvi svjetski rat značajno je utjecao na Austro–Ugarsko Carstvo, dovodeći do njegova raspada i prekrajanja granica.

⁴⁰ Schulze Max–StephanM Wolf Nikolaus *Cesifo Working Paper No. 2813 Category 8: Trade Policy October 2009*

⁴¹ Šemetin Šegvić, N., Šemetin, Šegvić, F. (2012). *Uspon prije pada: Industrijalizacija u Austro–Ugarskoj i tvornice Škoda do 2014.* 114

Gospodarske okolnosti u Hrvatskoj krajem XIX. i početkom XX. stoljeća, izgradnja liberalnog građanskog društva nakon ukidanja feudalnih odnosa,

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Prestankom prijetnje Otomanskog Carstva Europi, već u drugoj polovici XVIII. stoljeća dolazi do stabilizacije geopolitičkih odnosa. Dakle, uklanjanje sigurnosne ugroze na rubu Europe te sigurnost granica bili su osnovni preduvjeti za povećanu robnu razmjenu, razvoj obrtništva i postupno unaprjeđenje gospodarskih kretanja unutar hrvatskih prostora. Splet društveno–političkih odnosa proturječno donosi razmjenu kulture, nacije, ideje i znanja, čime se posljedično mijenjaju društveno–ekonomski odnosi u hrvatskim krajevima. Premda je administrativni hrvatski etnički prostor geopolitički i upravno razlomljen, miješanje kultura kroz trgovačko–posredničke aktivnosti dovele su do razvoja gospodarstva, ali i potaknule društveno–socijalna zbivanja. Međutim, upravo geostrateški položaj hrvatskih krajeva na periferiji europske ekonomije pružao je prigodu za razvoj trgovinske razmjene. Unaprjeđenjem poljoprivredne proizvodnje stvaranjem viška vrijednosti pokreće se ekonomija, posebno u našim krajevima koji su pretežito bili usmjereni na poljoprivrednu proizvodnju. Osnovni preduvjet širenja razgranate trgovačke aktivnosti na kopnu jesu uređene prometnice iz unutrašnjosti Hrvatske prema Jadranu i Otomanskom Carstvu, što dovodi do razvoja gradova Hrvatskog primorja.

I stoljeće nakon, teritorij današnje Hrvatske bio je podijeljen u nekoliko cjelina s međusobno različitim statusom. Najveći dio stanovništva Hrvatske tijekom XIX. stoljeća živio je u Hrvatskoj i Slavoniji, dok je teritorijalno najveća bila Vojna krajina (20 910 km² današnjeg teritorija Republike Hrvatske). Istra je nakon pada Mletačke Republike u cijelosti pripala Austriji, jednako kao i Dalmacija, uključujući i prostor Dubrovačke Republike. Međimurje i hrvatski dio Baranje do 1918. godine bili su u sastavu Ugarske. Rijeka se tijekom XIX. stoljeća nalazila pod izravnom upravom Ugarske kao *corpus separatum*, a takav status zadržala je i nakon sklapanja Hrvatsko–Ugarske nagodbe, 1868⁴².

U drugoj polovici XIX. i početkom XX. stoljeća, zahvaljujući tehnološkim promjenama — industrijalizaciji i osuvremenjivanju — Hrvatska bilježi ubrzani rast stanovništva. Dok je 1800. godine u Hrvatskoj živjelo samo 1 595 143 stanovnika, već 1857. taj broj se povećava na 2 130 183, a 1910. godine na 3 460 584 stanovnika. Tijekom cijelog XIX. stoljeća stopa nataliteta hrvatskoga stanovništva bila je visoka u velikoj mjeri, međutim, započinje opadati nakon 1890. godine. Di-

⁴² Luketić, M., Mazur, T. (2018). *Klasnostaleško društvo Banske Hrvatske u 19. stoljeću*, Osijek, Filozofski fakultet u Osijeku, Odsjek za povijest, 73–74

namika demografskih kretanja uzrokovana je i migracijama — dok je domaće stanovništvo iseljavalo, tijekom cijelog XIX. stoljeća Hrvatska je bila značajno odredište naseljavanja stranaca, pretežito s prostora Njemačke, Ugarske i Češke. Oni pristižu u gradove Hrvatske i Slavonije kako bi osnivali manufakturne radionice i poduzeća ili kupovali zemljišne posjede onih koji su bili u dugovima te su ukinućem kmetstva jednostavno bili prisiljeni prodati vlastita zemljišta⁴³.

Tijekom XIX. stoljeća, Hrvatska je pretežito agrarna zemlja, u kojoj poljoprivreda ostaje temelj gospodarskog života i glavni izvor prihoda većine stanovništva, što se ogleda u strukturi zaposlenosti. No, unatoč toj prevlasti agrarnog sektora, XIX. stoljeće donosi i postupne promjene u gospodarstvu, ali i društvu: uvođenjem obveze otkupa zemlje seljaci su bili prisiljeni svoje poljoprivredne proizvode ponuditi na tržištu. Naime, nakon ukidanja feudalnih odnosa, a potpuno tijekom banovanja bana Ivana Mažuranića (1873. – 1880.), omogućena je izgradnja liberalnog građanskog društva u kojem plemstvo više nije jedini politički subjekt društva. Sve to pogoduje razvoju obrta, manufaktura, a na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće i prvih industrijskih pogona. Razvoj obrtništva prate i promjene u društvenoj strukturi: broj obrtnika kontinuirano raste, a s jačanjem građanskih prava sve je veći broj pojedinaca zaposlen u javnim službama i administraciji. Međutim, unatoč tim procesima osuvremenjivanja, Hrvatska ostaje pretežito agrarno društvo s ograničenim razvojem industrije i u širem europskom kontekstu smješta se kao periferna i gospodarski zaostala regija.

Proces urbanizacije, koji je zahvatio sve veće gradove, postaje ključan za oblikovanje građanskog društva, budući da gradovi postaju prostori koncentracije kapitala, administracije, kulture i obrazovanja. Urbanizacija se tako može smatrati temeljnim pokretačem društvenih promjena i institucionalizacije suvremenog građanstva.

U kontekstu gospodarskog razvoja svakako treba naglasiti ulogu Rijeke, iznimno značajne luke za trgovinu sjeverne Hrvatske koja, zahvaljujući svom geoekonomskom položaju, istodobno predstavlja izlaz na more i za znatno složeniju makroregiju — slovenske i austrijske krajeve, srednjoeuropske zemlje, kao i podunavsku nizinu⁴⁴. Sredinom XIX. stoljeća, u Rijeci započinje snažniji razvoj brodogradnje uz prateće gospodarske grane, ali i prerađivačke industrije, čiji proizvodni pogoni prelaze uske okvire cehovskog obrta. Naime, tijekom pola stoljeća dualističke vladavine u Austro-Ugarskoj Monarhiji, cjelokupni društveni i gospodarski razvoj Rijeke provodio se u ozračju njene tradicionalne

⁴³ Ibid., 2018. 75–76

⁴⁴ Karaman, Igor (1986). Razvoj stanovništva i privrede u urbanom sustavu grada Rijeke od revolucije 1948/49 do raspada Habsburške monarhije 1918, *Historijski zbornik*, Godina XXXIX (1). str 79 — 130

uloge *pomorskog emporija*⁴⁵, posrednika u izvoznoj trgovini agrarnim i industrijskim proizvodima Ugarske. Ključni utjecaj na svakodnevni život i gospodarsku djelatnost riječkoga stanovništva imao je položaj, koji je grad zauzeo unutar suvremenog prometnog sustava istočne polovice Monarhije (tzv. Translajtanije), osobito zbog razvoja novih kopnenih i pomorskih veza — prvenstveno željezničkih i parobrodskih — između ugarskog zaleđa i vanjskih tržišta.

Nametnutom Ugarsko–hrvatskom nagodbom iz 1868. godine, budimpeštanska je Vlada osigurala odlučujući utjecaj u oblikovanju suvremenog, osobito željezničkog prometnog sustava, i to ne samo na području ugarskoga dijela Monarhije, već i na prostoru sjeverne Hrvatske. Premda je izgradnja željeznica na teritoriju Austro–Ugarske Monarhije uopće, pa tako i u Ugarskoj, početno financirana privatnim ulaganjima (često inozemnim), mađarska je Vlada već oko 1880. provela nacionalizaciju, u okviru koje je mogla razvoj željezničke mreže podrediti vlastitim nacionalnim ciljevima.

Počeci elektrifikacije hrvatskih zemalja unutar Austro–Ugarske Monarhije sežu u 1880. godinu, kada je električno osvijetljena županijska Tvornica tanina i bačava. Već 1883. u Županji je uvedena i javna rasvjeta, čime je započela era električne infrastrukture u urbanim sredinama. Za ovu Monografiju posebno je značajan podatak da je Šibenik u kolovozu 1895. godine dobio električnu javnu rasvjetu, zahvaljujući hidroelektrani na rijeci Krki — poznatoj kao Krka, a potom kao Jaruga I. U početku je električnom energijom napajano 216 rasvjetnih tijela i dio privatnih kuća, dok je već sljedeće godine priključeno i gradsko kazalište. U godinama koje su uslijedile, elektrifikaciji su se pridružili prvi industrijski potrošači i sve veći broj kućanstava. Taj izniman pothvat ostvarila je šibenska tvrtka *Ante Šupuk i sin*, predvođena vizionarskim pristupom jednog od pionira elektrifikacije na ovim prostorima, Vjekoslava Meichsnera⁴⁶.

U političkom kontekstu, već od kraja XIX. stoljeća jačalo je protumađarsko raspoloženje — od spaljivanja mađarske zastave 1895. do velikih narodnih prosvjeda 1903., koji kulminiraju ostavkom bana Khuena Héderváryja. Narodni pokret iz 1903. aktualizirao je hrvatsko pitanje unutar Monarhije i potaknuo savez slavenskih naroda. Frano Supilo i Ante Trumbić promiču tzv. novi kurs, politiku suradnje hrvatske i srpske opozicije, koja je rezultirala Riječkom i Zadarskom rezolucijom (1905.) te stvorila Hrvatsko–srpsku koaliciju (1906.) Premda je Frano Supilo bio njen idejni vođa, s vremenom ga uklanja Svetozar Pribičević, koji Koaliciju usmjerava prema savezničkim odnosima sa Srbijom i stvaranju zajedničke južnoslavenske države⁴⁷.

⁴⁵ Ibid., 1986., str. 94

⁴⁶ HEP vjesnik, godina XXVII, Zagreb, br 269/309, srpanj — kolovoz 2013.

⁴⁷ Goldstein, Ivo (2003). *Hrvatska povijest*. Zagreb, Novi Liber.

Socijalne i političke posljedice gospodarskog razvoja, višeznačni utjecaji industrijalizacije

Kao nasljednica Habsburške Monarhije, Austro–Ugarska Monarhija je od svojih početaka, 1867. godine, u europskom prostoru predstavljala vrlo utjecajnu, istodobno i iznimno složenu državnu tvorevinu. U vanjskopolićkom kontekstu, Monarhija je bila snažno usmjerena prema centralizaciji upravnih i vojnih struktura s ciljem održavanja statusa velike europske sile, a time i učinkovitog suočavanja s izvanjskim izazovima. Osobito se to odnosilo na europske sile poput Prusije, Rusije i poslije Italije. Istodobno, njena snaga je ovisila i o stalnoj potpori širokog spektra društvenih sudionika — od aristokracije, građanstva, do manjinskih etničkih i vjerskih skupina⁴⁸. Naime, za razliku od unitarnih nacionalnih država koje su se istodobno razvijale u zapadnoj Europi, Austro–Ugarska Monarhija je kao višenacionalna politićka zajednica bila suoćena s izazovima duboke etnićke i kulturne raznolikosti. Zbog toga je poticanje osjećaja pripadnosti perifernih naroda, bilo kroz administrativne reforme ili kroz uključivanje njihovih nacionalnih elita u upravne strukture ili selektivno priznavanje kulturnih autonomija — postala ciljana strategija. Ipak, takvo oblikovanje politićke kohezije, premda pragmatićno, često je rezultiralo nezadovoljavajućim kompromisima koji su ugrožavali stabilnost Monarhije te produbljivali unutrašnje napetosti, posebice u kontekstu rastućih nacionalnih pokreta od kraja XIX. stoljeća.

Proces industrijalizacije koji je intenzivno zahvatio dijelove Austro–Ugarske Monarhije tijekom posljednjih desetljeća XIX. stoljeća, imao je dubok i višeslojan utjecaj na društvenu strukturu i politićku dinamiku unutar Monarhije. Industrijski rast, osobito u razvijenijim regijama poput Donje Austrije, Češke, Moravske i dijelova Hrvatske (primjerice Rijeka, Zagreb, Sisak), potaknuo je urbanizaciju i demografsku mobilnost, pri ćemu su velike migracije iz ruralnih područja u gradove postale konstanta tog razdoblja⁴⁹. Naime, razvoj industrijskih centara stvorio je novu radnićku klasu, sastavljenu ponajviše od seljaštva koje se prilagodilo tržišnoj ekonomiji i novim oblicima rada. Taj sloj društva bio je suoćen s niskim nadnicama, dugim radnim

⁴⁸ Judson, P., M. (2016). *The Habsburg Empire. A New History*, The Belknap Press of Harvard University Press, London Cambridge, Massachusetts,

⁴⁹ Judson, P., M. (2016). *The Habsburg Empire. A New History*, The Belknap Press of Harvard University Press, London Cambridge, Massachusetts,

vremenom, nesigurnim poslovima i neprimjerenim stambenim uvjetima, osobito u prvim fazama industrijalizacije. S obzirom na teške uvjete rada, među radništvom su se započeli razvijati socijalni pokreti, sindikalne organizacije, ali i političke stranke koje su zagovarale radnička prava, socijalnu pravdu i političko sudjelovanje.

Osim ekonomskih, industrijalizacija je izazvala i kulturne i političke promjene, posebno u urbanim sredinama gdje su se razvijali novi oblici građanske kulture, ali i jačala socijalnu duboku razliku između bogatih industrijalaca i radništva. Ta razlika postala je vidljiva i u političkom životu Monarhije, gdje su pitanja društvene pravde, kao i prava radnika sve češće postajala predmetom parlamentarnih rasprava. U tom kontekstu, od 1902. razvija se i radnički pokret u Hrvatskoj i Slavoniji, Rijeci, Istri i Dalmaciji, čije su se organizacije već 1903. uključile u šire događaje, odnosno djelovanje Narodnog pokreta protiv mađarske hegemonije u Hrvatskoj⁵⁰.

Gospodarski razvoj i rast industrije iznimno snažno su utjecali na političke pokrete u Austro–Ugarskoj Monarhiji, uključujući i Hrvatsku. Industrijalizacija nije samo preoblikovala gospodarske okolnosti, već je oblikovala i političke stranke čije je djelovanje postalo sve izraženije.

U tom razdoblju dolazi do uspona socijalističkih i radničkih pokreta, koji su svojim programima i aktivizmom nastojali odgovoriti na rastuće društvene nejednakosti, nezadovoljstvo radničke klase i želju za većim političkim sudjelovanjem. U Hrvatskoj, kao i u drugim dijelovima Austro–Ugarske, radnička klasa postala je politička snaga koja je započela oblikovati socijalnu i političku dinamiku u zemlji. S druge strane, gospodarski rast i industrijalizacija također su utjecali i na stvaranje nacionalnih pokreta. Naime, rast industrije i povezano osuvremenjivanje, a osobito izgradnja željezničke infrastrukture — omogućili su bolje povezivanje i komunikaciju među različitim dijelovima Monarhije, što je potaknulo jačanje nacionalnih i političkih identiteta. Općenito, zahtjevi za većom autonomijom i suverenitetom, koji su već bili prisutni, poprimili su novu dimenziju u kontekstu gospodarskog razvoja. Politički ciljevi nacionalnih i radničkih pokreta započeli su se usklađivati, jer su obje skupine prepoznale potrebu za nacionalnom samostalnošću. Industrijalizacija je time postavila temelje za politički angažman koji je u konačnici prouzročio veće političke promjene u Europi, a time i u Hrvatskoj.

Premda su početkom Prvog svjetskog rata radnički pokreti poduprli Monarhiju, uskoro su pojedine od etničko–nacionalnih frakcija unutar multinacionalnog radničkog pokreta, koji je djelovao u obje polo-

⁵⁰ Oštrić, Vlado. *Radnički pokret u Hrvatskoj od 1867. do početka XX stoljeća*, Rasprave i članci, dostupno na <https://hrcak.srce.hr/file/314260> pristup 3.7.2025.

vice dvojne Monarhije, započele preusmjeravati svoju politiku prema nacionalnoj neovisnosti. Zbog pogoršanja životnih okolnosti i nestašice hrane, brojni štrajkovi kao i drugi oblici prosvjeda radničke klase potresali su Carstvo u posljednje dvije godine sukoba.

U trenutku sloma Austro–Ugarske Monarhije ujesen 1918. godine, radnički je pokret unutar njenih granica bio duboko razjedinjen, budući da su mnogi bili suočeni s glađu, izrabljivanjem i represijom, ali i zastrašujućim brojem žrtava te materijalnim razaranjem. Struktura radničke klase se u međuvremenu znatno promijenila: među radnicima sve je veći udjel činilo mlađe stanovništvo i žene, koje su u velikom broju zamijenile muškarce mobilizirane za rat. Ti novi sudionici unijeli su dodatnu dinamiku i nezadovoljstvo u već nestabilan socijalni poredak, čineći kompromis između radničke baze i političke elite sve težim.

Austro–Ugarska Monarhija kapitulirala je 3. studenog 1918. godine, nakon što je postalo očito da se vojni slom Carstva, kao i radikalizacija unutrašnjih izazova više ne mogu zaustaviti. Predsjednik Sjedinjenih Američkih Država, Woodrow Wilson, javno je dao potporu oslobođenju slavenskih naroda od austrougarske i njemačke vlasti. U listopadu su diljem Monarhije proglašene nove nacionalne države: u Zagrebu je to bila Država Srba, Hrvata i Slovenaca, u Pragu je proglašena neovisnost Čehoslovačke, a jednako su učinili i Poljaci. Ugarska je službeno raskinula državnu pravnu uniju s Austrijom te je proglašena Mađarska demokratska Republika. Time je prestao postojati dualistički sustav uspostavljen Nagodbom iz 1867. godine. Rat je završio u ozračju sloma: masovni štrajkovi, dezerterstva i prosvjedi ubrzali su kraj borbi. Cijena rata bila je golema — više od 10 milijuna mrtvih, od čega 1,5 milijuna austrougarskih vojnika. Ekonomske i psihološke posljedice bile su nesagledivo teške. Upravo s tim naslijeđem suočila se novoosnovana Njemačko–austrijska Republika, proglašena 12. studenog 1918. godine.⁵¹

⁵¹ The World of Habsburg: *The End of Monarchy and Birth of New States*, dostupno na <https://ww1.habsburger.net/en/chapters/end-monarchy-birth-new-states>, zadnji pristup 3.7.2025.



Neposredno prije ubojstva austrijskog nadvojvode i austrougarskog prijestolonasljednika Franje Ferdinanda I. njegove suruge Sofije za službenoga posjeta Sarajevu 28. lipnja 1914. godine

Literatura

- Banac, I. (1988). *The National Question in Yugoslavia: Origins, History, Politics*. Cornell University Press.
- Banac, I. (1995). *Nacionalno pitanje u Habsburškoj Monarhiji*, Zagreb: Globus, 132–137.
- Bérenger J. (2001). *A History of the Habsburg Empire 1700–1918*, London, Longman, 323–325.
- Gross, M. (1997). *Izvorno pravaštvo*, Zagreb: NSK, 135–140.
- Goldstein, Ivo (2003). *Hrvatska povijest*. Zagreb, Novi Liber.
- Hanak, P. (1998). *The Garden and the Workshop: Essays on the Cultural History of Vienna and Budapest*, Princeton University Press.
- HEP vjesnik, godina XXVII, Zagreb, br 269/309, srpanj — kolovoz 2013.
- Informator (2020). *Vremeplov: Karlovački mir — 26.siječnja 1699.*, dostupno na <https://informator.hr/strucni-clanci-vremeplov/vremeplov-karlovacki-mir-26-siječnja-1699>
- Jareb, M. (1996). *Hrvatska politika i politika novog kursa*. Zagreb: Hrvatski institut za povijest.
- Judson, Pieter M. (2016). *The Habsburg Empire: A New History*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kann R. A.(1974). *A History of the Habsburg Empire, 1526–1918*. Berkeley: University of California Press.
- Kann, Robert A. (1974). *The Dual Monarchy in Perspective: A History of the Austro-Hungarian Empire, 1867–1918*, New York: Columbia University Press.
- Karaman, Igor (1986). *Razvoj stanovništva i privrede u urbanom sustavu grada Rijeke od revolucije 1948/49 do raspada Habsburške monarhije 1918*, Histojski zbornik, Godina XXXIX (1).
- Luketić, M., Mazur, T. (2018). *Klasnostaleško društvo Banske Hrvatske u 19. stoljeću*, Osijek, Filozofski fakultet u Osijeku, Od-sjek za povijest,
- Markus, T., *Trojedna kraljevina Hrvatska, Slavonija i Dalmacija od 1790. do 1918.: osnovne smjernice političke povijesti, do-stupno na <https://www.matica.hr/media/knjige/temelji-moderne-hrvatske-1190/pdf/trojedna-kraljevina-hrvatska-sla-vonija-i-dalmacija-od-1790-do-1918-osnovne-smjernice-politicke-povijesti-tomislav-markus.pdf>*,
- Matković, H. (2000). *Povijest Jugoslavije: Od nastanka do 1918*. Zagreb: Školska knji-ga.
- Oštrić, Vlado. *Radnički pokret u Hrvatskoj od 1867. do početka XX stoljeća*, Rasprave i članci, dostupno na <https://hrcak.srce.hr/file/314260>
- Roksandić, D., Holjevac, Ž., Šimetin Šegvić, F., Šimetin Šegvić, N. (2021). *Trojedna Kraljevina Dalmacija, Hrvatska i Slavonija u Habsburškoj Monarhiji 1848./1849.*, Zagreb, Hrvatski državni arhiv.
- Rothenberg, G. E. (1960). *The Austrian Military Border in Croatia, 1522–1747*, University of Illinois under the auspices of the Graduate School
- Rudolph, R. L. (2012). *Industrial Development in the AustroHungarian Monarchy 1873–1914*. In *Banking and Industrialization in AustriaHungary*. Cambridge University Press.
- Schulze Max-StephanM Wolf Nikolaus (2009) *Economic Nationalism and Economic Integration: The Austro-Hungarian Empire in the Late Nineteenth Century*, Cesifo Working Paper No. 2813 Category 8: Trade Policy.
- Sked A. (1989). *The Decline and Fall of the Habsburg Empire, 1815–1918* (London: Longman, 1989), 242–245.
- Sugar, P. F. (1995). ed., *Eastern European Nationalism in the Twentieth Century*, Washington, D.C.: American University Press.
- Suppan, A. (2015). *Je li Austro-Ugarska bila osuđena na propast?* Zagreb, Hrvatski institut za povijest.
- Šemetin Šegvić, N., Šemetin, Šegvić, F. (2010). *Uspon prije pada: Industrijalizacija u Austro-Ugarskoj i tvornice Škoda do 2014*. Pro tempore, No. 8–9
- Šimetin Šegvić, Filip (2018). Što je ostalo od Habsburške Monarhije nakon 1918. godine? Rasprava o kontinuitetima i diskontinuitetima, Zagreb, Zavod za hrvatsku povijest, Vol. 50, br.1.
- The World of Habsburg: The End of Manar-chy and Birth of New States, dostupno na <https://ww1.habsburger.net/en/chapters/end-monarchy-birth-new-states>, zadnji pristup 3.7.2025.



Ploča u spomen posjetu Skradinskom buku kralja Franje Josipa I. i njegove supruge Elizabete Bavorske 1875. godine, gdje su se divili ljepoti Manojlovačkih slapovia (danas dio vidikovca u narodu prozvan Careva glava)













ELEKTROTEHNIČKA RAZGLEDNICA
Tehničke inovacije i pronalasci, istosmjerna pa
izmjenična električna struja, višefazni trofazni
prijenos za elektrifikaciju svijeta

Goran Slipac

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta





Razvoj elektrotehnike u svijetu, Europi i Hrvatskoj krajem XIX. stoljeća

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Kraj XIX. stoljeća obilježile su revolucionarne promjene u tehnologijama, kada se postupno napušta korištenje parnih strojeva i započinje era korištenja električne energije (ponajprije u tehnologijama rasvjete žaruljama sa žarnom niti, a potom i elektromotornih pogona). Puštanje u pogon prve elektrane s istosmjernim generatorima u New Yorku (Edison, 1882.) označilo je početak komercijalne proizvodnje, distribucije i opskrbe električnom energijom za široku potrošnju. U to su doba ostvareni i prvi pokušaji prijenosa električne energije. Istina, elektrifikacija je započela korištenjem istosmjerne struje, ali se ubrzo uvidjelo da za takav sustav nema budućnosti.

Važno je napomenuti da je elektrifikacija, u užem smislu te riječi, započela u Europi i to brojnim tzv. elektrotehničkim izložbama u svim velikim ili glavnim gradovima tadašnjih zapadnoeuropskih država: Parizu, Beču, Münchenu, Frankfurtu. U povijesti čovječanstva, to je bilo razdoblje velikog oduševljenja s tehničkim pronalascima. Potaknuti tehničkim razvojem i primjenom elektrotehnike, elektrotehnički projekti ostvarivani su i u Hrvatskoj. Pretežito su takve projekte provodili poduzetnici, koji su bili u prigodi biti sudionicima tih prijelomnih događaja u Europi i koji su potom znali i mogli stečena znanja i iskustva primijeniti i u gradovima u Hrvatskoj. Takav jedan projekt bila je i izgradnja Hidroelektrane (HE) Krka, zatim prijenosnog te distribucijskih vodova sve do krajnjih potrošača.

U tom razdoblju, u Hrvatskoj se osnivaju znanstvene i stručne organizacije i udruge, s ciljem okupljanja hrvatske inteligencije te uspostave sustavnog prijenosa znanja i iskustava s područja nove tehničke discipline. Te su organizacije promicale i pojedine hrvatske odličnike, ne samo na lokalnoj nego i na svjetskoj razini. To je uvelike pridonijelo afirmaciji novih tehnologija temeljenih na električnoj energiji. Svi su oni postavili temelje tehnološkoj revoluciji zvanoj elektrifikacija, koja je ubrzo uslijedila, istina s prekidima: Prvim i Drugim svjetskim ratom i različitim političkim okolnostima. Ali, napredak je bio nezaustavljiv.

Počeci primjene električne energije, poticaj brzih promjena zapadne civilizacije

Čovječanstvu je trebalo skoro 200 godina (XVII. i XVIII. stoljeće) od prvog razumijevanja novog prirodnog fenomena, nazvanog »elektricitet« prema grčkom imenu za jantar (William. Gilbert¹, Thomas Browne²), do prepoznavanja statičkog elektriciteta, kao i do izuma drukčijeg oblika električne energije koji se, također, nazivao struja (ili galvanska struja) (A. Volta³, 1800.). Temeljem toga, zapadna civilizacija vrlo brzo počela se mijenjati.

U tablici je dan kronologijski prikaz najvažnijih pronalazaka na području elektrotehnike, od samih početaka.

Prva spoznaja o značaju električne energije za širu društvenu uporabu dogodila se 1831. godine, kad je Michael Faraday⁴ otkrio fenomen elektromagnetske indukcije. Na temelju takvog otkrića, bilo je moguće proizvesti električnu struju koristeći generatore na mehanički pogon, koji su pretvarali mehaničku u električnu energiju. Sljedeće godine Hyppolite Pixii⁵ koristio je čelične magnete za generator s učinkom indukcije. Načelo dinama, koji su samostalno ali skoro istodobno otkrili Werner Siemens, Charles Wheatstone i Alfred Varley, bio je snažan poticaj razvoju korištenja električne energije. Antonio Pacinotti izumio je značajna poboljšanja na generatoru istosmjerne struje 1860. godine, a opisao ih je u članku objavljenom 1865. godine, u časopisu *Il Nuovo Cimento*. U generatoru je korištena prstenasta armatura, oko koje je bila omotana žica da bi se proizvela »kvalitetnija« struja od one koju su proizvodile prethodne vrste dinama. On je otkrio da se taj uređaj,

¹ William Gilbert (1544. – 1603.) bio je engleski dvorski liječnik Elizabete I. i Jakova I. i filozof prirodnjak, poznat po svojim radovima u područjima magnetizma i elektriciteta.

² Sir Thomas Browne (1605. – 1682.) bio je engleski znanstvenik i autor djela koja otkrivaju njegovo sveobuhvatno obrazovanje u različitim područjima, uključujući znanost i medicinu, religiju i ezoteriju.

³ Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, talijanski fizičar, jedan od osnivača elektrostatičke, profesor u Paviji, objasnio je Galvanijev pokus sa žabljim kracima, električnim naponom koji nastaje između dva metala kada je između njih elektrolit.

⁴ Britanski znanstvenik koji je dao izniman doprinos kroz otkrića na području elektromagnetizma i elektrokemije

⁵ Francuz, bavio se proizvodnjom instrumenata, 1832. napravio je rani oblik električnog generatora izmjenične struje temeljen na načelu elektromagnetske indukcije koji je otkrio Michael Faraday.

također, može koristiti i kao električni motor. Sljedeće godine, 1866., Werner Siemens je nakon što je njegova kompanija proizvela dinamo generator, vjerovao da će »samouzbuđa« ili načelo dinama biti odlučujuće u proizvodnji električne energije u budućnosti. S tom pretpostavkom osmislio je riječ »elektrotehnika« (*electro-technique*), što znači cjelovitu primjenu električne energije pri proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije te upotrebi električnih uređaja. U tim ranim godinama primjenjive električne energije, cjelokupni napredak bio je predstavljan na različitim izložbama u Europi i svijetu, gdje su se prenosila tehnička znanja i rješenja.

Znanstveni temelji elektriciteta u XIX. stoljeću — prekretnice

Godina	Znanstvenik
1800.	Alessandro Volta (Italija) konstruirao prvi galvanski članak.
1820.	André-Marie Ampere (Francuska) iznosio temeljne zakone elektromagnetizma.
1821.	Thomas Johann Seebeck (Njemačka) otkrio termoelektricitet. Michael Faraday (Engleska) otkrio elektromagnetsku indukciju.
1822.	Peter Barlow (Engleska) izumio Barlow wheels, koji se smatra prvim električnim motorom.
1827.	Georg Simon Ohm (Njemačka) iznosio temeljni zakon električnih struja, definirajući pojam otpora.
1831.	Michael Faraday otkrio zakone elektromagnetske indukcije i stvorio prvi generator istosmjernje struje.
1832.	Samuel Morse (Amerika) konstruirao električni telegraf.
1839.	Antoine Becquerel (Francuska) izumio fotonaponsku ćeliju.
1851.	Heinrich Ruhmkorff (Njemačka) izradio induksijsku zavojnicu koja je dobila ime po njemu.
1855.	Léon Foucault (Francuska) otkrio struje inducirane u metalnim masama.
1859.	Gaston Plant (Francuska) izumio punjivi olovni akumulator
1860.	Antonio Pacinotti (Italija) izumio prototip dinama poznat kao Pacinottijev prsten
1865.	James Maxwell (Škotska) uspostavio sveobuhvatnu teoriju elektromagnetskih valova za koju je uspio pokazati vezu sa svjetlosnim valovima.
1866.	Werner von Siemens (Njemačka) izumio samouzbuđu dinama pod nazivom »dinamoelektrični principi«.
1867.	Sir William Thomson (Lord Kelvin) izumio elektrometar.
1869.	Zenobe Gramme (Belgija) izumio dinamo koji je dobio ime po njemu.
1873.	Hippolyte Fontaine (Francuska) konstruirao prvi dalekovod za prijenos električne energije (primjenjujući načelo reverzibilnosti Grammeovog dinama) u Beču.
1876.	Alexander Graham Bell (SAD) registrirao svoj patent za »govoreći telegraf« neposredno prije svog sunarodnjaka Elishe Graya; Pavel Yablochkov (Rusija) konstruirao lampu koja je nazvana po njemu — njegov sustav rasvjete postavljen je sljedeće godine na <i>Place de l'Opera</i> u Parizu.

Izvor: »The History of CIGRE«, 2010.

U to vrijeme započinje osnivanje stručnih i znanstvenih organizacija i udruga. Jedno takvo društvo, najpoznatije po ugledu sastavljanja izvješća sa sastanaka, bilo je Kraljevsko društvo (UK), a nakon 1800. godine Kraljevski institut u kojem je bio zaposlen Michael Faraday. Spomenuti Institut imao je iznimno važnu ulogu u širenju znanja o električnoj energiji tijekom XIX. stoljeća. Nacionalna tehnička društva, koja su se bavila isključivo napretkom na području električne energije, započela su s aktivnim radom u drugoj polovici XIX. stoljeća. Primjerice, poznati IEE institut (Britanski institut inženjera elektrotehnike) osnovan 1871. godine kao Društvo telegrafskih inženjera, 1880. godine promijenio je ime u Društvo telegrafskih inženjera i elektrotehničara da bi ponovno 1889. promijenio ime u Institut inženjera elektrotehnike (IEE). Američki institut inženjera elektrotehnike iz 1884. godine kasnije se spojio s Institutom za radijske inženjere te je 1963. godine promijenio ime u (današnji) IEEE. To su bile formativne godine za iznimno važne organizacije koje su okupljale inženjere različitih disciplina, s namjerom razmjene znanja i rasprava o tehničkim problemima i rješenjima. Naime, spoznalo se da su to bila jedina mjesta na kojima se mogu donositi relevantne odluke o elektrotehnici.

Širenje istosmjerne električne struje zahvaljujući pioniru novog svijeta, »čarobnjaku iz Menlo Parka«

Treba napomenuti da su se tehničke inovacije i pronalasci pretežito ostvarivali u Europi kao što je, primjerice, bio, izum Zenobe Gramme (Belgija). On je razvio industrijski dinamo 1869.–1871. sa svoja dva prva prototipa. Ali, budućnost »Grammeovog stroja« sigurno bi ostala ograničena da Hippolyte Fontaine nije 1873. otkrio da je reverzibilan. To je značilo da se od generatora istosmjerne struje može napraviti električni motor koji se opskrbljuje mehaničkom energijom i sposoban je zamijeniti parni stroj u proizvodnim radionicama. To je bilo revolucionarno otkriće. Na drugom kraju »Velike bare« bio je čovjek koji je izumom, inovacijom te industrijskom i komercijalnom upotrebom prvog cjelovitog električnog sustava, omogućio veličanstveno širenje tehnologije istosmjerne struje na međunarodnoj razini ranih 1880-ih godina. Bio je to Thomas Alva Edison (SAD), prozvan »Čarobnjak iz Menlo Parka«.

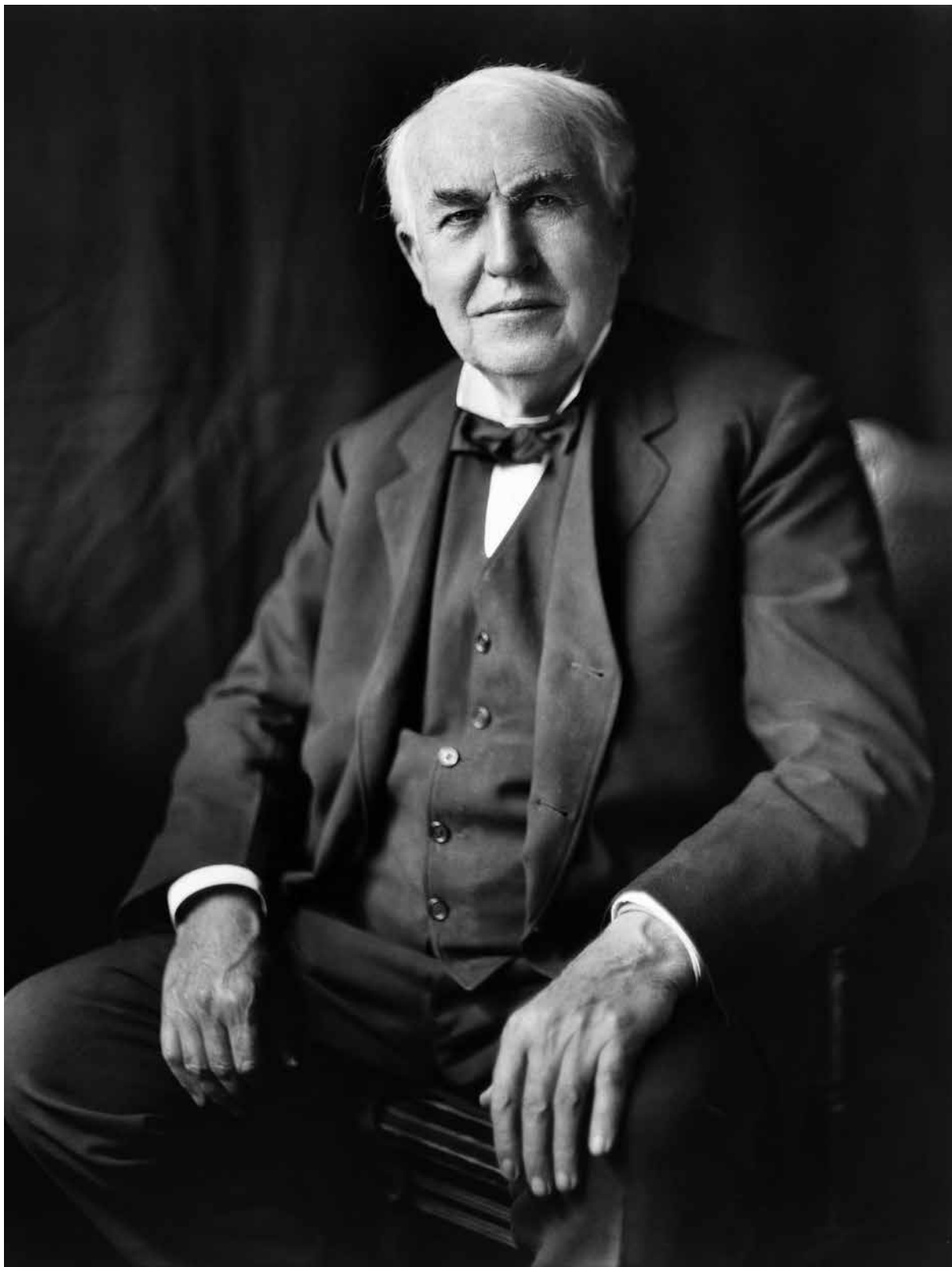
Thomas Alva Edison je ponajprije od ranih 1870-ih godina bio prepoznat kao stručnjak za telegrafske sustave, posebice za burzu, s razvojem tzv. multiplex telegrafije za slanje više poruka istodobno te teleprinteru koji mu je odmah priskrbio bogatstvo. Godine 1876. odlučio je postati neovisni izumitelj te je tražio mjesto za postavljanje »tvornice izuma«. Izabrao je *Menlo Park* — malo izolirano mjesto

između New Yorka i Philadelphije, »pogodno za razmišljanje«. Tako su od 1878. do 1882., dok se Edison usredotočio na razvoj potpunog električnog (početci elektroenergetskog) sustava, izgrađeni pogoni za izradu žarulja sa žarnom niti (bez volframa), jer se još od 1878. bavio pitanjem užarenosti materijala kad kroz njih protječe električna struja. Odlučio je upotrijebiti duge tanke filamente⁶ napajane niskim naponom u vakuumu. Krajem 1879. u električnoj žarulji korišten je karbonizirani komad japanskog bambusa. Kasnije su korišteni i drugi materijali, ponajprije metali. Istodobno, s druge strane Atlantika, Englez Joseph Swan⁷ nastavio je tvrditi da je on izumio žarulju sa žarnom niti. Upravo u to doba, žarulju s volframovom niti izumio je Franjo Hanaman — hrvatski kemičar, metalurg i izumitelj, o kojem malo više naknadno. Ova istodobnost pokazuje zajednički proces međunarodnog natjecanja i ponekad sukoba koji, sve do danas, obilježava povijest znanosti i tehnologije, a osobito električne energije i njene industrijske primjene.

T. A. Edison je, imajući bogato iskustvo s tržišta uređaja, istražio sustav plinske rasvjete u četvrti *Wall Streeta* kako bi odredio obilježja tržišta umjetne rasvjete. Ujesen 1878., uz pomoć financijskog pokrovitelja, osnovao je tvrtku *Edison Electric Light Company*, kojoj je tijekom pet godina donosio sve svoje patente za električnu rasvjetu i motore. Brzo su osnovane druge tvrtke kako bi se stvorio koherentan sustav. To su bile tvrtke: *Edison Electric Illuminating Company* iz New Yorka osnovana 1880. za prvu »centralnu električnu stanicu«, *Edison Machine Works* 1881. za izgradnju generatora, *Edison Lamp Works* (1880.) i *Edison Electric Tube Company* (1881.) za kabelsku distribuciju električne energije. Može se reći da je od rujna 1882. cjelokupni sustav distribucije električne energije bio dizajniran, patentiran i testiran u maloj mjeri u *Menlo Parku*, prije nego što je u sljedećih nekoliko mjeseci primijenjen u New Yorku (s *Pearl Street* elektranom u četvrti *Wall Streeta*, izvorno s 400 svjetiljki i 59 korisnika) pa u cijelim Sjedinjenim Američkim Državama, a potom i u cijelom svijetu. T. A. Edison nastavio je svoj rad kao izumitelj sve do svoje smrti 1931., ali skoro svi njegovi izumi u inovacijskim klasterima u sektoru električne energije bili su ostvareni prije 1882. godine. Zapravo, 1886. je napustio utočište *Menlo Park* i prodao svoje udjele u kapitalu elektroenergetskih kompanija koje je osnovao, a 1892. *Edison General Electric* postao je američki i multinacionalni div. Glavna komercijalna konkurentska prednost tvrtke T. A. Edisona, predstavljena njegovim motom »Sustav je najvažniji«, bila je u činjenici što je za tržište pametno dizajnirao i na njega plasirao cjelokupan istosmjerni

⁶ Filamenti su tanke nitaste strukture.

⁷ Sir Joseph Wilson Swan (1828. – 1914.) bio je engleski fizičar, kemičar i izumitelj poznat kao nezavisan rani razvijatelj uspješne žarulje sa žarnom niti.



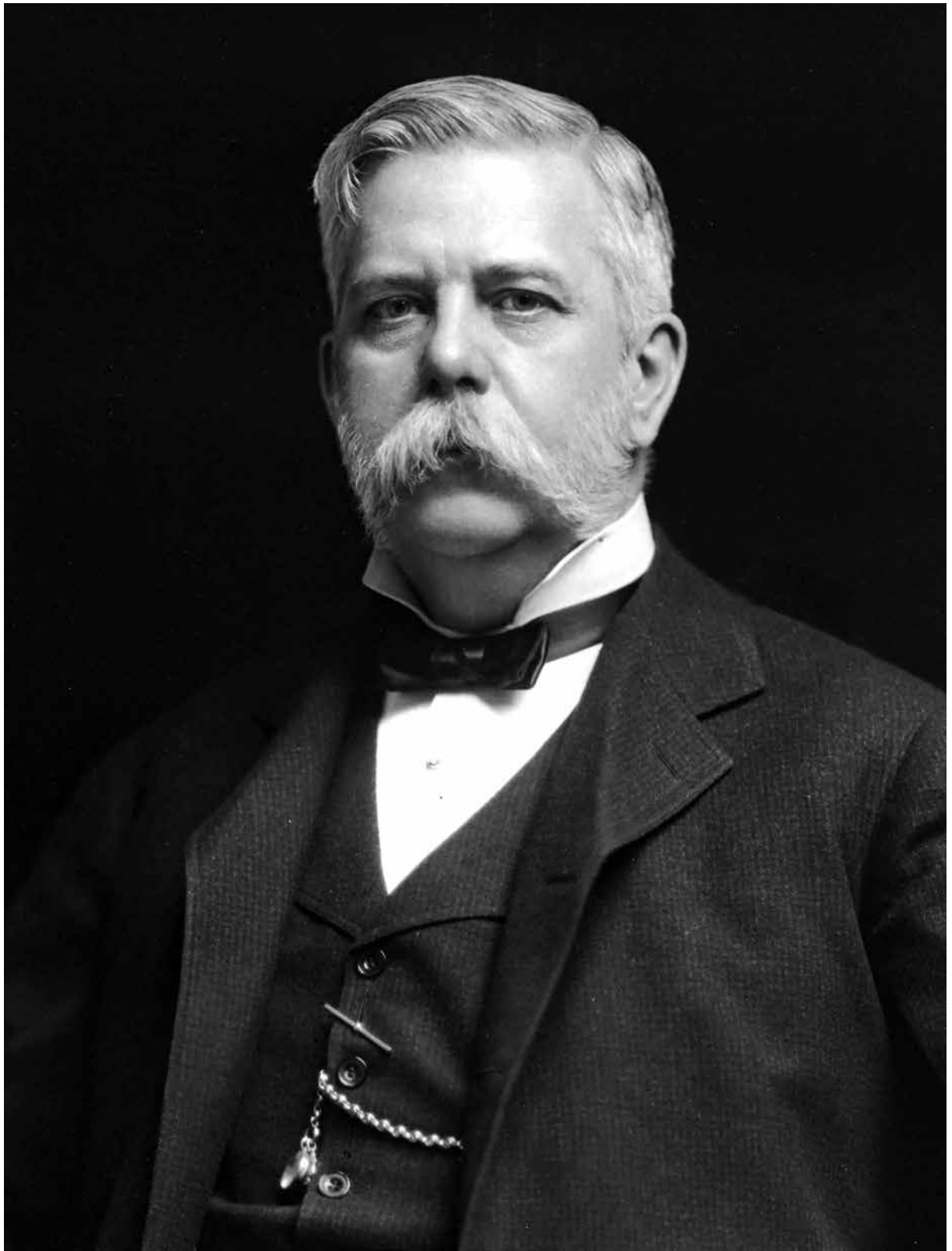
Thomas Alva Edison

industrijski sustav — od generatora do najrazličitijih namjena. Bila je to doista sveobuhvatna elektrotehnička inovacija, koja je spajala inovacije proizvoda i tehničkih procesa, ali i komercijalne aspekte, koje nije zanemarivao. Do 1885. godine T. A. Edison registrirao je približno pet stotina patenata. Ali, taj je *pionir novog svijeta*, predvođen Sjedinjenim Američkim Državama, postupno morao ustupiti mjesto pojavi i širenju konkurentskog sustava — sustava izmjenične električne struje, a posebno trofazne izmjenične električne struje.

Međunarodni uspon sustava G. Westinghousea i trijumf izmjenične električne struje

Glavni konkurent Thomasa Alve Edisona bio je američki poduzetnik George Westinghouse. Tehnička i industrijska konkurencija postojala je na međunarodnoj razini od samog početka, znači ne samo na području Sjedinjenih Američkih Država u kojima se, vrlo vjerojatno, to tržište najprije i pojavilo. G. Westinghouse ponajprije je započeo s poslovanjem 1870–ih godina u Americi a ubrzo je proširio poslovanje na međunarodnoj razini i to u strateškom sektoru sigurnosnih tehnologija, u kojemu je stvorio prvo industrijsko carstvo. Izumio je i razvio prve kočnice sa stlačenim zrakom, niz automatskih željezničkih signala i sustav za siguran prijenos prirodnog plina. Međutim, 1884. godine, dobro razumijevajući značajne mogućnosti vodećeg sektora druge industrijske revolucije, odlučio je svoj rad u potpunosti posvetiti inovacijskim klasterima, koji se odnose na električnu energiju. G. Westinghouse je sa zanimanjem promatrao razvoj tehnologija u proizvodnji električne energije izmjenične struje u Europi.

U razdoblju 1881.–1884., Lucien Gaulard i John Dixon Gibbs demonstrirali su prednosti transformatora, koji je omogućio transformaciju napona. Kako bi unaprijedio tehničke karakteristike tog uređaja 1885. godine G. Westinghouse otkupio je patente Gaulard–Gibbs za Sjedinjene Američke Države. Sljedeće godine je distribucijski sustav izmjenične struje, uključujući korištenje transformatora, opsluživao 150 žarulja sa žarnom niti, u malom gradu u Massachusettsu. Smatra se da je od 1886. izmjenični sustav Westinghousea započeo natjecanje s Edisonovim istosmjernim sustavom, koji je u tom trenutku bio razvijeniji. Sustav istosmjerne električne struje imao je monopol pa su njegovi zagovornici, radi zaštite ekonomskih interesa, često provodili kampanje o, navodno, štetnosti izmjenične električne struje. Takva kampanja i nerijetka klevetanja vezana uz velike komercijalne i financijske uloge, iznimno je zaoštrila neprijateljstvo kada je država New York odlučila koristiti izmjeničnu električnu energiju za provedbu smrtno presude (siječanj 1889.) zahvaljujući izumu električne stoli-



George Westinghouse 1906.

ce, koja je trebala zajamčiti trenutačnu i skoro bezbolnu smrt. Tehniku električne stolice, čija je prva službena uporaba bila mukotrpna i bolna, njeni su protivnici odmah povezali sa sustavom Westinghousea. Nekako istodobno, G. Westinghouse zaposlio je Nikolu Teslu, a vjerojatno tada nije slutio o komu je riječ. Njegov zadatak bio je usavršiti i proizvesti motore i generatore na izmjeničnu struju. N. Tesla, koji je emigrirao u Sjedinjene Američke Države (SAD) 1884., razvojem dvofaznog motora postao je slavan u međunarodnoj povijesti električnih inovacija, u velikom patentu registriranom za prijenos izmjenične električne struje, u nizu od 112⁸ patenata koje je registrirao samo u SAD-u. N. Tesla je na početku rada u SAD-u kratko vrijeme radio s Edisonom, a potom se pridružio glavnoj konkurentskoj tvrtki Westinghouse, koja je razvijala izmjenični električni sustav. Unutar korporacije Westinghouse, N. Tesla je bio jedan od glavnih inženjera zaduženih za izgradnju hidroelektrane na Niagarinim slapovima, koja je puštena u pogon 1895. godine.

Što se događalo u Europi?

U Europi krajem XIX. stoljeća se znanje o novitetima u elektrotehnici pretežito prenosilo na svjetskim sajmovima ili posebnim međunarodnim izložbama električne energije. Prva, tzv. Međunarodna izložba električne energije održana je 1881. godine u Parizu, a taj je događaj bio povezan s Međunarodnim kongresom koji je organizirala Vlada Francuske Republike, pod vodstvom ministra pošte i telekomunikacija Adolphea Cocheryja. Održavanje je naložio predsjednik Jules Grévy koji je u uvodnom obraćanju izrazio veliko zanimanje za razjašnjavanje stanja znanosti o električnoj energiji te njenoj primjeni, kao i za skupljanje i usporedbu rezultata istraživanja. To je bio prvi sveobuhvatni međunarodni kongres o tehnologijama u svezi s električnom energijom (pod nazivom *Congres International des Électriciens*), na kojem se raspravljalo o nastanku znanosti o električnoj energiji. Na Kongresu je bio veliki broj vrlo poznatih stručnjaka i znanstvenika s područja elektrotehnike, njih više od 250 iz 27 država, a među njima i Werner Siemens, H. Helmholtz, G. R. Kirchhoff, Z. Gramme, P. Yablochkov, H. Fontaine, M. Deprez, Lord Kelvin, G. Ferraris i drugi. U to vrijeme u svijetu je bilo 1,5 milijarda ljudi.

Jedan od tih iznimno važnih stručnjaka bio je Marcel Deprez, koji je predstavio nova načela rada strujnog kruga — paralelnu shemu, koja je bila u suprotnosti s prethodnim serijskim radom, a na te-

⁸ Prema podacima iz knjige »The History of CIGRE (International Council on Large Electric Systems) A key player in the development of electric power systems since 1921«, CIGRE Paris, 2010.

melju potreba za osvjetljavanjem lučnim svjetiljkama pogonjenima istosmjernom električnom strujom. Taj novi koncept *otvorio je vrata* komercijalnoj upotrebi električne energije za različite korisnike. Na Kongresu su o brojnim zanimljivim temama raspravljali i znanstvenici te se prvi put vodila rasprava o električnim jedinicama na međunarodnoj razini. Preporučeno je bilo koristiti mjerne jedinice poput ampera, volta i oma, kao praktične jedinice za struju, napon i električni otpor, a postupno su ih prihvatili i inženjeri elektrotehnike. Bilo je jasno da su Međunarodna izložba i Kongres u Parizu 1881. godine pokazali vrlo naprednu razinu proučavanja razvoja elektrotehnike, napose istosmjerne električne struje, odnosno električnih uređaja na istosmjernu električnu struju.

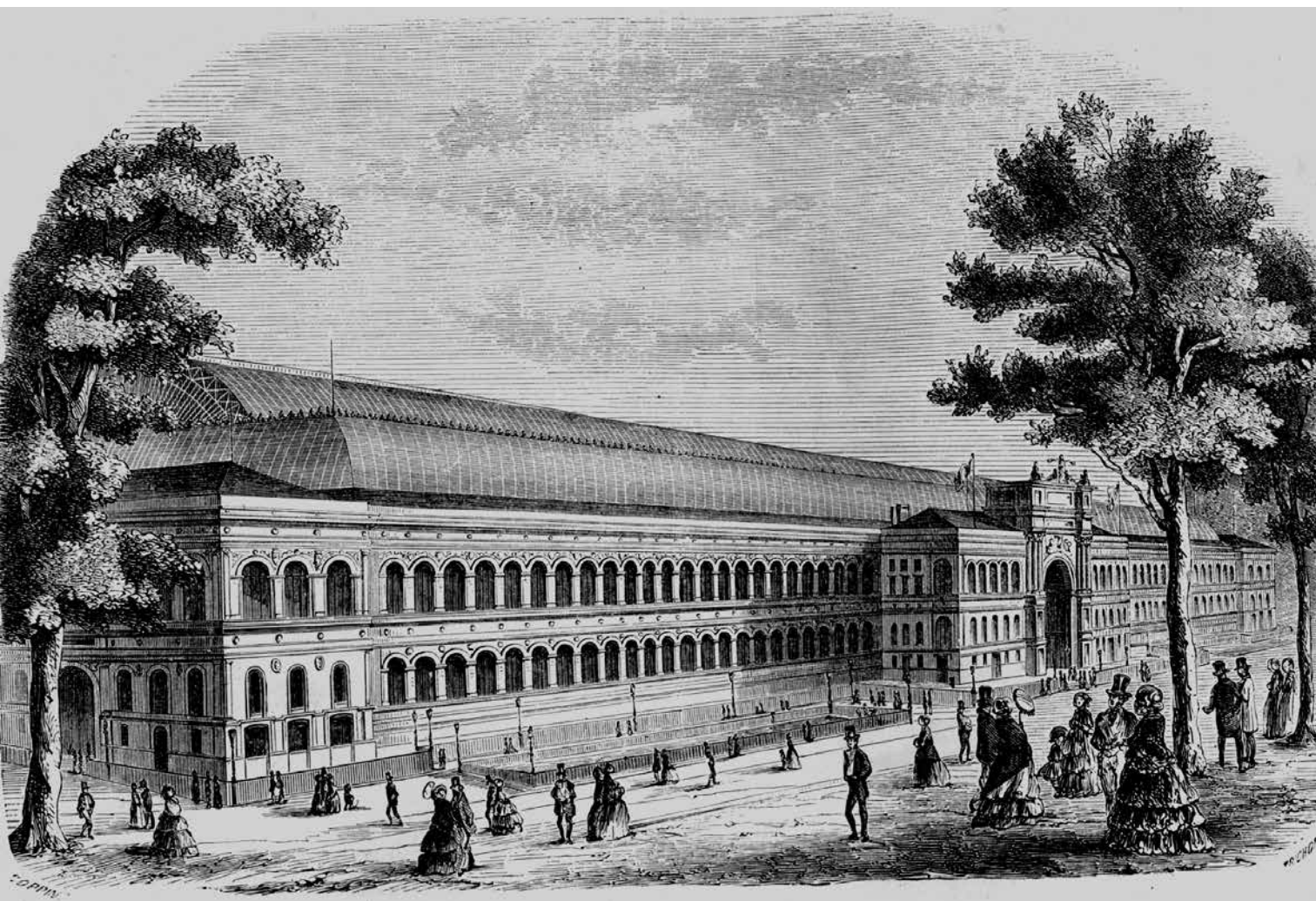
Vrlo je zanimljivo, i nije slučajno, da je točno 40 godina kasnije u Parizu osnovan CIGRE, kao nastavak spomenutog međunarodnog kongresa kao potpora razvoja tehnologije električne energije, standardizacije nove opreme za električne sustave te razmjene tehničkih informacija o elektroenergetskim sustavima, u ozračju suradnje za ostvarenje zajedničkih ciljeva.

Što se događalo »preko velike bare«? U New Yorku je sljedeće godine, 4. rujna 1882., puštena u pogon elektrana Pearl Street — prva komercijalna elektrana. Sirovinska osnovica bio je ugljen, a generatori su bili dinamo strojevi (600 kW), odnosno generatori istosmjerne električne struje. Elektrana je opskrbljivala 82 korisnika s približno 400 žarulja (žarulje su ipak bile najznačajniji potrošač). Tako su proizvodnja, distribucija i opskrba električne energije postale djelatnosti.

I u Europi se događao napredak, kako u tehnologiji tako i u razumijevanju elektrotehnike i koncepata razvoja sustava (možda je malo preuranjeno reći razvoja elektroenergetskog sustava, ali to su ipak bili početci). Te 1882. godine, 16. rujna, u Münchenu je organizirana Druga međunarodna izložba tehnologija električne energije, na kojoj je prikazan prijenos električne energije s istosmjernom električnom strujom na vodu dugačkom 57 km — od Miesbacha do Münchena.

Projekt su osmislili francuski elektrotehničar Marcel Deprez⁹ i njemački pionir električne energije Oscar von Müller, koji je kasnije 1903. godine u Münchenu osnovao najveći tehnički muzej na svijetu (*Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik*).

⁹ Jedna od znamenitijih osoba tog razdoblja bio je Marcel Deprez (1843. – 1918.), francuski inženjer i pionir elektrotehnike poznat po svojim eksperimentima s prijenosom električne energije na velike udaljenosti.



Međunarodna elektrotehnička izložba u Parizu 1881.

Projekt je proveden tako da je na vod bio narinut napon 2 kV, a prenesena snaga bila je 2,5 kW i koristila se za pokretanje umjetnog vodopada. Korištena je jednostavna željezna telegrafska žica i to postrojenje nije opstalo nakon nekoliko dana. Učinkovitost prijenosa bila je vrlo niska, drugim riječima gubitci su bili preveliki. Taj eksperiment pokazao je, a neki vjeruju i da je dokazao, kako prijenos istosmjernom električnom strujom na veće udaljenosti nije ekonomičan. Za istosmjernu električnu struju značio je to poraz u jednoj, ali ipak važnoj, *utakmici* u kojoj je pobijedila izmjenična struja. Također, te godine zabilježeni su pokušaji primjene izmjenične električne struje, napose višefaznog sustava. Mnogi povjesničari tehnologija električne energije suglasni su da je razdoblje od 1882. do 1892. godine bilo najinovativnije razdoblje u povijesti razvoja elektrotehnike.



Marcel Deprez



Međunarodna elektrotehnička izložba u Münchenu

Najinovativnije razdoblje u povijesti razvoja elektrotehnike od 1882. do 1892. godine

N. Tesla je radio za T. A. Edisona, ali u Parizu i to neposredno prije nego što se preselio u SAD 1884. godine. U Strasbourgu je održao prezentaciju o modelu dvofaznog sinkronog generatora i motora spojenog sa četiri vodiča. Međutim, izum višefaznih sustava nije bio jednostavan i prošao je složeni povijesni put, koju su neki nazvali »prvim tehnološkim ratom« ili »ratom struja« između istosmjerne i višefazne izmjenične struje.

Treća Međunarodna izložba tehnologija električne energije održana je 1883. godine u Beču.

Otprilike u to vrijeme organizirano je i tzv. Povjerenstvo, koje je tijekom Izložbe imalo zadaću obavljati električna mjerenja i nadzor nad provedbom različitih znanstvenih istraživanja. Predsjednik Povjerenstva bio je profesor Josef Stefan (Beč), a potpredsjednici su bili profesor Galileo Ferraris (Torino), profesor Hauße¹⁰ (Beč), profesor Erasmus Kittler (Darmstadt), Sir William Siemens (London), Col. J. Florensoff (Sankt Petersburg), Major A. Obermayer (Beč), Sir William Siemens (London), Prof. Éleuthère Mascart (Pariz), Emil Effendi Lacoine (Konstantinopol) i Prof. E. Gérard (Liège) i drugi. Povjerenstvo je bilo podijeljeno, prema temama, u osam sekcija. Primjerice, znanstveni instrumenti, dinamo električni uređaji, električno osvjetljenje, prijenos električne energije, telegrafija, telefonija i drugo. Javnost je pokazala veliko zanimanje za spomenutu Međunarodnu izložbu, koja je bilježila u prosjeku 15 000 posjetitelja dnevno. Zanimanje za taj događaj u Beču, kao i njegov utjecaj na daljnji razvoj tehnologija i njihovu primjenu u Europi bio je golem. Posljedično, brojne države u Europi pokrenule su prve složenije projekte primjene električne energije, upravo nakon te Međunarodne izložbe u Beču.

Sljedeći važan događaj u povijesti električne energije bila je Izložba električne energije održana 1884. godine u Torinu (Italija). Na temelju ideja Galilea Ferrarisa bio je razvijen jednofazni prijenos izmjenične električne energije napona 2 kV i snage 20 kW na udaljenosti od 40 km, ali bez elektromotora kao krajnjeg potrošača. Učinkovitost takvog prijenosa na (tada) veliku udaljenost iznosila je 89 posto. Rezultati spomenutog pokušaja pokazali su da je prijenos izmjenične električne energije relativno jednostavan i vrlo učinkovit. Pitanje koje u tom trenutku nije bilo riješeno bila je izvedba elektromotora na izmjeničnu električnu struju. Tim velikim izazovom bavili su se mnogi znanstvenici, među mnogima i Tesla, Bradley, Haselwander, Ferraris, Dolivo–Dobrowolski, Wenstrom i drugi

¹⁰ Nažalost nije bilo moguće naći ime, najvjerojatnije je to Leopold von Hauße, profesor strojarstva (maschinenbau) na Tehničkoj visokoj školi u Beču.



Galileo Ferraris

Zbog povijesne važnosti izuma za kasniju elektrifikaciju svijeta trebalo bi malo više istraživati to znakovito desetljeće 1882. – 1892. Na stojeći otkriti povijesnu istinu, ponekad se nameće pitanje tko je doista izumitelj pojedinih tehnika ili uređaja. Na Simpoziju posvećenom Nikoli Tesli održanom 1976. godine izrečena je zanimljiva teza o toj

temi: »Putovanje između otkrića i realizacije izuma ne traje jednako dugo. Ako izum nastane u razdoblju kada elementi realizacije još nisu poznati, autori realizacije i izuma su oboje — i izumitelji i kreatori proizvoda. No, ako izum nastane u razdoblju kada su elementi realizacije poznati, autor izuma je samo izumitelj.« Nakon 1884. godine, brojni svjetski znanstvenici bavili su se višefaznim sustavima i električnim motorima. Mnogi od njih zaslužuju da ih se sjećamo, jer bi svijet bez tih znanstvenika i velikih genija vjerojatno bio drukčiji. [Čebulj, 1976.]

76

Kronologija izuma višefaznih izmjeničnih sustava od 1882.–1892.

Datum	Znanstvenik	Izumi, patenti
Veljača 1882.	Nikola Tesla	Prva ideja i koncept višefaznog sustava prijenosa električne energije.
Ožujak 1884.	Nikola Tesla	Model dvofaznog sinkronog generatora i motora predstavljen u Strasbourgu.
1885.	Galileo Ferraris	Konstrukcija i ispitivanja dvofaznog indukcijskog motora.
6. ožujka 1885.	Blathy, Deri, Zipernowski	Odobreni patent, DRP 40414, putem paralelne veze generatora, transformatora i korisnika; prva upotreba riječi transformator. (Predstavljeno na Izložbi u Budimpešti).
8. svibnja 1887.	Bradley	Prvi patent zatražen u SAD-u (390439), za dvofazni sinkroni uređaj sa/bez uzbude.
12. listopada 1887.	Haselwander	Prvi javni rad trofaznog modela generatora sa samouzbudom (2,8 kW, 32 Hz).
12. listopada 1887.	Nikola Tesla	Prijava američkih patenata 381968 (elektromagnetski motor) i 382280 (prijenos energije).
30. studenog 1887.	Nikola Tesla	Prijava tri nova patenta američkom Uredu za patente: višefazni motori s rotorom u kratkom spoju.
23. prosinca 1887.	Nikola Tesla	Prijava dva nova patenta američkom Uredu za patente: primjena u distribuciji.
18. ožujka 1888.	Galileo Ferraris	Predavanje u Torinu o njegovim ispitivanjima dvofaznog indukcijskog motora.
1. svibnja 1888.	Nikola Tesla	Odobreno svih sedam patenata prijavljenih 1887. godine.
16. svibnja 1888.	Nikola Tesla	Pozvan da održi predavanje na Sveučilištu Columbus, New York: »Novi sustav izmjeničnih motora i transformatora«, pred AIEE-om (Američki institut inženjera elektrotehnike)

Izvor: Monografija »SEERC CIGRE History«, Slovenian Association of Electric Power Engineers CIGRE&CIRED, Slovenia, 2020.

Izumitelji su u naravi umjetnici koji vide stvarnost drukčijim očima pa su se najčešće proglašavaju pametnima, vidovitima ili iznimno inteligentnima. Ali, čini se da to nije univerzalno pravilo za sva područja pa su previdjeli, ili možda nisu marili, za pojedine naizgled vrlo jasne činjenice. Pokazalo je to Teslino predavanje na Sveučilištu Columbus, što je bila pogreška koju izumitelji obično čine. Samo dva tjedna nakon što su mu odobreni patenti, predstavio je sve pojedino-sti patenata, prije nego što je konstruirao te uređaje i proveo ispitivanja. Ubrzo, dva mjeseca nakon predavanja (u srpnju), objavljena su sveobuhvatna izvješća o Teslinim izumima u njemačkom *ETZ–Elektrotechnische Zeitschrift*. Nakon toga se pojavila bujica prijavljenih patenata višefaznih sustava širom svijeta.

Kronologija izuma višefaznih izmjeničnih sustava nakon patenata N. Tesle

Datum	Znanstvenik	Izumi, patenti
21. srpnja 1888.	Haselwander	Prijavio patente o višefaznim motorima.
Jesen 1888.	Dolivo–Dobrowolski	Početak konstrukcije prvog induksijskog motora s rotirajućim magnetskim poljem.
5. listopada 1888.	Bradly	Prijavio patent 404465; dvofazni induksijski motor s kaveznom armaturom.
20. listopada 1888.	Bradly	Prijavio patent 409450; trofazni sinkroni generator i motor.
Veljača 1889.	Dolivo–Dobrowolski	Ispitivanje izmjeničnog trofaznog motora s rotirajućim poljem.
8. ožujka 1889.	Dolivo–Dobrowolski	Prijavio patent (DRP 51083) za kavezne induksijske motore.
9. travnja 1889.	Wenström	Prijavio britanski patent 5423 za sustave rotirajućih polja.
29. kolovoza 1889.	Dolivo–Dobrowolski	Prijavio patent DRP56359 jezgri i jarma trofaznih transformatora.
5. prosinca 1889.	Dolivo–Dobrowolski	Prijavio britanski patent 19554 trofazne zvijezda–trokut spoj.
8. siječnja 1890.	C. L. Brown	Prvi patent trofaznog transformatora prijavljen u Švicarskoj.
24. siječnja 1891.	C. L. Brown	VN ispitivanja u tvornici Oerlikon za prijenos 20 kV i 30 kV golim vodičima.
28. kolovoza 1891.	Dobrowolski, Brown, Miller	Prvi rad trofaznog sustava prijenosa Lauffen — Frankfurt na udaljenosti od 176 km, 15 kV; 42 Hz s generatorom od 300 KW, a na izložbenoj strani je bio motor od 100 KW; $\eta=75\%$

Izvor: Monografija »SEERC CIGRE History«, Slovenian Association of Electric Power Engineers CIGRE&CIRED, Slovenia, 2020.

Inicijatori prijenosa električne energije višefaznim sustavom izmjenične struje svoj izum darovali čovječanstvu

U zaključku izvješća F. Hillebranda, *Zur Geschichte des Drehstromes (On the history of the three-phase current)*, objavljenog u časopisu ETZ, autor je potvrdio da je N. Tesla bio prvi koji se intenzivno bavio prijenosom električne energije koristeći višefazni sustav izmjenične struje te da je bio prvi koji je opisao temelje takvog prijenosa i prvi koji je patentirao načelo višefaznog induksijskog motora¹¹. U Izvješću je, također, stajalo da se u razdoblju od 1882. do 1892. godine rješenje naziralo pa stoga ne iznenađuje činjenica da se sličan tijekom misli skoro istodobno dogodio u mnogim umovima i sa sličnim rješenjima. Oba inicijatora spomenutog izuma, N. Tesla i G. Ferraris, bili su velikodušni ljudi koji su veliku ideju poklonili čovječanstvu, što je omogućilo širenje tehničke inovacije i ubrzanje razvoja višefaznih sustava, jednako kao i konkurencije. Nikola Tesla nije bio samo veliki znanstvenik, nego i veliki humanist, odnosno Čovjek. Profesor Milan Vidmar (*otac* slovenskog elektroenergetskog sustava po kojem se da-

¹¹ Na poveznici <https://www.dziv.hr/hr/tesla-patenti/> Državnog zavoda za intelektualno vlasništvo pobrojani su patenti Nikole Tesle, ali dojam je da to područje nije dovoljno istraženo.

nas naziva jedan institut u Sloveniji), susreo ga je u New Yorku 1936. godine i u ushićenju je diva elektrotehničke struke opisao sljedećim riječima: »...kao umjetnik, pjesnik koji pati kada stvara, koji se odmiče od svijeta, koji prezire novac, ne mari za blesave titule i nagrade, koji živi za svoje ideje i ne treba komfor niti luksuz, on je upravo takav.«

Nažalost, profesor G. Ferraris umro je prerano (7. veljače 1897.) u dobi od 50 godina, u godinama vrhunca osobnog stvaralaštva. Čovječanstvu je ostavio prvo teoretsko objašnjenje rada rotirajućih magnetskih polja (*Un metodo per la trattazione dei vettori rotanti ed una applicazione di esso motori elettrici a correnti alternate*, Torino, ožujak 1888.). Stoga su ga mnogi povjesničari opisali kao glavnog znanstvenika s područja rotirajućih izmjeničnih polja, s obzirom na činjenicu da je prvi konstruirao dvofazni motor i objasnio taj izum u ožujku 1888. godine, tijekom akademskog predavanja u Torinu. Nameću se retorička pitanja: tko je bio prvi i je li to uopće važno?

Spomenimo jedan primjer iz povijesti elektrotehnike, koji se odnosi na poznati izum — patentiran, ali nedovoljno publiciran u stručnoj zajednici te je zato ostao nepoznat. Riječ je o kanadskom izumu *Metoda i aparat za kontrolu električne struje*¹² iz 1925. godine, koji je patentirao Julius Edgar Lilienfeld, fizičar rođen u Austro-Ugarskom Carstvu u Lembergu (danas poznatom kao Lavov, Ukrajina). On je izumio verziju tranzistora s efektom polja (Lilienfeld je predložio strukturu s tri elektrode, koristeći poluvodički materijal bakar-sulfid). Više od 15 godina kasnije izumljen je tranzistor, dobio je naziv i patentirala su ga tri američka izumitelja (Bardeen, Shockley, Brattain) i za to su 1956. godine dobili Nobelovu nagradu. Taj primjer svjedoči o važnosti G. Ferrarija i N. Tesle, koji su cijelom svijetu darovali svoje ideje višefaznog električnog sustava.

S druge strane, istina je da je inženjer Mikhail Dolivo Dobrowolski (rođen u Rusiji, poljsko-ruskog podrijetla, radio u Njemačkoj) bio prvi koji je konstruirao i primijenio trofazni sustav povezan u trokut, sa samo tri vodiča te je stoga bio jeftiniji od dvofaznog sustava. U kolovozu 1891. godine, tijekom Međunarodne izložbe električne energije u Frankfurtu, prvi put u povijesti prikazan je prijenos izmjeničnog trofaznog sustava na velike udaljenosti (175 km) između Lauffena i mjesta na kojem se održavala izložba u Frankfurtu. Taj projekt osmislili su Mikhail Dolivo-Dobrowolski (1862. – 1919.), Oskar von Miller (1855. – 1934.) i Charles Lancelot Brown (1863. – 1924.). Posljednji je došao iz tvornice strojeva *Maschinenfabrik Oerlikon* (MFO) u Švicarskoj. Nakon tog projekta, C. L. Brown i njegov prijatelj Walter Boveri 1891. godine osnovali su poduzeće *Brown-Boveri & Cie* (BBC) u Badenu,

¹² J. Lilienfeld, »Method and Apparatus for Controlling Electric Current.« US-patent 1745175.

u Švicarskoj. Poduzeće je preraslo u globalnu kompaniju, što je bio veliki napredak za švicarsku industriju. Godine 1978. BBC je pripojena švedskoj kompaniji ASEA te je nastalo i danas dobro poznato poduzeće ABB.

Projekt predstavljen u Frankfurtu uključivao je sinkroni trofazni generator smješten u Lauffenu, snage 230 kVA, 150 okr/min, 42 Hz. Generator je osmislio i konstruirao C. Brown iz MFO-a, a jednako je učinio i s transformatorom za transformaciju napona na 15 kV. Nadzemni vod nalazio se na drvenim telegrafskim stupovima raspoređen od 60 m, s porculanskim izolatorima tipa igle ispunjenim uljem i bakrenim vodičima promjera 4 mm. Na mjestu izložbe u Frankfurtu nalazio se transformator za 15/65 kV te asinkroni trofazni motor od 100 KS, koji je pokretao mali vodopad. M. Dolivio–Dobrowolski osmislio je i konstruirao nadzemni vod i elektromotor.

Međunarodno povjerenstvo izabrano za evaluaciju opisanog Projekta izvijestilo je o rezultatima prijenosa električne energije:

- učinkovitost prijenosa iznosila je između 68,5 posto i 75,2 posto,
- napon nadzemnog voda varirao je između 15 kV i 25 kV, a maksimalna učinkovitost prijenosa električne energije iznosila je 78,9 posto.



Međunarodna elektrotehnička izložba u Frankfurtu 1891.

Pobjedom višefaznog trofaznog prijenosa nad istosmjernim započela elektrifikacija svijeta

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Tako je prvi trofazni prijenos električne energije potvrdio pobjedu višefaznog trofaznog prijenosa nad istosmjernim. Demonstracija Projekta trofaznog prijenosa 1891. godine najavila je početak elektrifikacije svijeta.

Sljedeći višefazni projekt nastao je 1895. godine, a bio je objavljivan u međunarodnom tisku više od svih drugih projekata s električnom energijom. Bio je to Projekt izgradnje hidroelektrane (koja se nazivala *Adams Power Plant Transformer House*) za proizvodnju izmjenične električne struje na Niagarinim slapovima, s prijenosom električne energije do grada Buffala u SAD-u, na udaljenosti od 30 km. Međutim, taj dio Projekta (prijenos) ostvaren je nekoliko godina kasnije. (Naša HE Krka puštena je samo tri dana nakon američke na Niagarinim slapovima i to uz komponentu prijenosa i distribucije električne energije i, sukladno tomu, projekt HE Krka jedinstven je u svijetu i, dakako, u Hrvatskoj.)

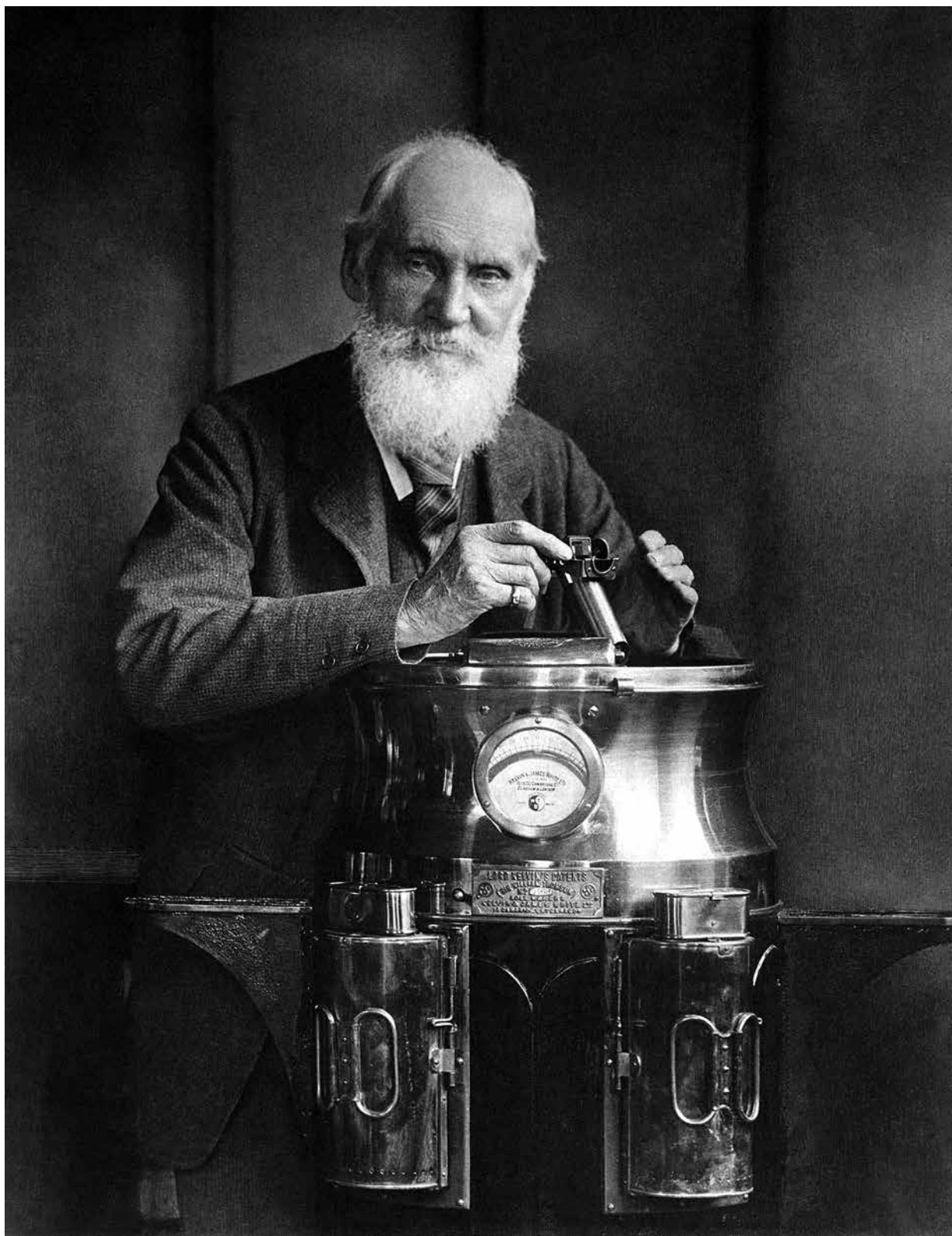
Poduzeće *Westinghouse* dobilo je ugovor za izgradnju elektrane, a poduzeće *General Electric* za prijenos energije do grada Buffala. Elektrana *Adams Power Plant Transformer House* na Niagarinim slapovima je bila osmišljena kao dvofazni sustav s frekvencijom od 25 Hz. U transformatorskoj stanici dvofazni sustav pretvoren je u trofazni od 11 KV, usmjeren prema gradu Buffalu. Prijenos je ostvaren godinu dana kasnije (1896. godine). Zanimljivo je da je Komisija za odabir, pod vodstvom Lorda Kelvina, raspravljala o pet različitih opcija za prijenos električne energije — od slapova Niagare do grada Buffala. Jedna od opcija bio je prijenos energije komprimiranim zrakom. Mnogi povijesni zapisi potvrdili su da je uspjeh trofaznog prijenosa u Njemačkoj 1891. godine bio jedan od glavnih razloga za odluku o višefaznom izmjeničnom sustavu za elektranu te prijenos energije do grada Buffala trofaznim sustavom. Velikoj popularnosti hidroelektrane na Niagarinim slapovima vjerojatno je pogodovala činjenica što je u to vrijeme to bila vrlo velika elektrana od 37 MW (50 000 KS).

Tih godina bilo je jasno da će budućnost elektrifikacije *nositi* trofazni izmjenični sustav pa je električna energija postala važan uvjet daljeg razvoja ljudske civilizacije. U tehnološkom *dvoboju* između istosmjerne i izmjenične struje, oblik izmjenične višefazne struje pobijedio je, budući da se pokazao kao najprikladniji oblik za široku upotrebu, a bio je i ekonomski učinkovitiji. Svi izumitelji i stvaratelji trofaznog elektroenergetskog sustava zaslužni su za svjetsku elektrifikaciju te za nezaustavljivi razvoj današnje civilizacije.

Osim na izložbama, znanje o električnoj energiji prenosilo se i širilo knjigama. U to vrijeme, primjerice, *Julius Springer Publishing House* bila je izdavačka kuća specijalizirana za područja prirodnih znanosti i inženjerstva. Tijekom 1880-ih, ta je Kuća preuzela pojedine znanstvene časopise, koji su ubrzo postali temeljni izvor podataka u svijetu elektrotehničke struke. Takav je, primjerice, časopis VDI (1882. godine, a postoji i danas). U poznatom desetljeću izuma, od 1882. do 1892. godine, spomenuta Izdavačka kuća objavila je brojne knjige koje su objasnile temelje istosmjerne i izmjenične struje i bile su izvorom znanja o elektrotehničkoj struci i znanosti.

Ubrzo je tehnički napredak i spoznaja o elektricitetu kao prirodnoj pojavi nametnuo potrebu izobrazbe stručnjaka na razini fakulteta. Prvo sveučilište u svijetu koje je osnovalo Odsjek za elektrotehniku bilo je ono u Darmstadtu (Njemačka) 1882. godine. Sljedeće godine osnovali su i prvi fakultet elektrotehnike te su prvi u svijetu uveli diplomski studij elektrotehnike. Tako je zanimanje za komercijalizaciju najnovijeg oblika energije — električne energije — na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće bilo sve veće. Usporedno s tim procesima, javila se i potreba za standardizacijom.

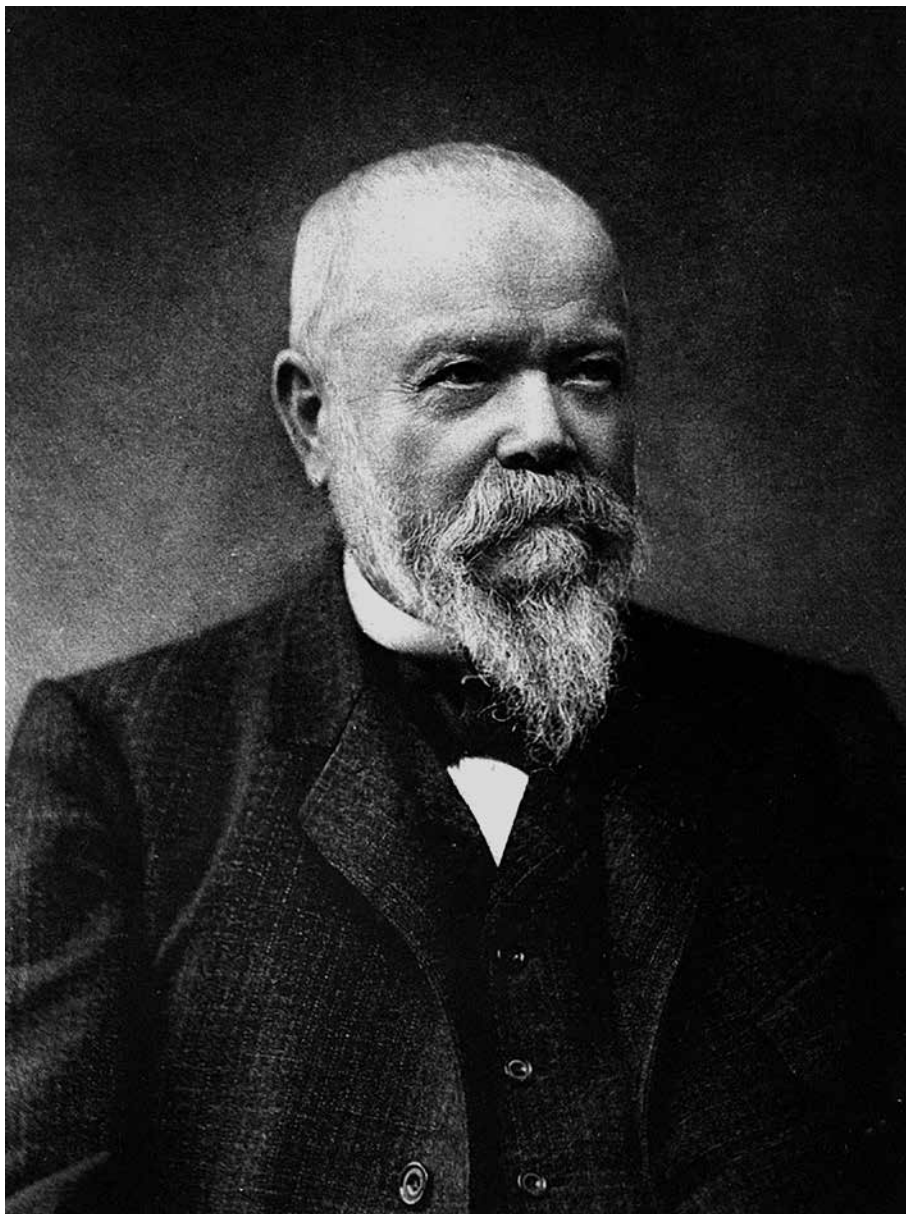
U američkom gradu St. Louise 1904. godine održan je prvi važan sastanak znanstvenika koji su sudjelovali na međunarodnim izložbama električne energije. Cilj je bilo osnivanje Međunarodne elektrotehničke komisije (IEC), što je ostvareno dvije godine kasnije, 1906. IEC je osnovan da bi zadovoljio sve veću potrebu za standardizacijom tehničkih obilježja električnih strojeva i novonastalih kućnih uređaja širom svijeta. Prvi predsjednik IEC-a je bio Lord Kelvin (William Thomson). Uskoro, između 1907. i 1908. godine bili su proizvedeni mnogi uređaji za domaćinstvo, poput električnog usisivača te peralice rublja. Te godine, na području prijenosa električne energije su inovacije u obliku izolatora okomitog ovjesa omogućile konstrukciju nadzemnih vodova napona viših od 60 kV, kao i prve ACSR (*Aluminum Conductor Steel Reinforced*) vodiče (1907. godine). Ali ti događaji izvan su vremenskog okvira ove Monografije pa se vraćamo u godine izgradnje HE Krka.



Lord Kelvin (William Thomson)

Tko je izumio prijenos električne energije?

Francuz Hippolyte Fontaine (1833. – 1910.) je bio poznati pionir na području električne energije. On je radio s društvom *Gramme* (Zenobe Gramme je bio poznati belgijski izumitelj na području elektrotehnike). Dinamo, koji je 1871. godine izumio Z. Gramme, bio je poboljšani Siemensov dinamo iz 1866. godine te je prvi u svijetu pružao viši napon i stabilniju istosmjernu struju. Na Međunarodnoj elektrotehničkoj izložbi u Beču 1873., H. Fontaine je želio posjetiteljima pokazati kako bi mogla raditi vodena crpka pokretana elektromagnetskim uređajem, koji koristi istosmjernu struju, a koju proizvodi doradeni dinamo generator. U početku vodena crpka nije dobro funkcionirala. H. Fontaine je potom izjavio: »Nakon ovog eksperimenta, pala mi je na pamet zamisao kako bi se mehanička energija mogla prenositi na udaljenostima koristeći električnu struju.« O tomu je napisao članak u francuskim novinama. Fontaineovu ideju prvi put su upotrijebili vlasnici francuske tvornice šećera, Felix i Chretien 1878. godine, u njihovoj tvornici u općini Sermaises. Prerada šećerne repice sezonski je posao pa su njihovi parni strojevi bili neproduktivni, osim tijekom jednog mjeseca u godini. Stoga su odlučili koristiti svoje strojeve za koristan posao, odnosno prijenos električne energije iz tvorničkih hala na oranice. Ugradili su dinamo u parni stroj da proizvodi istosmjernu struju pa su koristili fleksibilni kabel na udaljenosti od približno 800 m (od tvornice do oranica) kako bi prenijeli energiju na istosmjerni motor, koji je bio posebno dizajniran za pomoć pri oranju. Tim postupkom 1878. godine električna energija započela se koristiti i u ratarstvu u Francuskoj. Njihov primjer slijedili su brojni poduzetnici u Francuskoj i drugdje u svijetu, ponajprije zbog ekonomske učinkovitosti. H. Fontaine je također sudjelovao i na Prvom svjetskom kongresu i izložbi elektrotehnike u Parizu 1881. godine. Kao pioniru elektrotehnike, Republika Francuska je Hippolyteu Fontaineu dodijelila visoko priznanje Legija časti.

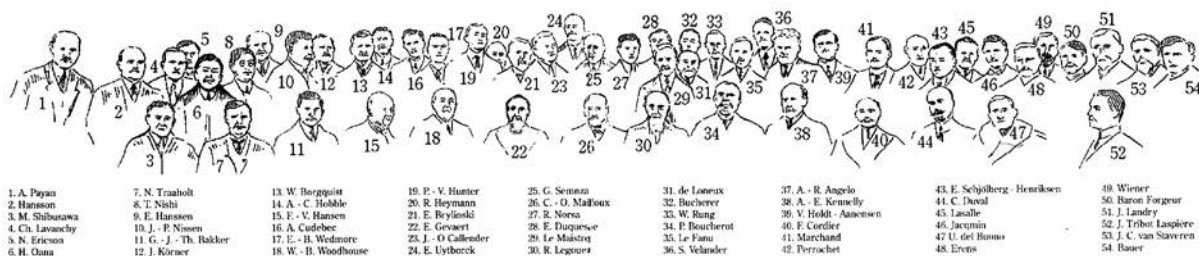


Hippolyte Fontaine (zapravo François Hypolite, ali je u smrtovnici napisano Hipolyte)

Etape razvoja (sažetak) elektroenergetskog sustava ili najvažniji izumu koji su usmjerili daljnji tijek razvoja elektrotehnike su kako slijedi.

- **1800.** — Alessandro Volta je izumitelj galvanskog članka, odnosno prvog izvora galvanske električne energije. Danas možemo reći da je taj izum u potpunosti promijenio čovječanstvo.
- **1831.** — Michael Faraday definirao je načela elektromagnetske indukcije, što je omogućilo brojnu primjenu električne energije, poput transformatora, električnih motora i generatora.
- **1865.** — James Clerk Maxwell izradio je *Dinamičku teoriju elektromagnetskog polja*, koja je sažela znanje o elektromagnetizmu, koristeći 20 temeljnih jednadžbi. Oko 1882. godine, Oliver Heaviside upotrijebio je vektorsku analizu i smanjio ih na četiri jednadžbe sa četiri nepoznanice. Te jednadžbe u potpunosti opisuju teoriju elektrotehnike.
- **1866.** — Werner Siemens je razvio dinamo električni uređaj na temelju dvostruke T armature. Siemens je kreirao riječ »elektrotehnika«. Kasnije su Zenobe Gramme (1871.) i Friedrich von Hefner–Alteneck (1873.) poboljšali dinamo da bi proizveli kvalitetniji istosmjerni napon. Žarulja sa žarnom niti (u prvo vrijeme to nije bila volframova nit) izumljena je 1879. godine (Edison, Swan), što je dovelo do nove primjene električne energije za široku upotrebu.
- **1881.** — Prvi međunarodni kongres i izložba elektrotehnike u Parizu unaprijedila je razmišljanje o električnoj energiji, načelima strujnog kruga te prvim jedinicama koje su dogovorili stručnjaci, ali i drugom.
- **1882.** — Početak komercijalizacije električne energije (Edisonova elektrana *Pearl Street* u New Yorku).
- **1882. – 1892.** — U izvorima se ovo desetljeće smatra povijesnim desetljećem inovacija. **Nikola Tesla, Galileo Ferraris, Charles Bradley, Fredrich August Haselwander, Michael Divo–Dobrowolski i Charles L. Brown** stvorili su višefazni izmjenični sustav, koji je širom *otvorio vrata* globalnoj elektrifikaciji.
- **1891.** — Prva demonstracija trofaznog električnog sustava između gradova Lauffen i Frankfurt u Njemačkoj.

- **1900. – 1920.** – Brojne inovacije u izolaciji, ovjesni izolatori (1907.), ACSR vodiči (1907.), električni generatori, početak standardizacije (terminologija, rotirajući strojevi, grafički simboli, nadzemni strujni vodiči i drugo), potrebe za međunarodnom suradnjom na području tehnologije nametnule su potrebu za trajnom međunarodnom konferencijom na kojoj bi se dijelilo stručno znanje o energetsom sustavu.
- **1921.** — Osnovan je CIGRÉ u Parizu, Francuska.



Osnivačka skupština CIGRÉ 1921. godine u Parizu u Rue de Madrid 7.

Elektrifikacija u pojedinim krajevima Hrvatske

Krajem XIX. stoljeća, dinamika elektrifikacije ovisila je o poduzetnicima koji su u električnoj energiji vidjeli različite mogućnosti, bilo za primjenu u industriji i rasvjeti ili za dobru zaradu. No, često gradska, općinska ili koja druga lokalna uprava nisu imali sluha za takve, u to doba, revolucionarne tehnologijske inovacije. Krajevi koji su bili »bliže« tada razvijenijim zapadnim zemljama brže su napredovali u elektrifikaciji. Jednako tako, gradovi kao što su Rijeka (od 1852.), Zagreb (1863.), Pula (1871.), Osijek (1884.), za javnu rasvjetu koristili su prirodni plin pa se moglo očekivati da će primjena električne energije nailaziti na različite prepreke, poglavito administrativne. U sljedećoj tablici dan je prikaz generatora prema vrsti i snazi u pojedinim većim gradovima u Hrvatskoj, krajem XIX. stoljeća. Od višefaznih generatora postojao je samo jedan i to onaj u Šibeniku.

Veća mjesta u Hrvatskoj prema najranijem početku elektrifikacije

Dalje u tekstu donosimo pregled događaja na području elektrifikacije u godini puštanja u pogon HE Krka.

God.	Mjesto	Izvor elektrifikacije	Tip	Generator		
				Pogon	Snaga	Vrsta struje
1889.	Vodnjan	El. centrala Marchesi&Compani	Mješ.	PS	25 kW	istosmjerna
1891.	Đurđenovac	Pilana	Mješ.	PS	120 kW	istosmjerna
1892.	Rijeka	TE Rijeka	Mješ.	PS	360 kVA	jednofazna
1893.	Čakovec	Mlin i munjara	Mješ.	PS	320 kW	istosmjerna
1894.	Bakar	Općinska javna HE i TE	Javna	VT+PS	6,5 kW	istosmjerna
1894.	Zadar	Električna centrala Zadar	Javna	PS	100 kW	istosmjerna
1895.	Šibenik	HE Krka, A. Šupuk i sin	Javna	VT	320 kVA	dvofazna
1895.	Varaždin	I.hrv.varažd.d.d.za el.rasvjetu	Javna	PS	150 kVA	jednofazna
1896.	Opatija	TE Punta Colova	Javna	PS	250 kVA	trofazna
1898.	Brijuni	Posjed Paul Kupelwieser	Mješ.	PS	25 KS	istosmjerna

Značenja pojedinih kratica: »Tip« znači tip elektrifikacije: mješovita (industrijska i javna) ili javna; pogon generatora može biti: »PS« što znači parni stroj i »VT« što znači vodna turbina. Izvor: Monografija HRO CIGRE »Sedamdeset godina djelovanja CIGRE u Hrvatskoj«, Zagreb, 2022.

Početna faza industrijalizacije u Slavoniji i Baranji odnosi se, ponajprije, na preradu drveta te proizvodnju brašna i prehrambenih proizvoda. Oslonjena je na angažman domaćih veleposjednika i poduzetnika i djelomice suzdržljivi mađarski i austrijski kapital. U slavonskoj poljoprivredi korištena su 1893. godine ukupno 284 lokomotive i dva stabilna parna stroja, ukupne snage od približno 1 500 KS, a u industriji 77 lokomotiva i 137 stabilnih parnih strojeva ukupne snage od približno 7 300 KS, najviše u mlinovima i pilanama.

U županjskoj Tvornici tanina i bačava su 1880. postojećim parnim strojevima snage 760 KS pridodani dinamo strojevi radi rasvjete u tvornici, iz koje je 1883. godine izvedena i javna rasvjeta. Premda je 1883. godine Županja bila djelomično rasvijetljena iz Tvornice tanina i bačava, a kasnije i iz druge Tvornice bačava, takvo korištenje potpuno je prekinuto 1932. godine.

U đakovačkoj mlinarskoj industriji Cereale, generator je bio u pogonu od 1885. godine. U belišćanskoj Pilani 1884. je parnom stroju 160 KS dodan generator istosmjerne struje za rasvjetu pilane i skladišta, a potom i za obližnje radničke nastambe. Prva poznata seoska primjena električne energije u Slavoniji ostvarena je 1890. godine i to je bio generator 20 kW u mlinu u Vrbanji kod Županje. U Pilani u Đurđenovcu 1881. se koristila električna energija za vlastite potrebe s generatorom istosmjerne struje od 120 kW, odakle je 1891. godine započela prva etapa elektrifikacije mjesta. Elektrificiran je dio radničke kolonije te vile i stanovi tvorničkih rukovoditelja. Najzanimljivija je činjenica da je električna energija bila besplatna, a koristila se samo za rasvjetu i bila je raspoloživa od večeri do jutra.

Elektrifikacija Vukovara temeljila se na ugovoru Trgovišne općine Vukovar i poduzeća Hungaria, najjačeg dioničara u vukovarskoj kudjeljari. Tim ugovorom opskrba električnom energijom Vukovara temeljila se na generatoru 400 kVA, 550 V, 42 Hz u kudjeljari, koji je bio u pogonu od 1907. godine. Krajem 1909. u Vukovaru su zasvijetlile prve žarulje. Gorivo u elektrani bio je otpadak konoplje i kućine, kasnije i kombinacija s ugljenom, a generator je bio pogonjen parnim strojem. Elektrana je dograđena 1924. parnim strojem s generatorom 275 KVA, 500 V, 42 Hz. Visokonaponska mreža do grada i u gradu bila je napona 3 kV, a niskonaponska 110 V. U Našicama je javna električna centrala izgrađena tek 1910. godine. Imala je dva lokomobilna parna stroja sa četiri generatora istosmjerne struje od po 16 kW, 220 V. U elektrani je instalirana akumulatorska baterija 216 Ah, odakle su se opskrbljivali potrošači u dnevnim razdobljima male potražnje. Poduzetnik je bila Našička štedionica, a Općina je vrlo strogim ugovornim obvezama osiguravala uredne pogonske okolnosti u mreži. Primjerice, poduzetnik

je morao platiti globu za odstupanje napona veće od pet posto, ili ako je mreža bila bez napona dulje od pola sata. Za javnu rasvjetu bio je ugovoren kalendar paljenja i gašenja te obveza izmjene pregorjelih i svjetlosno dotrajalih žarulja. Od ostalih gradova treba spomenuti Lipik, koji je i već tada bio poznato lječilište, a 1894. godine izgradio je elektranu za vlastite potrebe [M. Kalea, *Simpozij 100 godina HEP-a*, 1995.].

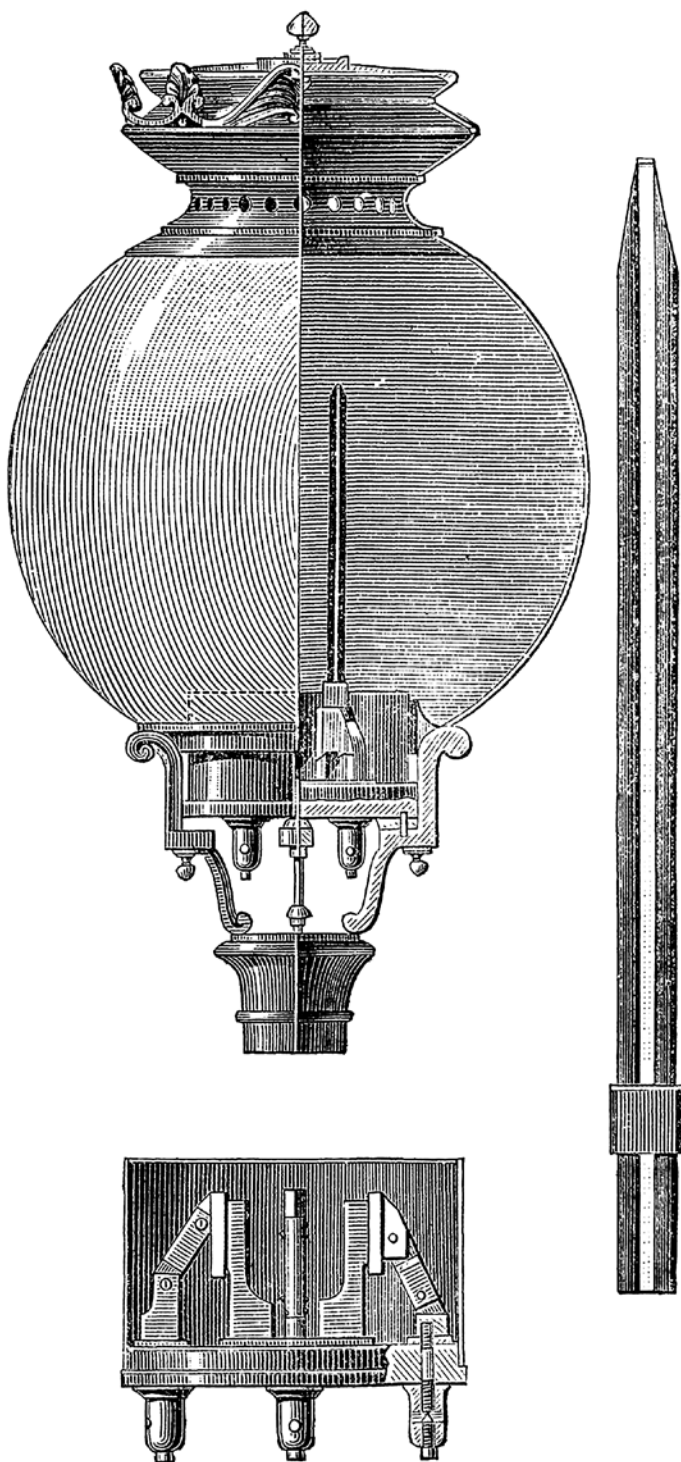
Središnja Hrvatska

Posljednjih desetljeća XIX. stoljeća, okupljanje trgovačkog kapitala radi investiranja u industrijske pothvate i prerastanje trgovačkog građanstva u industrijske poduzetnike u hrvatskim je zemljama bilo najizraženije u sjevernoj i središnjoj Hrvatskoj. U tomu je prednjačio Zagreb; godine 1883., od 14 industrijskih poduzeća u središnjoj Hrvatskoj, koja su imala više od 50 radnika, šest ih je bilo u Zagrebu (primjerice, Paromlin, Tvornica duhana i Tvornica papira sa više od 700 radnika). U ostalim dijelovima središnje Hrvatske, veći pogoni su ugljenokopi (Zagorje), prehrambena industrija (Petrinja, Karlovac), tekstilna industrija (Duga Resa), prerada kože (Karlovac) i kemikalija (Koprivnica) te pilane (Podravina).

Prva praktična primjena električne energije u Hrvatskoj, dostupna široj javnosti, izvedena je 1877. godine u Zagrebu. Prema zamisli profesora Ive Stožira, prigodom sokolskog plesa u Hrvatskom glazbenom zavodu, na križanju Ilice i Gundulićeve ulice zasjala je lučna svjetiljka napajana iz baterija. Poslije tog skromnog početka, tijekom posljednjih desetljeća XIX. stoljeća, započelo je uvođenje električne rasvjete u pojedine reprezentativne zgrade i industrijske pogone opskrbljivane iz malih lokalnih izvora.

Pet godina poslije je u Gradskoj streljani u Zagrebu postavljen parni stroj s generatorom za rasvjetu streljane, ali prema izvješćima — kvaliteta svjetla nije bila dobra, jer je svjetlo titralo, a parni stroj se vrlo brzo »umarao«. Osim spomenutoga, postojala je elektrana u Paromlinu, Tvornici kože i Pilani, a prva veća prigodna rasvjeta ostvarena je na Gospodarskoj izložbi 1891. godine, koja je održana u zgradi Rektorata Sveučilišta (današnji Trg Republike Hrvatske). Zgrada je bila osvijetljena sa 30 žarulja. Hrvatsko narodno kazalište u Zagrebu bilo je osvijetljeno kada je izgrađeno 1895. godine.

U središnjoj Hrvatskoj prva elektrana za potrebe rasvjete u industriji podignuta je 1884. u Pamučnoj industriji u Dugoj Resi. Prva, pak, javna elektrana u tom području puštena je u pogon 1895. u Varaždinu. Generatori su bili na izmjeničnu struju 42 Hz snage 350 kVA. Primje-



Lampe Jablochkov munie de son globe. — Armature avec ses porte-charbons. — Bougie électrique.

na električne energije samo u pojedinim objektima s malim izvorom električne energije za vlastite potrebe ne može se još smatrati širokom javnom elektrifikacijom. Ona je na području Čakovca započela 1893. godine, kada je proradila elektrana u Čakovcu. Tada je izgrađen mlin zajedno s elektranom, a zanimljivo je bilo što je Gradsko zastupstvo razmatralo osvjetljenje grada plinskom rasvjetom. Grad je bez naknade dao zemljište za novi mlin pa je tako 1. listopada 1893. mjesto rasvijetljeno sa 131 električnom svjetiljkom i priključeno je 105 kuća s 1 400 rasvjetnih mjesta. Prvi ugrađeni stroj bio je istosmjerni generator napona 2x175 V, a kućne instalacije bile su 2x150 V.

Prava javna elektrana s postrojenjem koje je građeno samo radi proizvodnje električne energije bila je parna elektrana u Varaždinu, koja je rasvijetlila grad krajem 1895. godine. Uređaj se sastojao od tri parna stroja s jednofaznim generatorima 42 Hz, pojedinačne snage po 50 kVA. Varaždinska industrijska zadruha sklopila je ugovor s Gradom o provedbi javne elektrifikacije s javnom rasvjetom od 280 »polunoćnih« i 100 »cjelonoćnih« svjetiljki.

No, elektrifikacija — osobito javna — napredovala je vrlo sporo. Do kraja Prvog svjetskog rata, desetak je većih mjesta središnje Hrvatske izgradilo svoje javne elektrane. Sve su one bile male snage, do najviše 150 kW, prvenstveno s generatorima istosmjerne struje. Elektrane su mogle opskrbljivati samo male potrošače, dok je svaki veći industrijski pogon ugradio svoj izvor električne energije. Samo su dva grada, Zagreb i Karlovac, imala veće elektrane s trofaznim sustavom i time su pola stoljeća bili središta elektrifikacije Hrvatske. Ne uzimajući u obzir pojedine objekte i industriju, Zagreb — najveći i glavni grad Hrvatske, dobio je električnu energiju 14 godina poslije Čakovca. Glavni razlog tom zakašnjenju bili su plin, uveden već 1863. godine i nedostatak novca [Monografija, *Stoljeće Hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Istra i Primorje

Istarsku tržišnu ponudu krajem XIX. stoljeća obilježili su vino, ulje, riba, drvo, sol i drugi ratarsko–stočarski proizvodi, uz eksploataciju ugljena i kamena te prerada kože. Lošinjska brodogradnja nije opstala nakon pojave čeličnih i parnih brodova, koji su zamijenili one drvene i na jedra. Odluka Beča da u Puli stvori glavnu ratnu luku Austro–Ugarske Monarhije, izazvala je pritjecanje kapitala na to područje. Tako se 1890. godine u pulskom Arsenalu, Kazalištu i u kavani Miramare započela koristiti električna energija. Otočje Brijuni zapušteno i malarično, 1894. počeo je uređivati bečki industrijalac

čelika Paul Kupelwieser, nakon što ga je kupio od jednog tršćanskog trgovca. Za polijevanje brojnih nasada i drveća voda je iz jezerca crpljena vjetrenjačom, koja je pokretala i drobilice kamena i rashladne uređaje. Uređivale su se prometnice, sportski tereni, kupalište i postavljena je pošta s telefonskom centralom, započela je izgradnja velikih hotela u okviru pripreme Brijuna za prestižno mondeno europsko središte. Godine 1898. postavljen je parni lokomobil 25 KS s generatorom istosmjerne struje, napona 110 V kojim su se, uz gospodarske objekte, opskrbljivali i stanovi otočana.

U Vodnjanu je Pietro Marchesi od 1883. koristio dva parna lokomobila s generatorom istosmjerne struje za vlastite industrijske potrebe i rasvjetu pogona. Godine 1889., započeo je s distribucijom električne energije u mjestu, za rasvjetu ulica i za javne lokale. Tvrtka se zvala *Električna centrala Marchesi&Compani* i proizvodila je i distribuirala električnu energiju sve do 1928. godine od kada je, ostajući i dalje distributer, dobavljala električnu energiju od *Societa Elettrica Istriana* iz Pule. Pula, koja je od 1871. godine imala gradsku plinaru, postavila je 1900. godine temeljni kamen za gradnju elektrane radi javne opskrbe grada i pogona tramvaja. Električni tramvaj proradio je 24. travnja 1904., a prvi potrošači priključeni su na električnu mrežu 26. travnja 1904.

Rijeka je u Austro-Ugarskoj Monarhiji bila izdvojeno područje pod neposrednom ingerencijom mađarskih vlasti i pod snažnim utjecajem mađarskog interesa za izlazom na more. Osamdesetih godina XIX. stoljeća razvijala je rafineriju nafte i ljuštionicu riže, uz postojeće tvornice papira, duhana, torpeda, prerade kože te pomorsku i brodograđevnu djelatnost, koju je postupno usmjeravala prema gradnji parobroda. U Gorskom kotaru i Lici, u okviru tadašnje uže Hrvatske, glavne su gospodarske aktivnosti bile vezane uz preradu drveta. Na tom području do Prvog svjetskog rata nije provedena javna elektrifikacija. Rijeka je uveličala svečano otvorenje kazališta 1885. sjajem električnog svjetla. To je bila prva osvijetljena javna zgrada u Hrvatskoj. Godine 1890., izgrađena je prva elektrana s generatorom istosmjerne struje 22 kW u Rijeci, ali za vlastite potrebe; za rasvjetu novoizgrađene željezničke stanice, njenih kolosijeka i lučkih postrojenja. Prijedlozi da se izgradi javna elektrana za opće potrebe grada trajali su od 1886. godine. Konačno 1892., takva je elektrana izgrađena s parnim strojevima i tri jednofazna generatora od po 120 kVA. Bila je to prva izmjenična elektrana na tlu Hrvatske, a prema izvorima izgleda i na tlu Austrougarske. Ta je elektrana zamijenila prvu, preuzevši rasvjetu željezničke stanice, lučkih postrojenja i silosa. Uskoro je započela elektrifikacija stanova i ureda duž obale luke. Razdioba je bila jednofazna, pomoću dva nadzemna voda 2 kV s tri transformatorske stanice 2/0,1 kV, odakle se energija odvodila do potrošača. U Rijeci je od 1899. godine u pogonu bio električ-

ni tramvaj s elektranom istosmjerne struje 120 kW, a od 1904. godine se električna energija proizvodila i u spalionici smeća. U spalionici se proizvodila para koja je pokretala parni stroj s trofaznim generatorom 150kVA, koji je opskrbljivao jedan od motora gradske vodoopskrbne crpke. Opatija i Volosko elektrificirani su 1896. godine. Na *Punta Colovi* je koncesionar iz Beča izgradio termoelekttranu na ugljen s dva parna stroja i generatorima izmjenične struje snage 125 kVA, napona 5 kV te frekvencije 50Hz. Godine 1897. izdana je koncesija na javnu rasvjetu pa je rasvijetljena i Opatija. Grad Bakar izgradio je javnu hidro-termoelekttranu zajmom i intabulacijom na gradsku imovinu. Elektrana je puštena u pogon 16. lipnja 1894. godine. Prigodom obnavljanja mlina — *Malinici na Jazu* — tvrtka *Internationale Elektrizitätsgesellschaft* iz Beča, prema nalogu Gradske uprave je u starom mlinu, koji je radio na mlinske kotače, ugradila vodnu turbinu umjesto kotača. Za pričuvu, kada nema vode, uspostavljen je parni pogon. Generator istosmjerne struje bio je 6,5 kW, 100 V. Javna rasvjeta imala je 50, a privatna 120 žarulja. [Monografija, *Stoljeće Hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Srednja i južna Dalmacija

Počeci elektrifikacije Dalmacije datiraju od kraja XIX. stoljeća sve do Prvog svjetskog rata, odnosno za vrijeme austrijske uprave u tim krajevima. Opet je, naravno, sve bilo *u rukama* entuzijasta u poduzetništvu, koji su u vodotocima Dalmacije i tehnološkim postignućima sa svjetskih elektrotehničkih izložbi tih godina vidjeli mogućnost izgradnje elektrana i uporabu električne energije za različite svrhe. Jedna od prvih elektrana bila ona na rijeci Krki, središnjoj temi u ovoj Monografiji pa će se u ovom poglavlju više pozornosti posvetiti drugim projektima. Zadržani su se s električnom rasvjetom susreli u proljeće 1875. godine. Naime, putujući Dalmacijom Zadar je 10. travnja posjetio austrougarski car Franjo Josip I. Njemu u čast, dio gradskih bedema od gradskoga perivoja na *Trgu pet bunara* do današnjega *Trga tri bunara*, kao i Novo kazalište bili su rasvijetljeni električnom rasvjetom. Električnu energiju proizvodili su strojevi s brodova austrougarske ratne mornarice, usidreni u gradskoj luci, a rasvjetna tijela su nedvojbeno bile žarulje s električnim lukom, tzv. lučnice (u to vrijeme nisu postojale žarulje sa žarnom niti). Posebno je zanimljiv bio prijedlog inženjera Vjekoslava Meichsnera¹³ iz Šibenika, poznatog vizionara i graditelja prvog zaokruženog sustava proizvodnje, prijenosa i distribucije električne

¹³ Na temelju dostupnog, vjerojatno je da je obitelj Meichsner istinski bila plemićkog porijekla (»von Meichsenau«). Međutim, ne može se s potpunom sigurnošću tvrditi da je Vjekoslav Meichsner osobno imao potvrđen (npr. kraljevski, carevski) plemićki naslov.

energije 1895. godine na rijeci Krki. V. Meichsner prvi je put krajem 1892. predložio da se električna energija u Zadar dobavlja s rijeke Krke. Da su tada Zadranjani prihvatili njegov prijedlog, Zadar je mogao prvi u svijetu imati cjeloviti elektroenergetski sustav! Postoje dokumenti o dopisivanju V. Meichsnera s vrhunskim stručnjacima tvrtke *Ganz*, koji su mu potvrdili da je prijenos električne energije na takvu udaljenost moguće ostvariti. Zatražio je da općina Zadar vlastitim sredstvima pokrije troškove električne rasvjete za tadašnjih 300 javnih rasvjetnih mjesta, onoliko koliko imaju petrolejskih ferala, i to za iznos od šest tisuća forinti godišnje. Usporedbe radi, grad Šibenik će za njegovu rasvjetu 1895. godine ugovoriti iznos od pet tisuća forinti godišnje za rasvjetu, a to je bila samo jedna trećina zadarske. Osim tehničkih, Zadranjani nisu mogli prihvatiti tu zanimljivu ponudu ni zbog ekonomskih, ali i političkih razloga (*»autonomni Zadar nika-ko ne smije prihvatiti prijedlog jednog hrvatskog inženjera, niti Zadar — glavni grad provincije može koristiti izvore nuđene od jednog drugorazrednog grada kao što je Šibenik na čijem se području nalaze slapovi Krke«*). Ipak, prema pisanju tadašnjega tiska, bilo je i drukčijih zapisa: *»Vidimo sada uzvišenu glupost koju je počinila zadarska općina«*. Nakon toga, Općinsko vijeće je 30. studenoga 1893. godine jednoglasno prihvatilo Nacrt ugovora te ovlastilo Gradsko vijeće da s tvrtkom *Kremenezky, Mayer & Co.* sklopi ugovor. Prije zaključenja konačnoga ugovora, Općinsko vijeće 15. prosinca te godine ovlastilo je Gradsku upravu da zaključi zajam radi skupljanja 270 tisuća forinti za pokriće troškova elektrifikacije i ostalih javnih korisnih radova, a Ministarstvo financija odobrilo je kvotu burzovnih obveznica. Nakon svih potrebnih formalnosti, Gradsko vijeće Zadra i tvrtka *Kremenezky, Mayer & Co.* 28. prosinca 1893. godine sklopili su konačni Ugovor za izgradnju postrojenja za proizvodnju električne energije, mreže za javnu rasvjetu i ostale svrhe — u Zadru [110 godina elektrifikacije Zadra, HEP Distribucija d.o.o., 2004.].

I dubrovački su se gospari sredinom devedesetih godina XIX. stoljeća uključili u pronalaženje najboljeg rješenja za elektrifikaciju njihova grada. Na inicijativu načelnika Frane Gondole, koji se zalagao za električnu rasvjetu, utemeljili su Odbor za električno osvjetljivanje grada i Gruža i pokrenuli pregovore s Vjekoslavom Meichsnerom. On je kao predstavnik bečke tvrtke *Oesterreichische Eisenbahn-Verkehrs-Anstalt* ponudio Dubrovniku temeljito razrađeni projekt gradnje hidroelektrane na Ombli, u Rijeci dubrovačkoj. Godišnji trošak električne rasvjete iznosio bi malo više od 7 000 forinti, ali je trebalo uložiti u gradnju prijenosnog dalekovoda. Premda su članovi Odbora, posebice načelnik F. Gondola, bili naklonjeni takvom rješenju, ipak su odlučujuće bile financije, jer se strahovalo da Općina neće moći osigurati potreban novac. Tako su Dubrovčani s konkurentskom bečkom tvrtkom *Gesellschaft für elektrische Industrie* (koja će kasnije

promijeniti ime u *ELIN*), 1898. potpisali Ugovor o gradnji termoelektrane koja im je osigurala koncesiju i prava na svu javnu i privatnu rasvjetu i upotrebu električne energije, na rok od 45 godina. Termoelektrana na uvozni ugljen iz Engleske izgrađena je na zemljištu dubrovačke plemkinje Ane Gjorgij u Batali u Gružu. Premda je Ugovor iz listopada 1899. obvezivao izvođače završiti radove tijekom 12 mjeseci, uz kašnjenje od šest mjeseci, u svibnju 1901. obavljen je tehnički pregled javne rasvjete i izdana potrebna dozvola za pokretanje elektrane s četiri parna stroja od 200 KS, 470 KS, 450 KS i 575 KS. Prvog dana lipnja 1901., Grad i Pile obasjalo je 314 žarulja po 50 W i 13 lučnih svjetiljki od 200 W. Nekoliko mjeseci kasnije osvijetljeni su i Gruž i Ploče. Posebnost Dubrovnika je u tomu što je prvi u Dalmaciji 1910. uveo tramvaje na električni pogon na mreži, duljine 6,4 km [Ožegović, *Simpozij 100 godina HEP-a*, 1995.].



U ostvarenju projekta izgradnje Hidroelektrane Krka, a potom i Hidroelektrane Miljacka, golemi doprinos dala je fantastična ekipa stručnjaka iz tadašnjeg *Ganza*. To su bili Otto Titusz Blathy (šef Elektrodjela tvornice *Ganz*) — specijalist za mjerenja, Miksa Deri — specijalist za prekidače te Karoly Zipernowsky — specijalist za transformatore. Zanimljivost kod Miljacka, koju je također izgradila slavna trojka iz *Ganza*, bio je napon generatora. Nazivni napon od 30 kV bio je najviši napon generatora u Europi i ostao je takav do 1947. godine, kada su standardni izlazni naponi generatora smanjeni na 6 kV.

IEEE MILESTONE IN ELECTRICITY
AND COMMUNICATIONS

Krka-Šibenik Electric

On 28 August 1895 electricity
location was transmitted to
six power transformers su
street lamps. This early s
transmission and distribut
complete multiphase altern
world and it remained in op

July

ELECTRICAL ENGINEERING COMPUTING

c Power System, 1895

Electricity generated at this
the city of Šibenik, where
applied a large number of
system of power generation,
tion was one of the first
ating current systems in the
operation until World War I.

2013



IEEE





Prirodne znanosti u Hrvatskoj i doprinos hrvatskih znanstvenika svjetskoj i hrvatskoj tehničkoj baštini do XIX. stoljeća

Oni su društva i ustanove postavili na temelj, koji je omogućio da se napredak razvoja primijenjenih znanosti postignut u XIX. stoljeću prenese i u XX. stoljeće te tako omogućiti primjena znanstvenih postignuća na području elektrotehnike. Time je stvoreno ozračje za razvoj gospodarstva i poboljšanje uvjeta života građana u Hrvatskoj.

Osnivanje važnih institucija i organizacija u Hrvatskoj u XIX. stoljeću

Tijekom posljednja tri desetljeća XIX. stoljeća u Hrvatskoj su utemeljene važne ustanove, značajne za prirodne, a jednako tako i za tehničke znanosti. Dapače, moglo bi se reći da su u tom razdoblju u Hrvatskoj razvijene skoro sve ustanove koje su unaprijeđivale prirodne znanosti. One su društva i ustanove postavili na temelj, koji je omogućio da se napredak razvoja primijenjenih znanosti postignut u XIX. stoljeću prenese i u XX. stoljeće te tako omogućiti primjena znanstvenih postignuća na području elektrotehnike. Time je stvoreno ozračje za razvoj gospodarstva i poboljšanje uvjeta života građana u Hrvatskoj. Prvo je godine 1866. bila utemeljena Jugoslavenska (danas Hrvatska) akademija znanosti i umjetnosti, koja je sedamdesetih godina XIX. stoljeća započela objavljivati rasprave iz prirodnih znanosti i matematike. Godine 1874. obnovljeno je suvremeno Sveučilište u Zagrebu, koje je imalo veliku ulogu u razvoju prirodnih znanosti u Hrvatskoj. Godine 1874. i 1875. objavljen je rječnik znanstvenog nazivlja Bogoslava Šuleka, a tada su Matica Hrvatska i Hrvatsko književno društvo Svetog Jeronima započeli objavljivati popularne knjige iz prirodnih znanosti. Tih se godina pripremalo i osnivanje Hrvatskog prirodoslovnog društva, koje je započelo s radom 1885. godine.

Prvi predsjednik Akademije Franjo Rački naglasio da je glavna zadaća Akademije istraživanje narodne prošlosti, gospodarstva i jezika. Ali se, ipak, već sedamdesetih godina XIX. stoljeća u Akademiji pojavljuju prve rasprave iz fizike, matematike i kemije, kojih su autori

Martin Sekulić, Simon Šubić, Antun Laska pa profesori zagrebačkog Sveučilišta Karei Zahradnik i Vinko Dvořák. *Pečat* matematičkim raspravama objavljenim u Radu¹⁴ Akademije do kraja XIX. stoljeća dao je Karei Zahradnik. Rad Akademije do kraja XIX. stoljeća obilježile su rasprave iz fizike o problemima kojima su bili zaokupljeni Josip Torbar, Martin Sekulić, Simon Šubić i Vinko Dvořák. Teme koje su dominirale bile su, primjerice, struktura tvari, teorija topline u svezi s molekularnim gibanjem, a kasnije malo više — problemi elektriciteta i akustike.

Hrvatsko–njemačko–talijanski rječnik znanstvenog nazivlja Bogoslava Šuleka objavljen godine 1874/75., bio je rezultat višegodišnjih nastojanja za stvaranje i propisivanje hrvatske znanstvene terminologije. Takav rječnik bio je iznimno potreban, jer se bez njega nije moglo ujednačiti nazivlje u tada pisanim školskim udžbenicima, a ni prirodnoznanstvena i matematička terminologija u sve brojnijim prirodnoznanstvenim i matematičkim tekstovima, koji su se objavljivali u svim programima škola, kao i u Akademiji.

Hrvatsko književno društvo Svetog Jeronima objavilo je godine 1873., 1875. i 1876. popularnu knjigu *Prirodni zakonik za svakoga iliti popularna fizika* u tri sveska, autora Bogoslava Šuleka. To je djelo pisano u potpunom skladu sa shvaćanjem cilja popularizacije prirodnih znanosti u tadašnjoj Hrvatskoj. Naime, smatralo se da će se upoznavanjem prirodnih znanosti i uzroka prirodnih pojava odagnati strah u puku, a osobito da će nestati nepovjerenje prema tehničkom napretku koji je bio rezultat upravo snažnog razvoja prirodnih znanosti. Da bi te knjige mogle doprijeti do što šireg kruga ljudi, B. Šulek je svoje izlaganje prilagodio mogućnostima shvaćanja puka.

Uskoro je Matica Hrvatska pokrenula još jedan niz knjiga koji je bio posvećen isključivo prirodnim znanostima i njihovoj primjeni. Taj je niz imao naziv *Novovjekni izumi* i imao je drukčiju svrhu nego knjige iz prirodnih znanosti u nizu *Poučne knjižnice*. Dok su knjige prvog niza trebale obuhvatiti sve prirodne znanosti u potpuno općenitom smislu, uključujući i njihovu korist, ovaj novi niz je trebao prikazati primjenu prirodnih znanosti u tehničkom smislu, onih koje su omogućile velike promjene u proizvodnji i stvorile nove uvjete života u XIX. stoljeću, na što su se polagale velike nade i u pogledu prosperiteta Hrvatske.

Nakon višegodišnjih napora, Spiridonu Brusini je uspjelo da zajedno sa suradnicima 1885. godine utemelji prvo prirodoslovno društvo u Hrvatskoj — Hrvatsko prirodoslovno društvo. Društvo je ispunilo veliku prazninu u Hrvatskoj, jer je to bila jedina specijalizirana organi-

¹⁴ Rad HAZU prva je serijska publikacija koju je Akademija pokrenula 1867. odmah nakon svoga osnutka (do 1940. i 1948–91. Rad JAZU)

zacija koja se bavila posebno zadacima unaprijeđivanja i istraživanja prirodnih znanosti u Hrvatskoj. To se osobito očitovalo pokretanjem prvog prirodoznanstvenog časopisa u Hrvatskoj, koji je počeo izlaziti već godine 1886., pod nazivom Glasnik Hrvatskog naravnoslovnoga društva (danas Priroda).

Glasnik je bio važan zbog toga što su se u njemu objavljivale brojne rasprave, koje su imale veliku vrijednost i za *strani svijet*. Da bi prirodoznanstveni rezultati u Hrvatskoj bili dostupni znanstvenicima iz drugih zemalja, Glasnik je započeo s objavljivanjem važnijih znanstvenih rasprava na stranim jezicima. Dapače, urednici su najavili da će u njemu na stranim jezicima objaviti i vrijedne rasprave koje su već bile objavljene u drugim publikacijama, kao u Radu Akademije i u školskim programima na hrvatskom jeziku. Prvi predsjednik Hrvatskog prirodoslovnog društva i prvi glavni urednik Glasnika Spiridon Brusina stoga je zamislio da Glasnik ima i posebnu ulogu uključivanja Hrvatske u međunarodnu razmjenu znanstvenih informacija. S. Brusina i D. Pilar naglašavali su da će se na taj način hrvatsko društvo prirodoslovaca povezati s inozemnim učenim svijetom. S druge strane, razmjenom Glasnika dolazilo se do velikog broja inozemnih prirodoznanstvenih časopisa. Izdavanjem Glasnika, ali i na druge načine, Hrvatsko prirodoslovno društvo je krajem XIX. stoljeća poticalo prirodoslovna istraživanja — jednu od najvažnijih uloga u prirodoznanstvenim djelatnostima u Hrvatskoj.

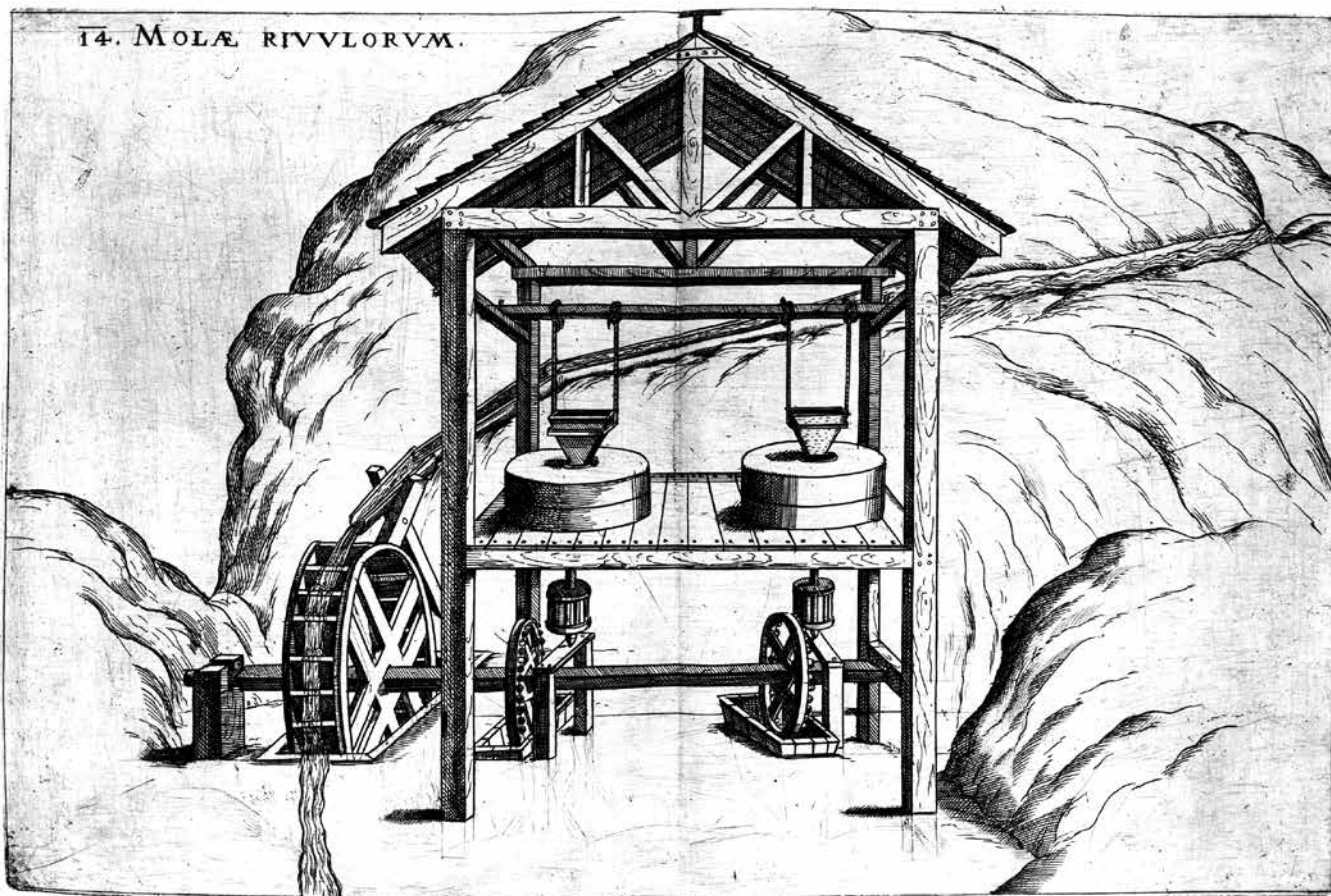
Već prvih godina druge polovice XIX. stoljeća bilo je u Hrvatskoj očito da prirodne znanosti imaju veliku ulogu i u gospodarstvu zemlje. Stalno se napominjalo da, na temelju znanja iz kemije, treba unaprijediti gospodarstvo. Kada se govorilo o važnosti prirodnih znanosti, naglašavalo se da veliki napredak koji su one učinile u XIX. stoljeću prati i golemi napredak njihove primjene. To je bila primjena parnog stroja u industriji, uvođenje željeznice i parobroda, brzojav, rasvjeta i mnogo drugoga, što su naglašavali hrvatski prirodoslovci u brojnim publikacijama pa i u popularnim izdanjima u Hrvatskoj [Dadić, *Simpozij 100 godina HEP-a*, 1995.]

U povijesti elektrotehnike i elektroenergetike veliki je broj znamenitih osoba iz Hrvatske, koji su stekli velika priznanja. Oni su svojim djelima postigli *svjetski glas* te bitno pridonijeli ubrzanju razvoja tih znanstvenih i tehničkih disciplina i Hrvatsku uvrstili među nositelje napretka na tom području. Ti su ljudi svojim patentima ili svojim knjigama, raspravama i novim pojmovima, ili prenošenjem inozemnih spoznaja i iskustava, omogućili da se prije 130 pojavi prvi izmjenični višefazni sustav u Hrvatskoj. Već su u renesansnom i postrenesansnom razdoblju, hrvatski znanstvenici dali svjetski priznat doprinos razvoju prirodnih znanosti i tehnike. Djela Fausta Vrančića i Ruđera Josipa Boškovića, uz opće značenje, ključna su i za kasniji razvoj elektrotehnike i elektroenergetike.

Opisati sve iznimne hrvatske znanstvenike i stručnjake na području elektrotehnike uvelike bi premašilo raspoloživi prostor u ovoj Monografiji. Zato se, nakon prethodnika, daje prikaz nekoliko hrvatskih znanstvenika i stručnjaka koji su iznimno pridonijeli razvoju teorijskih i praktičnih znanja iz područja elektrotehnike. Oni su djelovali upravo u vrijeme izgradnje i puštanja u pogon HE Krka, odnosno krajem XIX. stoljeća. To su: Josip Franjo Domin, Martin Sekulić, Ivo Stožir, Ferdinand Kovačević, Antun Laska, Vinko Dvořák, Václav Pavlata, Ladislav Stjepanek, Franjo Hanaman, Stanko Plivelić, Ivan Zoch, Ivan Šah, Oton Kučera i Ivan Pasma. Ovo svakako nije konačni popis, jer vjerujemo da ima još hrvatskih znanstvenika koji su u *vrtlogu* kasnijih događaja namjerno ili slučajno zanemareni ili su podatci o njima izgubljeni. Ovo je jedno od malobrojnih nastojanja da se bar o nekima zadrže informacije na površni istraživanja bogate tehničke kulturne baštine.

Međutim, iznimno ćemo spomenuti i dvojicu slavnih Hrvata koji živjeli i radili u XVI. i XVII. stoljeću i koji su zadivili i zadužili svijet, a to su Faust Vrančić i Ruđer Josip Bošković.

Faust Vrančić (Šibenik, 1551. – Venecija, 1617.) bio je svestrani hrvatski humanist, izumitelj, leksikograf, filozof i crkveni dostojanstvenik, koji je još u XVI. stoljeću pokazivao izuzetnu znanstvenu širinu i inovativnost. Studirao je na znamenitom sveučilištu u Padovi, a potom je službovao u Mađarskoj. Zahvaljujući svojem znanju i uglednom položaju, postao je tajnik cara i hrvatskog kralja Rudolfa II. Habsburga u Pragu. Tijekom boravka na dvoru u Hradčanima, F. Vrančić se kretao među vodećim europskim znanstvenicima svoga doba, među kojima su bili i znameniti astronomi, matematičari i prirodoslovci. U tom okruženju i sam se intenzivno bavio znanstvenim istraživanjem,



Faust Vrančić, crtež mlina na plimu i oseku iz *Machinae novae*

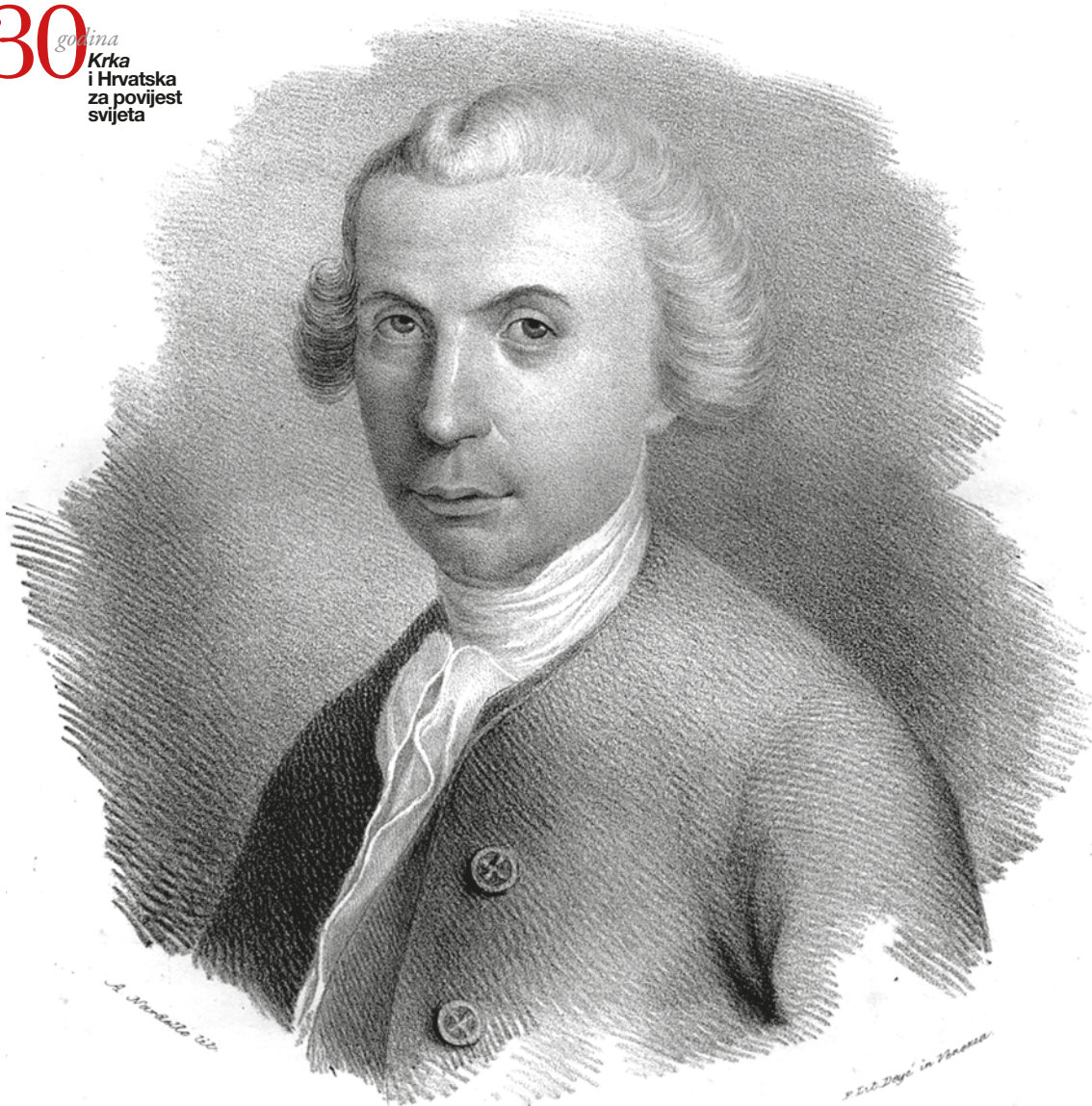
a rezultate svog rada objavio je u brojnim djelima, većinom na latinskom jeziku, tadašnjem jeziku znanosti. Jedno od njegovih rijetkih djela na hrvatskom jeziku jest knjižica *Život nekoliko izabranih divic* (1606.), u kojoj opisuje živote 12 ranokršćanskih mučenica. Djelo je posvetio časnim sestrama benediktinkama samostana sv. Spasa u rodnom Šibeniku. Pod pseudonimom Justus Verax Sicensus objavio je filozofska djela *Logica suis ipsius instrumentis formata* (1608.) i *Ethica christiana* (1610.), a kasnije ih je ponovno izdao pod vlastitim imenom tijekom kratkog boravka u Veneciji 1616. godine. Među njegovim neobjavljenim radovima nalaze se i *De Slavinis seu Sarmatis* (O Slavenima ili Sarmatima), koji je tiskan tek 1985. na mađarskom jeziku, te *Regulae cancellariae regni Hungariae* (Pravila kancelarije kraljevine Ugarske). Vrančićeva najvažnija djela su *Dictionarium*

quinque nobilissimarum Europae linguarum — rječnik pet najuglednijih europskih jezika (među kojima je i hrvatski), te tehničko djelo *Machinae novae* (Novi strojevi), u kojem prikazuje više od 50 originalnih izuma i tehničkih rješenja, uključujući poznati padobran pod nazivom *Homo volans*. Tim djelima Vrančić je stekao međunarodnu slavu još za života.

Umro je 1617. godine u Veneciji, a prema vlastitoj želji pokopan je na otoku Prviću, u blizini Šibenika. Danas se Faust Vrančić smatra jednim od najvažnijih znanstvenika i kulturnih djelatnika hrvatske renesanse. [*Hrvatska enciklopedija*, <https://enciklopedija.hr/clanak/vrancic-faust> 28.6.2015.]

Jedan od najvećih hrvatskih znanstvenika uopće bio je Dubrovčanin **Ruđer Josip Bošković** (Dubrovnik, 1711. – Brera, Milano 1787.). R. Bošković je rođen kao sedmo dijete majke Paule Bettere, kćerke jedne talijanske bogate obitelji i oca Nikole Boškovića, trgovca. Bio je matematičar, fizičar, astronom, filozof, diplomat i pjesnik. Školovanje je započeo u Dubrovniku u *Collegium Ragusinum* i nastavio u Rimu u *Collegium Romanum* kod profesora C. Nocettija i O. Borgondija. Nakon završena studija filozofije, matematike i fizike, predavao je u nižim razredima Rimskog kolegija, nastavivši istodobno studij teologije te se zaredio kao isusovac, a potom je preuzeo Borgondijevu katedru matematike u Rimskom kolegiju. Već 1736. godine počeo je objavljivati rasprave, obilježene učenjem Newtona, s područja matematike, fizike i astronomije, koje su na godišnjim javnim sastancima branili njegovi studenti. Taj znameniti isusovac bavio se vrlo širokim rasponom problema primjerice, pisao je izvješće o pukotinama na kupoli crkve Sv. Petra u Rimu, zajedno s dvojicom rimskih profesora matematike, T. Le Seurom i F. Jacquierom. Bavio se obnovom lukâ u Riminiju i Savoni, pisao o problemu oblika i veličine Zemlje te nejednakosti sile teže, rješavao spor zbog pograničnih voda između Luce i Toskanskog vojvodstva, analizirao plimu i oseku. Dobio je zadatak provesti pripreme za osnutak zvjezdarnice u Breri kod Milana. Unatoč tomu što je izradio sve potrebne nacрте, predvidio cjelokupnu astronomsku opremu te započeo sa sustavnim astronomskim istraživanjima, primjenjujući svoje metode u praktičnoj astronomiji, a osobito istražujući pogreške astronomskih instrumenata — nije bio izabran za ravnatelja zvjezdarnice. U Francuskoj je prihvatio mjesto upravitelja optike za mornaricu u Parizu, gdje je trebao usavršiti teoriju i olakšati primjenu akromatskih dalekozora. Dobio je francusko državljanstvo i stekao brojna prijateljstva među znanstvenicima. No, uskoro su zaredali nesporednosti s pojedinim osobama oko prioriteta otkrića objektivnog mikrometra, potom sukob s P. S. Laplaceom¹⁵ glede metode određivanja staza kometa, kojemu je povod bila Laplaceova kritika određivanja staza na temelju pretpo-

¹⁵ Pierre-Simon, marquis de Laplace (23. april 1749. – 5. mart 1827. godine) je bio francuski matematičar i astronom čiji su radovi bili temelj za razvoj matematičke astronomije.



Ruder Josip Bošković

stavke jednolika gibanja po pravcu. Istodobno je dovršio svoje radove iz optike i astronomije te mnogo toga drugoga (nedostatan je prostor Monografije da bi se samo nabrojala sva djela i rasprave Josipa Rudera Boškovića). Ipak, epohalno njegovo djelo je *Teorija prirodne filozofije*. U njemu je R. Bošković objavio svoju jedinstvenu teoriju o strukturi materije, poznatu kao teorija sila. Ukratko, R. Bošković je tvrdio da je materija sastavljena od nedjeljivih točaka bez dimenzija,

koje djeluju međusobno putem sila privlačenja i odbijanja, ovisno o udaljenosti. Tom teorijom pokušavao je objasniti sve prirodne pojave pomoću matematičkih zakona i bez oslanjanja na klasičnu sliku čvrstih čestica, što su bili određeni početci atomističkih i kvantnih teorija suvremenog doba. Djelo je napisano na latinskom jeziku i u njemu se spajaju fizika, matematika i filozofija. I danas se raspravlja o tomu je li imao i ako je imao, koliki je bio utjecaj na kasniju znanost u smislu doprinosa razvoju suvremene fizike i teorije polja. [*Hrvatska enciklopedija*, <https://enciklopedija.hr/> 28.6.2025.]

Hrvatski znanstvenici s područja (elektro)tehničkih znanosti u XIX. stoljeću

Prvi hrvatski znanstvenik koji se teorijski i praktički bavio električitetom bio je **Josip Franjo Domin** (Zagreb, 1754. – Zagreb, 1819.), bio je isusovac, fizičar, liječnik, filozof i teolog. Svoju znanstvenu i pedagošku karijeru započeo je kao profesor na Kraljevskoj akademiji u Zagrebu, a kasnije je djelovao u Budimpešti kao profesor, dekan, a naposljetku i rektor Sveučilišta. U svom glavnom djelu *Dissertatio physica de aeris factitii genesi, natura, et utilitatibus* (Fizikalna rasprava o postanku, naravi i koristi umjetnog zraka), objavljenom 1784. godine u Gyoru, nalazi se i poglavlje *O zračno–električnoj svjetiljci i pušci*. Objavljivao je radove o primjeni elektriciteta u medicini, a 1800. godine i rad *Lampadis electricae optimae notae descriptio* (Opis dobro poznate električne svjetiljke), koji je 1801. godine preveden i na njemački jezik. J. F. Domin imenovan je 1800. godine kanonikom zagrebačkim pa je od tada živio u Zagrebu gdje se, uz primjenu elektrike u medicini, bavio i pitanjima regulacije rijeke Save. Bio je pionir elektromagnetizma u srednjoj Europi, među prvima je u ovom dijelu svijeta izvodio eksperimente s električnom strujom i magnetizmom. Bavio se i medicinom, posebice fizikalnom terapijom i odnosom tijela i elektriciteta u liječenju. Pisao je znanstvena djela na latinskom jeziku, a bio je poznat i po tomu što je spajao prirodne znanosti s filozofijom i teologijom. F. Domin smatra se jednim od najobrazovanijih hrvatskih znanstvenika njegova doba, a njegov rad čini važnu poveznicu u razvoju prirodnih znanosti u srednjoj Europi. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Fizikalnim pokusima i gradnjom električnih instrumenata bavio se i **Martin Sekulić** (Lovinac, 1833. – Zagreb 1905.), profesor fizike i matematike u Velikoj realci u Rakovcu, koji je vodio i tamošnju veliku i uzornu zbirku instrumenata. M. Sekulić je u spomenutoj Realci bio i profesor Nikole Tesle. Više o njemu u poglavlju III.

Pitanjima elektriciteta, odnosno elektrotehnike bavio se i **Ferdinand Kovačević** (Smiljan, 1838. – Zagreb, 1913.). Nakon što je završio Vojnu školu u Bečkom Novom Mjestu, postao je topnički časnik. No, prema vlastitoj želji napustio je tu dužnost i 1869. godine postao »podgradovodom« u Zagrebu, u telegrafskom inspektoratu za Hrvatsku i Slavoniju. Nakon toga je postao i tajnik Telegrafске direkcije u Zagrebu. U vrijeme svog službovanja, do 1887. godine objavio je brojne stručne radove u Švicarskoj, Njemačkoj i Austriji iz područja električne telegrafije, a 1876. godine je u Beču i Budimpešti patentirao diferencijalni postupak obostranog telegrafiranja. To je bilo otprilike u isto vrijeme kada je slično ili jednako otkrio i Tomas Alva Edison. U Pragu je 1881. godine objavio knjigu *Sammlung von Aufgaben aus der galvanischen Elektricität* (Zbirka zadataka iz galvanskog elektriciteta). To je bio prvi pokušaj stvaranja zbirke zadataka iz područja elektrotehnike, učinjen od jednog našeg stručnjaka. Njegov doprinos značajno je poboljšao brzinu i učinkovitost telegrafskog prometa pa je F. Kovačević ostao zapamćen kao važna osoba u razvoju telekomunikacija u XIX. stoljeću. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Antun Laska (Češka, 1844. – Osijek, 1908.) bio je hrvatski fizičar, matematičar i profesor, poznat po svom radu u području opće fizike i teorijske mehanike. Završio je gimnaziju u Rijeci, sveučilište u Pragu i potom godinama bio profesor na gimnaziji u Osijeku te dvije godine u Požegi. U školskom izvješću gimnazije u Požegi 1873./74. godina, objavio je rad *Osnovi fizikalnoj teoriji*, a u *Radu JAZU* (1875. godine) raspravu *Edlundova teorija munjevnih pojava*. U tom radu kritički se osvrnuo na teoriju o galvanskim strujama fizičara Erika Edlunda. Iz teksta rasprave vidljivo je da je A. Laska poznao radove J. C. Maxwella, Jamesa Prescottta Joulea i Jožefa Štefana, kao i drugih tadašnjih vodećih fizičara. Bio je i član JAZU (danas HAZU). A. Laska ostao je zapamćen kao istaknuti znanstvenik i pedagog, koji je pridonio razvoju znanosti iz područja fizike u Hrvatskoj krajem XIX. stoljeća. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Vinko Dvořák (Češka, 1848. – Zagreb, 1992.) studirao je u Pragu i potom je bio asistent profesora Ernsta Macha, jednog od najutjecajnijih fizičara i filozofa prirodnih znanosti XIX. stoljeća. To mu je iskustvo osiguralo čvrste temelje u eksperimentalnoj i teorijskoj fizici. Dvořák je bio prvi profesor fizike na Sveučilištu u Zagrebu, a počeo je predavati u školskoj godini 1876/77 čime je postao jedan od utemeljitelja sustavne visokoškolske nastave fizike u Hrvatskoj. Objavio je niz znanstvenih i stručnih radova u domaćim i inozemnim časopisima, s posebnim naglaskom na elektricitet, elektrostatiku i rendgensko zračenje. U izdanju Rada Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti (danas HAZU), objavio je rad *O nekim pokusima sa statičkom munjinom*, u kojem je opisao eksperimente sa statičkim elektriciteta

i njihovu primjenu u poučavanju fizike. Posebno je značajan njegov doprinos u eksperimentiranju s rendgenskim zrakama. Već 1897. godine, samo dvije godine nakon otkrića Wilhelma Conrada Röntgena, prvi je u Hrvatskoj izveo rendgensko snimanje — snimio je slomljenu šaku. Time je uveo novu eru u primijenjenu fiziku i medicinsku dijagnostiku u Hrvatskoj. V. Dvořák imao je važnu ulogu i u mentoriranju novih naraštaja znanstvenika. Među njegovim studentima bio je profesor Stanko Hondl, koji je potom bio mentor profesoru Vatroslavu Lopašiću, a on je, pak, bio mentor profesorici Višnji Henč-Bartolić. Ovaj niz vrhunskih znanstvenika obilježio je rad Zavoda za primijenjenu fiziku Elektrotehničkog fakulteta (danas FER) na Sveučilištu u Zagrebu (danas FER) [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Također, profesor fizike na Višoj Realci u Gospiću bio je i **Vaclav Pavlata**, o kojem podaci nisu još dovoljno istraženi. Konstruirao je tzv. elektrofor — stroj o kojem je 1893. godine objavio članak u *Nastavnom vjesniku* u Zagrebu. O tom je stroju pisao kasnije i Oton Kučera. Djelovao je kao profesor fizike na Sveučilištu u Zagrebu, gdje je znatno pridonio razvoju nastave fizike. Bavio se električnim i magnetskim pojavama i poznat je po radu na području pretvorbe toplinske energije u električnu, i obrnuto, te gibanja uzrokovanih električnom energijom. Bio je aktivan i u Organizaciji znanstvenog rada te je utjecao na razvoj znanosti iz područja fizike u Hrvatskoj krajem XIX. i početkom XX. stoljeća. V. Pavlata ostao je zapamćen kao posvećeni znanstvenik i profesor koji je pomogao učvrstiti temelje fizike kao znanstvene discipline u Hrvatskoj. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Franjo Hanaman (Drenovac/Županja, 1878. –Zagreb, 1941.) maturirao je na Realnoj gimnaziji u Zemunu 1895. godine, gdje mu je profesor bio Stanko Plivelić. Diplomirao je na Tehničkoj visokoj školi u Beču i stekao naslov inženjera kemije. Ondje je 1900. godine postao asistent pa je sa svojim kolegom asistentom dr. Alexandrom Justom (Austrija, 1872.–1937.) surađivao s bečkom tvrtkom *Schneider und Co* na usavršavanju žarulje s ugljenom niti. Poznato je da je tu žarulju pronašao T. A. Edison i da je do tada ispitano približno 3 000 različitih materijala koji su se činili pogodnim za žarnu nit u žarulji. U nastojanju da pronađu najprikladniji metal za nit žarulje, njih su se dvojica odlučili za volfram i to zbog njegova visokog tališta. Istina, tada je dobivanje tog metala bilo vezano uz tehnološke probleme. Nakon dugotrajnih istraživanja uspjelo im je da iz volframovog praška proizvedu volframovu žarnu nit, a svoj su postupak patentirali u travnju 1903. godine. Početkom 1905. godine sklopili su ugovor s poduzećem *Vereinigte Glühlampen und Elektrizitäts AG* u Újpeštu u Mađarskoj o primjeni njihova patenta u proizvodnji žarulja. F. Hanaman je, kao potpredsjednik tvrtke *Internationale Wolframlampen AG* u Budimpešti, putovao 1909. i 1910. godine u SAD na

pregovore s *General Electric Co.* Ta je tvrtka od F. Hanamana i A. Justa otkupila patent za proizvodnju volframovih niti, nakon čega se žarulja s volframovom niti proširila svugdje u svijetu i u potpunosti potisnula žarne niti od drugih materijala. F. Hanaman se od tada bavio drugim problemima, a 1911. godine otišao je u Berlin i tamo doktorirao 1913. Prvi svjetski rat proveo je u Beču kao organizator i rukovoditelj tada najsuvremenijeg metalografskog laboratorija. Kada je 1919. godine u Zagrebu osnovana Tehnička visoka škola, F. Hanaman je bio predavač, a od 1922. postao redoviti profesor za organsku kemiju i metalurgiju. Bio je dekan Kemijskog odsjeka 1922. i 1923. godine, a potom 1924. i 1925. rektor Tehničke visoke škole. Zahvaljujući njegovu nastojanju, ta je Škola 1926. godine uključena u Sveučilište u Zagrebu kao Tehnički fakultet. Poticajem profesora F. Hanamana, na tom je Fakultetu osnovan posebni Rudarsko — metalurški odsjek. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Profesor fizike **Stanko Plivelić** (Karlovac, 1868. – Krapina, 1925.), koji je predavao na Velikoj realci u Zemunu, a potom živio u Mitrovici i Krapini, imao je posebnu sklonost prema elektrotehnici. Od 1891. do 1923. godine objavio je brojne napise iz tog područja u brojnim našim stručnim i popularnim časopisima. Pisao je o električnim centralama, električnoj rasvjeti, prijenosu električne energije, hidroelektranama, električnom brzozjavu, telegrafu bez žica i atmosferskom elektricitetu. Napisao je i 1910. godine objavio knjigu *Munjovodni uređaji*, koja predstavlja prve propise za munjovodne uređaje na hrvatskom jeziku. Zajedno s O. Kučerom bio je autor III. knjige *Novovjeki izumi*, a napisao je poglavlje *Električna vozila*, u kojem napominje da se: »...misli i na to da se i vodopadi Dalmacije i Istre u tu svrhu upotrijebe—«. Govoreći o tomu, on potom piše: »... nesumnjivo će doći vrijeme kada će se i u našoj domovini jedan dio te prirodne energije upotrijebiti za pogon električnih željeznica«. U IV. knjizi *Novovjeki izumi* iz 1913. godine, čiji su autori bili O. Kučera i S. Plivelić, on je obradio vrlo suvremeno, pregledno i stručno velika poglavlja *Električna rasvjeta* i *Električni akumulatori*. S. Plivelić je 1918. godine u Beču dobio patentnu ispravu za svoj pronalazak *Blitzschutzvorrichtung für elektrische Luftleitungen nach Dr. Plivelić*¹⁶. Tijekom 1923. godine on je za Odbor za tehničku terminologiju Društva inženjera i arhitekata, Sekcija Zagreb izradio elektrotehničku terminologiju s više od 2 000 termina. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Ivan Zoch (Slovačka, 1856. – Zagreb, 1921.) hrvatski prirodoslovac, pedagog i pisac slovačkog podrijetla dao je važan doprinos razvoju prirodoslovne nastave u Hrvatskoj. Bio je profesor matematike i fizike na Realnoj gimnaziji u Osijeku, a kasnije u Petrinji. Zajedno s profesorom Josipom Mencinom (1856.–1900.), započeo je 1887. godine izdavati prvu *Hrvatsku enciklopediju*, od koje su objavljena samo dva sveska (od slova A do G–zel). U tom opsežnom i vrijednom djelu su pregledni i sažeti napisi o brojnim pojmovima iz elektriciteta i elektrotehnike, a tu se nalazi i prva definicija pojma »elektrotehnika« na hrvatskom jeziku. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Od druge polovice XIX. stoljeća živio je i radio kao profesor fizike najprije u Senju, a potom u Zagrebu **Ivan Šah** (Češka, 1824. – Zagreb, 1904.). Uz pedagoške djelatnosti napisao je i svoje najopsežnije djelo *Novovjekni izumi u znanosti, obrtu i umjetnosti*, knjiga prva. Nju je 1882. godine objavila Matica Hrvatska, čime je započela svoju poznatu i vrlo važnu seriju knjiga iz područja tehnike. U poglavlju *Munjevita struja*, I. Šah govori o »munjomagnetima i magneto–munji« te opisuje »suvislost među munjinom i magnetizmom«, koje je 1820. godine slučajno otkrio danski fizičar Christian Oersted (1777.–1851.). Potom I. Šah opisuje kako je francuski fizičar i astronom Dominique F. J. Arago (1786.–1853.) otkrio »munjomagnet ili elektromagnet«. Time je I. Šah — taj pojam i naziv već prije 143 godine uveo u hrvatsku stručnu literaturu, posluživši se terminima iz *Hrvatsko–njemačko–talijanskog rječnika znanstvenog nazivlja* (kojega je 1874/75. godine objavio Bogoslav Šulek). I. Šah prvi u Hrvatskoj opisuje rad hidroelektrane u kojoj se »pomoću mlinskih kolesa tjera magnetoelektrični stroj« te kaže da je »ovo dakako najjednostavnije i najjeftinije«. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Oton Kučera (Petrinja, 1857. – Zagreb, 1931.) završio je filozofske znanosti u Zagrebu. Predavao je matematiku i fiziku. Tijekom službovanja u Požegi, napisao je opsežno djelo *Crtice o magnetizmu i elektricitetu*, kao drugu knjigu u izdanju *Novovjekni Izumi*, koju je 1892. objavila Matica Hrvatska. U njemu je opisao »dinamomakine« i ostale električne strojeve te korištenje slapova za dobivanje električne energije. Godine 1903. objavila je Matica Hrvatska knjigu O. Kučere *Valovi i zrake*, u kojoj je vrlo opširno pisao o elektrotehnici. Zajedno sa S. Plivelićem i Božičevićem objavio je 1910. treću knjigu *Novovjekni izumi*, u kojoj je također vrlo opširno pisao o elektrotehnici, a 1913. sa S. Plivelićem i četvrtu u kojoj je opisao dinamo izmjenične struje i prijenos električne energije na daljinu. Konačno, O. Kučera je autor pete knjige *Novovjekni izumi* iz 1925. godine, pod naslovom *Telegraf i telefon bez žica*. O. Kučera je, uz brojne članke i rasprave, napisao 21 djelo, u kojima je više od tisuću stranica posvetio pitanjima elektriciteta i magnetizma [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Zanimljiva je osoba **Ivan Stožir** (Rožna Dolina, 1834. – Zagreb, 1908.), koji je bio hrvatski prirodoslovac, geolog, pedagog i publicist, a snažno je pridonio razvoju geologije i rudarskih znanosti u Hrvatskoj. Bio je profesor na Višoj realci u Zagrebu. Poznato je da je 14. ožujka 1873. upravljao rasvjetom u Hrvatskom narodnom kazalištu tijekom predstave Margarita, odnosno Faust. Bila je to prva primjena električnog svjetla u Zagrebu i Hrvatskoj. I. Stožir je 1877. godine, u povodu Svesokolskog plesa u Hrvatskom glazbenom zavodu, na uglu Ilice i Gundulićeve ulice postavio jednu električnu lučnicu, koju je nekoliko sati strujom napajala galvanska baterija. To prvo električno ulično svjetlo u Zagrebu bila je velika gradska senzacija. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Ivan Paspas (umro je 1933.)¹⁷ došao je u Zagreb iz Beča 1893. godine s reputacijom »gospodara svjetla«. Naime, bio je upravitelj električne rasvjete u poznatom bečkom *Burgteatru*, a u Zagreb ga je doveo Stjepan Miletić, intendant Hrvatskog narodnog kazališta. I. Paspas je ponajprije uveo električnu rasvjetu u staro gradsko kazalište na Markovu trgu, koristeći parni stroj Uspinjače, koja je izgrađena 1888. godine. Nakon otvaranja nove zgrade HNK-a, 1895. godine, postao je nadzornik njegove električne rasvjete, a Kazalište je imalo vlastiti generator električne energije te elektranu smještenu u zgradi Hrvatskog kola, nasuprot Kazalištu. I. Paspas je 1896. godine od Gradskog poglavarstva dobio dozvolu za veleobrt *Ivan Paspas i sin*, za proizvodnju električnih baterija i baterijskih svjetiljki. Ta tvornica — prva elektroindustrija u Hrvatskoj — postoji i danas pod imenom Tvornica baterija *Croatia*. [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Na kraju spomenimo i **Ladislava Stjepaneka** (Novi Sad, 1874. – Zagreb, 1951.), koji je studirao na Filozofskom fakultetu u Zagrebu, gdje je i doktorirao 1900. godine s temom *Maxwellova teorija o elektricitetu*. U svojoj disertaciji L. Stjepanek je sustavno i iscrpno prikazao Maxwellovu teoriju i istražio njene korijene, osobito u odnosu na Faradaya, a preko njega i Boškovića. Godine 1902. objavio je novi rad *Elektrodinamika i indukcija u Maxwela* s jednakom temom. Osim toga, objavio je i nekoliko radova iz područja teorije magnetizma i elektriciteta. Na Sveučilištu u Zagrebu bio je 1912. godine izabran za prvog učitelja teorijske fizike pa je kao redoviti profesor dočekao umirovljenje 1946. godine. Profesor L. Stjepanek bio je svjedok osnutka Visoke tehničke škole u Zagrebu i njenog Odsjeka za elektrotehniku 1919. godine, kada započinje novo doba razvoja elektrotehničkih znanosti u Hrvatskoj [*Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, 1995.].

Tijekom, a posebice krajem XIX. stoljeća Hrvatska je doživjela značajan znanstveni i tehnički razvoj čemu su ključan doprinos dale institucije kao Sveučilište u Zagrebu, tada Jugoslavenska, a danas Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti te Matica Hrvatska, Društvo Sv. Jeronima i Hrvatsko prirodoslovno društvo. Ove ustanove nisu samo razvijale teorijska znanja iz prirodnih znanosti i matematike već su i stvarale okvir za primjenu tih znanja u gospodarstvu i svakodnevnom životu, potičući edukaciju, popularizaciju i razmjenu informacija s međunarodnom znanstvenom zajednicom. Publikacije poput Rječnika znanstvenog nazivlja Bogoslava Šuleka i Glasnika Hrvatskog prirodoslovnog društva omogućile su standardizaciju hrvatskog jezika te širenje znanja među stručnjacima i građanima.

Hrvatski znanstvenici i stručnjaci od renesansnih vizionara Fausta Vrančića i Ruđera Josipa Boškovića do kraja XIX. stoljeća, kada su djelovali Josip Franjo Domin, Martin Sekulić, Ivo Stožir, Ferdinand Kovačević i drugi, ostvarili su temelje moderne elektrotehnike. Njihovi radovi, patent i praktične primjene omogućili su uvođenje prvih električnih sustava u Hrvatskoj i pripremili su teren za značajne projekte kao što je cjeloviti elektroenergetski sustav HE Krka. U njihovim djelima spojena je teorijska inovacija i praktična primjena — od proučavanja fizike, strukture materije i elektriciteta, do razvoja projekata, ugradnje elektroenergetske opreme; generatora i transformatora i primjene sustava višefazne izmjenične struje. Takav spoj znanstvenog istraživanja i tehničke primjene omogućio je da Hrvatska, unatoč sporijem početku u odnosu na zapadnoeuropske zemlje, postane aktivno i inovativno središte elektrifikacije i tehnološkog napretka u jugoistočnoj Europi.

Elektrifikacija Slavonije, Središnje Hrvatske, Istre, Primorje i drugih područja Dalmacije teško bi se ostvarila bez rada hrvatskih znanstvenika koji su stvarali temelje za znanstveno-tehničku kulturu i koji su podučavali nove generacije inženjera i tehničara. Projekt elektroenergetskog sustava HE Krka predstavljao je neposrednu primjenu tih znanstvenih temelja u praksi gdje teorijska znanja postaju osnova za industrijsku i javnu elektrifikaciju. To se nije odnosilo samo na elektrotehniku nego i na geodeziju, građevinarstvo odnosno hidrotehničku znanost i struku. Jer, primjerice, trebalo je imati viziju vodozahvata u prostoru, projektirati i ostvariti tehničko rješenje zahvata vode rijeke Krke kao pretpostavke izgradnje HE Krka. Jednako se odnosilo i na trasu dalekovoda do Grada Šibenika.

XIX. stoljeće u Hrvatskoj predstavlja razdoblje buđenja nacionalne svijesti, razdoblja u kojem se stvarala trajna veza između prirodnih znanosti, tehničkog napretka i društvenog razvoja. Primjeri poput HE Krke pokazuju kako su intelektualna baština, poduzetnički duh i praktična primjena znanosti u Hrvatskoj krajem XIX. stoljeća posta-

vili temelje za elektroenergetski i industrijski razvoj u XX. stoljeću čime je Hrvatska postala dio globalnog znanstveno-tehničkog i industrijskog napretka. Nažalost za Hrvatsku su nakon Prvog svjetskog rata nastupila duga i vrlo teška vremena. Ipak, temelji nisu izgubljeni i naši znanstvenici i stručnjaci nisu zaboravljeni.

Literatura:

- Albert Čebulj, *Nikola Tesla and creation of polyphase systems*, Symposium dedicated to Nikola Tesla's 120 years, Yugoslav Academy of Science and Art, Smiljan, 1976.
- F. Hillebrand, *Zur Geschichte des Drehstromes (On the history of the three-phase current)*, ETZ 80, pages, 409–461, Berlin, 1959.
- Hrvatska elektroprivreda d.d., DP Elektroprimorje Rijeka 50 godina Elektroprimorja, Zagreb, Rijeka, 1997.
- Hrvatska elektroprivreda, *Stoljeće Hrvatske elektroprivrede*, Monografija, Zagreb, 1995.
- HEP ODS, DP Elektra Požega, *Stoljeće električne energije u Požegi*, 2012.
- HEP ODS, DP Elektra Vinkovci, *Stoljeće vukovarskog svjetla*, 2009.
- HEP Proizvodnja, HEP Operator distribucijskog sustava, Elektra Karlovac, *Stoljeće Munjare Grada Karlovca 1908. – 2008.*, Karlovac, 2008.
- Institut za elektroprivredu *Razvoj elektrifikacije Hrvatske*, Zagreb, 1984.
- Međunarodni simpozij *Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, Hrvatska elektroprivreda, 1995.
- Monografija *Elektrodalmacija 1920. – 2021.*, 101 godina električne energije u Splitu, HEP ODS Elektrodalmacija Split, Split, 2021.
- Monografija *Elektroistra 1900. – 45, 50. – 1990.*, Elektroistra Pula, Pula, 1990.
- Monografija *Elektroprimorje Rijeka 1947. – 1997.*, HEP d.d., DP Elektroprimorje Rijeka, Rijeka, 1997.
- Monografija HEP Distribucija, DP Elektra Čakovec, *110 Elektra Čakovec*, Čakovec, 2003.
- Monografija HEP Operator distribucijskog sustava, HEP Proizvodnja, *120 godina električnog svjetla u Varaždinu 1895. – 2015.*, 40 godina hidroelektrane Varaždin 1975. – 2015., Varaždin, 2015.
- Monografija HRO CIGRE *Sedamdeset godina djelovanja CIGRE u Hrvatskoj*, Zagreb, 2022.
- Monografija *SEERC CIGRE History*, Slovenian Association of Electric Power Engineers CIGRE&CIRED, Slovenia, 2020.
- Monografija *The History of CIGRE*, CIGRE Paris, 2010.
- Monografija *110 godina elektrifikacije Zadra*, HEP Distribucija d.o.o.
- Nina Palinić, *125 godina električne energije u Rijeci*, HEP Distribucija, DP Elektroprimorje, Rijeka, 2006.
- Hrvoje Požar, *Snaga i energija u elektroenergetskim sistemima*, prvi svezak, drugo izdanje, Informator, Zagreb, 1983











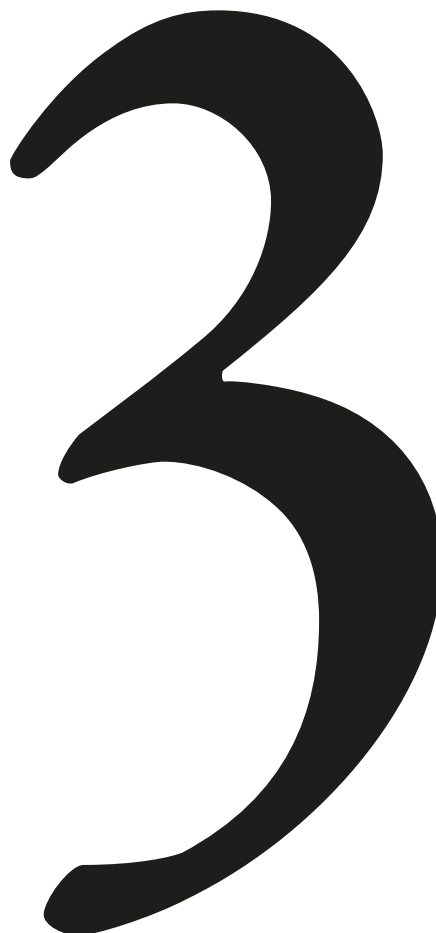




RAZGLEDNICA NIKOLA TESLA
**Nikola Tesla i njegov utjecaj
na elektrifikaciju Hrvatske**

Darko Žubrinić

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta





Teslino gostovanje u Zagrebu od 22. do 26. svibnja 1892.

Nikola Tesla posjetio je grad Zagreb u svibnju 1892. godine, na poziv tadašnjeg gradonačelnika Milana Amruša. Pritom je u Zagrebu boravio od 22.² do 26.³ svibnja 1892., odnosno tijekom četiri–pet dana. Miran Perhavec iz Maribora ustupio nam je informaciju da je Tesla u Zagrebu boravio u Hotelu k Caru Austrijskomu, koji se nalazio na tadašnjoj adresi Ilica 4, na mjestu današnje NAMA–e.⁴ Taj prekrasan hotel bio je samo desetak minuta hoda od Gornjeg grada, gdje je 24. svibnja 1892. godine u Gradskoj vijećnici, u Ćirilometodskoj ulici, N. Teslu dočekaao Milan Amruš, zajedno sa svojim pomoćnicima Milanom Lenuzijem, Adolfom Hudowskim i Ivom pl. Mallinom Ksaverskim. Tema razgovora bila je planirana elektrifikacija grada Zagreba.

Danas se u Ćirilometodskoj ulici nalazi spomen ploča, s izjavom N. Tesle od 24. svibnja 1892., izgovorene tijekom jednosatnog susreta s gradskim vlastima: *Smatram svojom dužnošću da kao rođeni sin svoje zemlje pomognem gradu Zagrebu u svakom pogledu, savjetom i činom.* Ponovno postavljanje spomenutog spomenika, koji je izradio akademski kipar Grga Antunac⁵ (1906.–1970.) još 1955. godine,

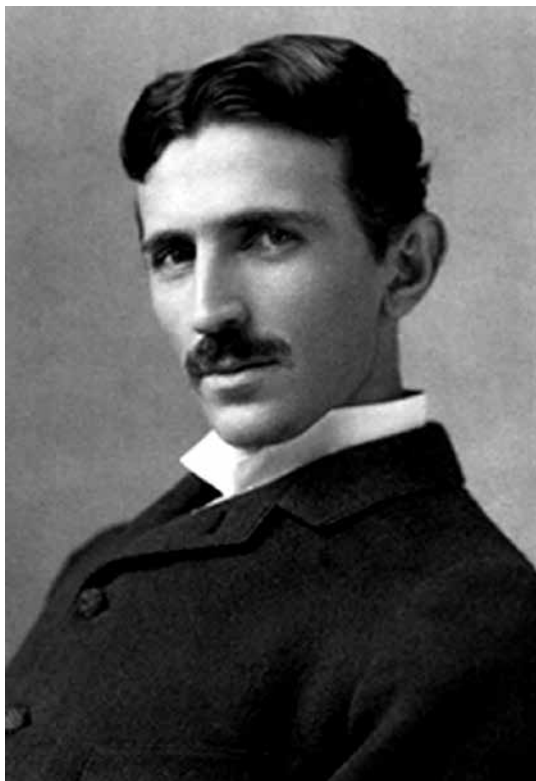
¹ Sadržaj ovog poglavlja je dio knjige [Žubrinčić 2025], koja je u pripremi.

² Da je N. Tesla u Zagreb doputovao 22. svibnja 1892., o tomu već davno piše [Njegovan 1956, str. 41]. Vidi [Filipović 2006, str.190] u prilogu dr. Zvonimira Jakobovića, kao i u [Perhavec 2020, str. 412], pozivajući se na [Mrkich 2006]. Također prema [Perhavec 2020, str. 413], doznajemo da je N. Tesla u Zagrebu odsjeo u Hotelu k Caru Austrijskomu, na tadašnjoj adresi Ilica 4, odnosno blizu Trga bana Jelačića.

³ U članku objavljenom u Zagrebu u Narodnim novinama objavljenom 25. svibnja povodom gostovanja N. Tesle u Gradskoj vijećnici, stoji pri kraju sljedeća rečenica: »G. Tesla kreće sutra put Varaždina, te će iz Varaždina u Budimpeštu.« Anonimni novinar je svoj članak pisao 24. svibnja, ali vjerujemo da se njegova riječ 'sutra' (kada N. Tesla odlazi iz Zagreba) odnosi na 26. svibnja, jer je članak objavljen za čitatelje 25. svibnja. U [Perhavec 2020] autor smatra da je N. Tesla otišao iz Zagreba 25. svibnja.

⁴ Vidi [Perhavec 2020]. Držim da bi na početku Ilice, mjesto gdje je u Zagrebu boravio N. Tesla od 22. do 26. svibnja 1892. trebalo obilježiti spomen–pločom odmah desno od današnje NAMA–e, na današnjem broju Ilica 5.

⁵ U knjizi [Njegovan 1956, str. 42], pisanjoj u Zagrebu na srpskom jeziku (latinicom), nalazimo zanimljiv podatak u svezi s gostovanjem N. Tesle kod Milana Amruša: »Na uspomenu na taj značajni dan postavljena je 1955. godine na Gradskoj kući, spomenploča s likom N. Tesle u bronzanom reljefu, akademskog kipara Grge Antunca rođenog u Šibeniku.« Ako je ta ploča postavljena 1955., pitamo se kada je ona bila uklonjena, da bi ponovno bila postavljena početkom 1990–ih godina? Je li već 1955. bio postavljen na ploču popratni tekst kakav stoji i danas? Grga Antunac je rođen u Šibeniku.



potaknuo je početkom 1990.-ih godina prof.dr. Vladimir Muljević (1913.–2007.), profesor i bivši dekan Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (sada FER).

Djelovanje Nikole Tesle od 1891. do 1893.

Početkom 1890.-tih godina, ime N. Tesle je već bilo poznato u stručno-znanstvenim krugovima u SAD-u. Od godine 1893., nakon Kolumbovske izložbe u Chicagu (kojom je obilježena 400. obljetnica naseljavanja američkog kontinenta) te nakon nekoliko zapaženih predavanja održanih u SAD-u, Engleskoj i Francuskoj — N. Tesla postaje i svjetski poznat.

Godine 1886., N. Tesla je prikazao svoj izmjenični električni motor stručnjacima AIEE-a (*American Institute of Electrical Engineers*; kasniji IEEE – *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, osnovan 1963.). Dvije godine kasnije (1888.), zahvaljujući Teslinim patentima, osnovana je *Westinghouse Electric Company*,

kada N. Tesla započinje značajnu suradnju s Georgeom Westinghouseom.

Navedimo nekoliko važnih događaja za N. Teslu 1891., prije njegova predavanja održanog u Zagrebu 24. svibnja 1892.:

- izum Teslinog svitka (*Tesla coil*),
- fosforescentna žarulja (pedeset godina prije početka proizvodnje fluorescentnih žarulja),
- zapaženo predavanje na *Columbia University* (u to vrijeme *Columbia College*), New York⁶,
- N. Tesla je dobio američko državljanstvo.

⁶ Naslov Teslina predavanja bio je: *Experiments with alternate currents of very high frequency and their application to methods of artificial illumination* (Pokusi s izmjeničnim strujama vrlo visokih frekvencija i njene primjene na metode umjetnog osvjetljavanja). Predavanje je u potpunosti stenografirano i objavljeno u članku na 54 stranice: [*The Autobiography of Nikola Tesla and Other Works* 2021, str. 393–446].

N. Tesla je 1892. postao jedan od triju dopredsjednika AIEE.⁷ Na toj je funkciji bio tijekom dvije godine.

Godine 1893. G. Westinghouse je, zahvaljujući Teslinim patentima za elektrificiranje na Svjetskoj kolumbovskoj izložbi *World's Columbian Exhibition* u Chicagu, istisnuo *General Electric* (negdašnji *Edison General Electric*). Izložba je održana na površini od čak 278 hektara. Izložbeni prostor, na kojem je izlagalo približno 60 000 poduzeća (iz SAD-a i još iz približno 60 zemalja), nazvan je *White City* (Bijeli grad) ili *City of Light* (Grad svjetla), sukladno noćnom električnom osvjetljenju kakvo još do tada nije bilo viđeno u povijesti čovječanstva. Zabilježeno je približno 27 milijuna posjeta Izložbe. Proslava 400. obljetnice otkrića Amerike⁸ odgođena je s 1892. na 1893. radi predsjedničkih izbora održanih u SAD-u 1892.

Izložbu u Chicagu je 1. svibnja 1893. godine svečano otvorio tadašnji američki predsjednik Grover Cleveland (1837.–1908.). Pritiskom gumba pokrenuo je moćne Tesline turbine na izmjeničnu struju, nakon čega se upalilo 160 tisuća sijalica. Tesline turbine su za potrebe Izložbe proizvele tri puta više električne energije, nego što je bila potrošnja za cijeli grad Chicago.

Budući da je T. A. Edison zabranio uporabu njegovih sijalica, na koje je imao patentna prava, G. Westinghouse je u vrlo kratkom roku pokrenuo proizvodnju nove vrste sijalica. Za potrebe Izložbe izrađeno je 250 000 žarulja tipa Stopper-lamps.

Na Izložbi u Chicagu predstavljena je prva javna uporaba Teslinog sustava izmjenične struje. Između ostaloga, prikazani su i:

- Teslini motori na izmjeničnu struju i višefazni sustav,
- Teslino rotirajuće jaje,
- fosforescentne žarulje različitih oblika,
- struja napona od milijun volti koju je N. Tesla propustio kroz svoje tijelo.

N. Tesla je sa G. Westinghouseom ostvario pobjedu nad T. A. Edisonom u poznatom 'Ratu struja' (*War of the Currents*), kojom je izmjenična struja dobila prednost nad istosmjernom i to:

- Izložbom u Chicagu 1893. i
- izgradnjom hidrocentrale na Niagari.

'Rat struja' bio je jedan od najtužnijih i najsramotnijih događaja u povijesti tehnologije i znanosti, prepun niskih udaraca T. A. Edisona.

⁷ Taj podatak zahvaljujemo g. Mariu Filipiju iz Zagreba.

⁸ Kristofor Kolumbo je 'otkrio' Ameriku 1892. godine, a ne 1893.

Navedimo neka od predavanja koja je N. Tesla održao prije njegova dolaska u Zagreb:

- 21. svibnja 1891. godine u New Yorku za stručnjake *American Institute of Electrical Engineers* (AIEE, danas IEEE), Columbia College
- 3. i 4. veljače 1892. u Londonu za stručnjake *Institution of Electrical Engineers* i u *Faradayevu Royal Institution*⁹
- 19. veljače 1892. za društva *Société française de Physique* i *Société internationale des Électriciens* u Parizu.

N. Tesla je na svom predavanju održanom 3. veljače 1892. godine u Londonu, između ostaloga opisao i mogućnost izgradnje elektronskog mikroskopa. O tomu J. J. O'Neill kaže sljedeće:¹⁰

»Bilo bi djelo najobičnije pravde ako bi budući učenjaci priznali Tesli da je on bio taj koji je pronašao elektronski mikroskop«.

Lord Kelvin bio je od 1892. godine znanstveno–stručni savjetnik tijekom izbora najbolje ponude za izgradnju hidrocentrale na slapovima Nijagare. Zanimljivo je da je Kelvin u početnom razdoblju bio naklonjen istosmjernoj tehnologiji, ali se kasnije ipak priklonio Teslinoj tehnologiji izmjenične struje.

Nakon gostovanja N. Tesle u Zagrebu u svibnju 1892., uslijedilo je još nekoliko njegovih značajnih javnih istupa:

- 24. veljače 1893. održao je predavanje u *Franklinovu Institutu* (Philadelphia)
- u ožujku 1893., imao je predavanje *Light and other High Frequency Phenomena*¹¹ za stručnjake *National Electric Light Association*¹² u St. Louisu (u državi Missouri u SAD–u). Tom su predavanju nazočili vodeći britanski znanstvenici Lord Kelvin,¹³ Lord Rayle-

⁹ Stenografski zapis ovih dvaju Teslinih predavanja obasiže u tisku blizu 100 str.; vidi [*The Autobiography of Nikola Tesla and Other Works* 2021, str. 447–541]. Predavanjima u Londonu 1892. predsjedao je lord John William S. Rayleigh, u to vrijeme tajnik Royal Society, kasnije i predsjednik tog Društva (dobitnik Nobelove nagrade za fiziku 1904.).

¹⁰ Vidi [Rodin 1956, str. 45].

¹¹ *Light and other High Frequency Phenomena* — Svjetlost i druge visokofrekvencijske pojave

¹² *National Electric Light Association* (NELA) — Nacionalna udruga za električnu rasvjetu, utemeljena je 1885. u Chicagu, sa sjedištem u New Yorku. Prestala je djelovati 1933. Glavna svrha Udruge bila je zastupanje komercijalnih interese američke elektroindustrije i njena širenja. Među počasne članove te Udruge uvršteni su George Westinghouse, Lord Kelvin, Thomas Alva Edison i Nikola Tesla. Godine 1921. ta je Udruga imala 11 tisuća članova, uključujući i poduzeća i organizacije, kao i pojedince iz drugih zemalja.

¹³ Lord Kelvin = William Thomson (1824.–1907.), poznati škotski matematičar, fizičar i inženjer; postao je lord te 1893. godine.

igh,¹⁴ Silvanus P. Thompson, Arnold von Siemens, kao i princ od Walesa (Albert Edward) s obitelji, pred auditorijem od 5 000 ljudi (i još nekoliko tisuća koji su čekali izvan dvorane). Koliko je veliko bilo zanimanje za predavanje govori podatak da se za ulaznicu u dvoranu plaćalo tri do pet dolara, premda je ulaz bio besplatan.¹⁵

- 1893. je predstavio svoje motore i transformatore tijekom Svjetske izložbe u Chicagu
- 23. kolovoza 1893. na Elektrotehničkom kongresu u Chicagu je održao predavanje *O mehaničko–električnom oscilatoru*. Izložbu i predavanje posjetio je Hermann von Helmholtz (1821.–1894.), poznati njemački fizičar, liječnik i filozof, u to vrijeme počasni predsjednik Kongresa u Chicagu.

Spomenuto predavanje pred 5 000 ljudi u St. Louisu održano je besplatno u dvorani *Exhibition Theatre*. Još nekoliko tisuća ljudi ostalo je izvan dvorane. Bilo bi zanimljivo pronaći koju fotografiju s tog događaja, koji su u to vrijeme popratile i američke novine. Prema opisu iz knjige [*The Autobiography of Nikola Tesla and Other Works* 2021, str. 367], predavanje N. Tesle u St. Louisu (Missouri) je 1893. organizirala udruga *National Electric Light Association* samo za uži krug stručnjaka, ali je zbog velikog interesa stanovnika grada ipak osigurana velika dvorana, u koju se smjestilo više od 5 000 ljudi. Predavanje N. Tesle u Philadelphiji i St. Louisu u spomenutoj knjizi obasiže skoro 80 stranica. Prvih osam stranica predstavlja divni hvalospjev ljudskom oku i njegovu značaju za spoznavanje.¹⁶

Nikola Tesla u gradu Zagrebu 1892.

U vrijeme održavanja predavanja u Parizu, N. Tesla je doznao da mu je majka Georgina (Đuka) na smrti. Hitno je otputovao u Gospić, gdje mu je majka preminula u noći nakon njegova dolaska.

Pretpostavljamo da je u to vrijeme dobio poziv gradonačelnika dr. Milana Amruša (1848.–1919.) da posjeti Zagreb. M. Amruš je u dnevni red Gradskog zastupstva uvrstio i potrebu gradnje električne centrale, koja bi grad opskrbljivala električnom energijom. Radi toga je stručnu pomoć zamolio (i dobio) od N. Tesle, koji je te

¹⁴ Lord Rayleigh = John William Strutt (1842.–1919.), poznati je engleski fizičar, dobitnik Nobelove nagrade za fiziku 1904.

¹⁵ Vidi [Pejnović 1927a, *Nastavni vjesnik*, 1927, str. 195].

¹⁶ Vidi str. 542–550 spomenute knjige [*The Autobiography...* 2021].

1892. godine 24. svibnja, u Gradskoj vijećnici u Zagrebu održao predavanje o izmjeničnoj struji.¹⁷

Iz novinskog članka koji slijedi, objavljenog u Narodnim novinama 25. svibnja 1892. u Zagrebu, vidljivo je i kako je N. Tesla pisao na hrvatskom jeziku. Naime, Ivan Meštrović u svojoj autobiografiji¹⁸ navodi da je u prepisci s N. Teslom primijetio da iz njegova pisanja izbija jezik zagrebačkih Narodnih novina. Njega se u priloženom članku s puno poštovanja imenuje kao *gospodin strukovnjak*.

Nikola Tesla o električnoj razsvjeti u Zagrebu

»Čuveni elektrotehnički strukovnjak, naš zemljak Nikola Tesla, koji je na poziv gradskog načelnika dra. Amruša došao u Zagreb, da savjetom svojim podupre gradsko poglavarstvo u predmetu uvođenja električne razsvjete razlagao je jučer do podne u prisustvu gradskog načelnika i donaćelnika, gradskih vijećnikah Mallina i Hudovskoga i gradskog mjernika Lenucia svoje nazore o načelnim pitanjima poduzeća. Gosp. Tesla, čovjek od po priliči 35 godina, visok, tanak kao jela rodnog kraja, crnih kosah i očijuh, koji na svom širokom čelu nosi pečat genija, držao je dulji expose, iz kojeg crpimo sljedeće važnije podatke.

Bez svake dvojbe i bez svakih od ma kuda nastalih prigovorah mora gradska občina urediti električnu centralu u vlastitoj režiji, i to ponajviše s toga razloga, jer je dan danas pitanje električne razsvjete već izašlo iz experimentalnog štadija, te već sa pozitivnim podacima i stvarima radi. Stara društva, koja su ustrajala¹⁹ ovakove štacije u dobi, kad je ciela stvar još bila u razvitku, danas imade dohodak od 6, 7, do 8%, a kako nebi onda poduzeće napredovalo, koje već sa stalnim izkušanim faktori-
ma računati može, gdje po današnjem stanju stvari eventualne preinake se samo sitnosti ticati mogu, ali nikako više principa. Za grad Zagreb, kao glavni grad ove zemlje, nastaje ne samo mogućnost, nego baš dužnost da uvede tu novu razsvjetu, jer to nije samo koristi za grad sam, nego za cielu zemlju, i rek bi, sramota bi bila za Zagreb, da nije on kolovodja u tom pitanju.

¹⁷ Zanimljivo je da te 1892. godine, kada je N. Tesla došao u rodnu Hrvatsku, njegov zemljak i izumitelj Ferdinand Kovačević (1838.–1913.), rodом također iz Smiljana kao i N. Tesla, objavio u Zagrebu knjigu pod naslovom Elektromagnetični brzozav osobitim obzirom na poštansko–brzozjavne odpravnike. Vidi [Dadić 2010, str. 416]. Ta se knjiga smatra prvom stručnom knjigom iz područja elektrotehnike na hrvatskom jeziku. Naslov drugog poglavlja knjige glasi II. Munjina (tj. II. Elektricitet). Više podataka o F. Kovačeviću dostupno je u [Muljević 2005].

¹⁸ [Meštrović 1961 ili 1969]

¹⁹ Ustrajala — gradila (od ustrojiti — izgraditi; op. DŽ.)

GOD. LVIII.

„Narodne Novine“ izlaze svaki dan osim nedjelje i ponedjeljka.
Pretpisati se na domaću u odgoznoj listi.

Za jedan mjesec 1 kor.
Za tri mjeseca 3 kor.
Za pol godine 6 kor.
Za godinu 12 kor.
Za dostavljanje u kuću u Zagrebu
plaća se na tri mjeseca 60 cent.
Za podizanje s poštom na tri
mjeseca 3 fortina, na pol godine
8 fortina.

NARODNE NOVINE.

U Zagrebu, u sriedu 25. svibnja 1892.

Br. 120.

Ovrsbina za oglaš. plaća se
po cijeniku izloženom u upravi
listu.

Uredništvo, uprava, tiskana
odgovarajuće „Narodnih Novina“
nalaže se u vlastitoj kući
Ilica br. 39.
Izokupiti nevrataje se.

Nikola Tesla o električnoj razsvjetli u Zagrebu.

Čuvani elektrotehnički strukovnjak, naš zemljak Nikola Tesla, koji je na poziv gradskog načelnika dra. Amruša došao u Zagreb, da savjetom svojim podupre gradsko poglavarstvo u predmetu uvođenja električne razsvjete razlagao je jučer do podne u prisustvu gradskog načelnika i podnačelnika, gradskih vijećnika Mallina i Hulovskog i gradskog mještara Lencica svoje razore o načelnim pitanjima toga poduzeća. Gosp. Tesla, čovjek od po prilici 35 godina, visok, tenak kao jela rodnog krajca, crnih kosih i očiju, koji na svome širokom čelu nosi pečat genija, držao je duži govor, iz kojeg crpimo sljedeće važnije podatke.

Bez svake dvojbe i bez svih od ma kuda nastalih prigovora mora gradska občina urediti električnu centralu u vlastitoj zgradi, i to ponajviše s toga razloga, jer je dan danas pitanje električne razsvjete već išlo iz eksperimentalnog štadija, te već sa pozitivnim podacima i stvarima radi. Stara društva, koja su ustajala ovakove štacije u dobi, kad je cijela stvar još bila u razvitku, danas imaju dohodak od 6, 7 do 8%, a kako nebi onda poduzeće napredovalo, koje već sa stalnim izkušanim faktorima računati može, gdje po današnjem stanju stvari eventualno preinake se samo stisnuti tisci mogu, ali nikako više principa. Za grad Zagreb, kao glavni grad ove zemlje, nastaje ne samo mogućnost, nego baš dužnost, da uvede tu novu razsvjetu, jer to nije samo korist za grad sam, nego za cijelu zemlju, i rek bi, sramota bi bila za Zagreb, da nije on kolovodja u tom pitanju. Biti će, dakako, poteškoća, ali je svaki početak težak, te će se moći kratkim vremenom i savjestnim radom i te poteškoće prevladati. Prva će biti poteškoća izbor sistema, ili istosmjerni ili naizmjenična struja. (Gleichstrom ili Wechselstrom).

Nu na temelju svojih vlastitih izkuštava savjetuje gosp. Tesla na svaki način upotrebljivanje naizmjenične struje, i to ponajviše s tih razloga, što sa dotični strojevi joltiniji i jednostavniji i što je manipulacija s njima sa puno manjim troškom sklopljena, nego kod strojeva za istosmjernu struju, dalje i s tog razloga, što se svaki novi protuzlazak kod izmjenične struje lakše uvesti može, nego kod istosmjernje struje. Dalje mora se i to u obzir uzeti, da se izmjenična struja puno dalje voditi može, nego istosmjernja, n. pr. u Lauffenu se je vodila 150 kilometara, i kod uređenja električne razsvjete u New-Yorku vodit će se struja od Niagara-pada, dakle preko 450 km. To se kod istosmjernje struje nemože. Druga će poteškoća na-

stati kod nabave strojeva. Prem su dan danas svi strojevi, izišli iz koje god tvornice, jako izvrstni i sigurni, to ipak treba paziti, da nebi u cijenama nastala koja provara. Strojevi svih sistema i svih društava, koji se sa njima bave, neće u djelatnosti diferirati za 1%, ali glede cijenah ima velikih razlika, to se lahko događa, da cijena neodgovara uspjehu. Zato treba da gradska občina sebi pri skrbi mladu jednu tehničku silu, koju valja poslati u sve tvornice električnih strojeva, da na licu mjesta izuči i izkusi mašine i njihovo djelovanje, tako, da si na temelju stečenih očevidom izkuštava, siguran i temeljito opravdan sud stvoriti može, odkud bi se strojevi nabavili. Gospodin Tesla je u tom pogledu tople preporučio dva mlada zemljaka, izučena genijalna tehničara, koji bi za taj posao sasama sposobni bili.

Na pitanje grad. načelnika, nebi li se možda voda rieke Mrežnice, koja medju Karlovcem i Generalskim stolom u jako izlječenom koritu teče, te se bronom lako zaustavljati daje, dostatna sila bila, da proizvadj struju potrebnu za 3000 žarnica, kojih bi za Zagreb sad trebalo, odgovori g. Tesla, da po njegovom mišljenju to biti nemože. Za 3000 žarnica naime treba sila od 400 konjskih silah, toliko pako Mrežnica, koju je on pohadjao prigodom svog boravka u Karlovcu, nebi nikako mogla dati, nego najviše 200 konjskih silah. Ako bi pako novčana sredstva dozvolila, da se jedna vodena sila upotrebi, onda bi bio za to najprikladniji pad Plitvičkih jezera. Ali proti tome obstoje opet neakve zaprieke, koje nebi daleko u Americi smetale, ali ovdje. Prvo, jer bi to veliku svotu novaca koštalo i drugo, što bi se moralo nekoliko padova uništiti. Izkuštava naime dokazala su, da se pad, onako, kako u naravi postoji, nećade lahko izeripiti, da bi se sva sila vode skupljati mogla, zato se u Americi već od više godina u sličnim slučajevima n. pr. kod alapa Niagare tako radi, da se izkopa okno (Schacht), kroz koje se sva voda alapa spusti, koja voda onda na dnu okna turbine tjera. Ali to košta dakako puno novaca i uništilo bi mnogo slapova Korane. Po računima g. Tesla dali bi slapovi Korane kod Kaludjerovca 3500 efektivnih konjskih silah. I pošto se polag izkuštava stečenih u Lauffenu u vodovima 25 do 28% izgubi, došlo bi ipak još toliko sile u Zagreb, da bi do voljna bila ne samo za 3000 nego i za 25.000 žarnica.

Izisklo se je pitanje, nije li uporaba električne sile opasna po ljudski život. Na to veli g. Tesla, da od svih energija dcsada rahljenih nijedna toliku sigurnost nepruža, koliko električna. Jer kod nje može samo jedna osoba zaglaviti i to samo iz nepoznanosti i tome se daje izbjeći time, da se vodovi podzemno namjestu. Kad je g. Tesla došao u New-York, pripovjeda on, bila je u zraku nad gradom mreža od hiljadah i hiljadah žicalah, i danomice su na tim žicama radili 4—500 ljudi, ali na godinu nebi bilo više nesreća nego 2 ili 3 i to najviše s toga, što su dotični radnici pijani došli na posao i tako neprežnošću zaglavili.

Ustaviti.

Što se tiče uvođenja električne razsvjete, to je gosp. Tesla toga mišljenja, da se sa 200.000 najviše 300.000 for. sasvim lahko izući može. Gradu će biti zadaća, da gradjanstvu pokaže velike koristi koli u razsvjetnom pravcu toli i glede poljepsanja grada samoga. Ali baš ta zadaća učiniti će nužnim, da grad taj posao sa svima opreznostima izvede, da se promet neporemeti, što bi namah u pučanstvu nepouzdanje prama poduzeću prouzročilo. U tu svrhu preporuča on još jednom sistem neizmjenične struje, koja je u Americi tako napredovala, da je i Edison sam, taj prvak sistema istosmjernje struje, morao popustiti. I to je sigurno velika garancija za valjanost tog sistema, jer i naće neipraktični Amerikanci za nj priioniti. Namjeru, da se centrala kod vodovoda gradi, odobrava gosp. stručník sasama zbog blizine vode i lakhog dovožanja ugljena. Od tuda do grada bi se struja nadzemno vodila, u gradu pako podzemno.

Dalje preporuča gosp. Tesla živo, da se struja i za industrijalne motore podaje, jer to pruža siguran dohodak bez dalnjih troškova i jer je električni motor u industriji nešto izvanredno praktična, ne samo što treba manje manipulacije i manjih troškova, nego treba i manje mjesta i neprouzroči toliko štopot i drugih neugodnosti, kao parni motor.

Tom prilikom spominje gosp. gradonačelnik, da je za slučaj, da se munjara gradi, ovdješnje tramway-društvo voljno, tramway sa akumulatorima tjerati, te pita gosp. Teslu, bi li za to trebalo posebne uredbe, te je li to tjeranje akumulatorima već praktično rahljeno. Gosp. strukovnjak odvratio je na to, da je u Americi tjeranje tramwaya sa akumulatorima skoro sveobće i jako praktično. Posebnih troškova neprouzroči navijanje akumulatorah nikakvih, jer se za razdraženje alteratora strojeva za izmjeničnu struju svakako mali strojevi za istosmjernu struju namjestu, koji onda ujedno i akumulator tramway društva navijati mogu.

Nastavljajući onda razpravu o sagradjenju centrale razlaže g. Tesla sada posao, koji gradsku upravu čeka, da se ta misao oživotvori. Prvo će biti da grad razpiše natječaj u kojem na temelju nacrti i prilicne veličine instalacija pojedine tvrdke pozove, da šalju proračune i planove. Ujedno preporuča opet, da grad jednoga tehničara šalje na lice mjesta, da protuči pojedine sisteme i strojeve. On sam pako je pripravan ponude, koje dospiju poglavarstvu, izpitati i svoje mišljenje o njima dati, da može na taj način zapriečiti, da se grad neprevvari. I u obće smatra on svojom dužnošću, upravi grada Zagreba, kao rođjeni sin ove zemlje, u svakom pogledu, što se toga pitanja tiče, savjetom i činom biti na ruci, i moli da se grad u svakom slučaju gdje bi tehničke poteškoće nastale, na nj obraća,

Biti će, dakako, poteškoća, ali je svaki početak težak, te će se moći kratkim vremenom i savjestnim radom i te poteškoće prevladati. Prva će biti poteškoća izbor sistema, ili istosmjerna ili naizmjenična struja. (Gleichstrom ili Wechselstrom).

Nu na temelju svojih vlastitih iskustvâ savjetuje gosp. Tesla na svaki način upotrebljavanje naizmjenične struje, i to ponajviše s tih razlogâ, što su dotični strojevi jeftiniji i jednostavniji i što je manipulacija s njima sa puno manjim troškom skopčana, nego kod strojeva za istosmjernu struju, dalje i s tog razloga, što se svaki novi proizâlazak kod izmjenične struje lakše uvesti može, nego kod istosmjerne struje. Dalje mora se i to u obzir uzeti, da se izmjenična struja puno dalje voditi može, nego istosmjerna, n. pr. u Lauffenu²⁰ se je vodila 150 kilometrah, i kod uređenja električne razsvjete u New-Yorku vodit će se struja od Niagara-pada, dakle preko 400 klm. To se kod istosmjerne struje nemože. Druga će poteškoća nastati kod nabavke strojevâ. Prem su dan danas svi strojevi, izašli iz koje god tvornice, jako izvrstni i sigurni, to ipak treba paziti, da ne bi u cijenama nastala koja prevara. Zato treba da gradska občina sebi priskrbi mladu jednu tehničku silu, koju valja poslati u sve tvornice električnih strojevâ, da si na licu mjesta izuči i izkusi mašine i njihovo djelovanje, tako, da i na temelju stečenih očevitom iskustva, siguran i temeljito opravdan sud stvoriti može, odkud bi se strojevi nabavili. Gospodin Tesla je u tom pogledu toplo preporučio dva mlada zemljaka,²¹ izučena genijalna tehničara, koji bi za taj posao sasâa sposobni bili.

Na pitanje grad. načelnika, nebi li se možda voda rieke Mrežnice, koja medju Karlovcem i Generalskim stolom u jako izsječenom koritu teče, te se branom lako zaustavljati dade, dostatna sila bila, da proizvâdja struju potrebnu za 3000 žarnicâ,²² kojih bi za Zagreb sad trebalo, odgovori g. Tesla, da po njegovom mnienju to biti nemože. Za 3000 žarnicâ naime treba sila od 400 konjskih silâ, toliko pako Mrežnica, koju je on pohadjao prigodom svog boravka u Karlovcu, nebi nikako mogla dati, nego najviše 200 konjskih silâ. Ako bi pako novčana sredstva dozvolila, da se jedna vodena sila upotrebi, onda bi bio za to naprikladniji pad Plitvičkih jezera. Ali proti tomu obstoje opet ne-kakve zaprieke, koje nebi dakako u Americi smetale, ali ovdje. Prvo, jer bi to veliku svotu novaca koštalo i drugo, što bi se mo-

²⁰ Riječ je o prvom u svijetu prijenosu izmjenične električne struje na velike udaljenosti (150 km), ostvarenom 1891. u Njemačkoj između Lauffena i Frankfurta na Maini.

²¹ Koja su to dva mlada zemljaka ('genijalna tehničara') koje preporučuje Tesla?

²² žarnice — sijalice

ralo nekoliko padova uništiti. Izkustva naime dokazala su, da se pad, onako, kako u naravi postoji, nedade lahko iscrpiti, da bi se sva sila vode skupljati mogla, zato se u Americi već od više godina u sličnim slučajevima, n. pr. kod slapa Niagare tako radi, da se izkopa okno (Schacht), kroz koje se sva voda slapa spusti, koja voda onda na dnu okna turbinu tjera. Ali to košta puno novca i uništilo bi mnogo slapova Korane. Po računima g. Tesle dali bi slapovi Korane kod Kaludjerovca²³ 3500 efektivnih konjskih silah. I pošto se polag iskustva u vodovima 25 do 28% izgubi, došlo bi ipak još toliko sile u Zagreb, da bi dovoljna bila ne samo za 3000 nego i za 25000 žarnicah.

Iztaklo se je pitanje nije li uporaba električne sile opasna po ljudski život. Na to veli g. Tesla, da od svih energija dosada rabljenih, nijedna toliku sigurnost ne pruža, koliko električna. Jer kod nje može samo jedna osoba zaglaviti, i to samo zbog neopreznosti. I tome se daje izbjeći time, da se vodovi podzemno namjeste. Kad je g. Tesla došao u New-York, pripovijeda on, bilo je u zraku mreža od hiljadah i hiljadah žicah, i danomice su na tim žicama radili 4–5000 ljudi, ali na godinu nebi bilo više nesreća nego 2 ili 3 i to najviše stoga, što su dotični radnici pijani došli na posao i tako neoprežnošću zaglavili.

Što se tiče uvođenja električne razsvjete, to je gosp. Tesla toga mnijenja, da se sa 200.000 najviše 300.000 for.²⁴ sasvim lahko izaći može. Gradu će biti zadaća da gradjanstvu pokaže koristi koli u razsvjetnom pravcu toli i glede poljepšanja grada samoga. Ali baš ta zadaća učiniti će nuždnim, da grad taj posao sa svim opreznostima izvede, da se promet neporemeti, što bi namah u pučanstvu nepouzdanje prama poduzeću prouzročilo. U tu svrhu preporuča on još jednom sistem naizmjenične struje, koja je u Americi tako napredovala, da je i Edison sam, taj prvak sistema istosmjerne struje, morao napustiti. I to je sigurno velika garancija za valjanost tog sistema, jer inače nebi praktični Amerikanci za nj prionuli. Namjeru, da se centrala kod vodovoda gradi, odobrava gosp. stručnjak sasma sbog blizine vode i lakog dovažanja ugljena. Od tuda do grada bi se struja nadzemno vodila, u gradu pako podzemno.

Dalje preporuča gosp. Tesla živo, da se struja i za industrijalne motorne svrhe podaje, jer to pruža siguran dohodak bez dalnjih troškovah i jer je električni motor u industriji nešto izvanredno praktična, ne samo što treba manje manipulacije i manjih

²³ Kaludjerovac je ime jednog od 16 Plitvičkih jezera. Iz tog jezera izlazi rijeka Korana. To pokazuje da je Tesla dobro poznao Plitvička jezera.

²⁴ for. — forinti

troškovah, nego treba i manje mjesta i neprouzroči štropot²⁵ i drugih neugodnosti, kao parni motor.

Tom prilikom spominje gosp. gradonačelnik, da je za slučaj, da se munjara²⁶ gradi, ovdješnje tramway — društvo voljno, tramway sa akumulatorima tjerati, te pita gosp. Teslu, bi li za to trebalo posebne uredbe, te je li to tjeranje akumulatorima već praktično rabljeno. Gosp. strukovnjak odvratio je na to, da je u Americi tjeranje tramwaya sa akumulatorima skoro sveobće i jako praktično. Posebnih troškovah neprouzroči navijanje akumulatorah nikakvih, jer se za razdraženje alteratora strojeva za izmjeničnu struju svakako mali strojevi za istosmjernu struju namjeste, koji onda ujedno akumulatore tramwaya društva navijati mogu.

Nastavljajući onda razpravu o sagradjenju centrale razlaže g. Tesla sada posao koji gradsku upravu čeka, da se ta misao oživotvori. Prvo će biti da grad razpiše natječaj u kojem na temelju nacrti i prilične veličine instalacija pojedine tvrdke pozove, da šalju proračune i planove. Ujedno preporuči opet, da grad jednog tehničara šalje na lice mjesta, da prouči pojedine sisteme i strojeve. On sam pako je pripravan ponude, koje dospiju poglavarstvu, izpitati i svoje mnijenje o njima dati, da može na taj način zapriječiti, da se grad neprevari. I u obće smatra on svojom dužnošću, upravi grada Zagreba, kao rođeni sin ove zemlje, u svakom pogleda, što se toga pitanja tiče, savjetom i činom biti na ruci, i moli da se grad u svakom slučaju gdje bi tehničke poteškoće nastale, na nj obraća, te će on bez ikakve odštete savjetovati, kako bude bolje znao.

Tim svrši on svoje zanimivo razlaganje. U ime grada izrazio mu je grado-načelnik dr. Amruš najsradačniju hvalu na njegovom trudu i obećanju, te mu želi za buduće najljepši uspjeh u svojem radu kojim ne samo sebe nego i domovinu svoju pred drugim svijetom diči. U dalnjem razgovoru spomenuo je gosp. Tesla, da sad radi na izvršenju jedne hipoteze, koji²⁷ sasvim izvršivom smatra koja je od ne pojmljive važnosti, naime na prenosu električne struje bez žicah pomoću naravno munjene naše zemlje. Mi želimo našem zemljaku iz svega srдца najbolji uspjeh u tom poslu.

G. Tesla kreće sutra put Varaždina, te će iz Varaždina u Budimpeštu. Ako mu vrieme dopusti, posjetit će i Biograd,²⁸ kud su ga

²⁵ štropot — buka; op. DŽ

²⁶ munjara — električna centrala

²⁷ koju (op. DŽ.)

²⁸ Svi Hrvati u Srijemu su u to doba bili ikavci, pa tako i oni u Zemunu, nadomak Beograda. Stoga je u uporabi bio naziv Biograd. Zahvaljujemo prof. dr. Sanji Vulić na tom objašnjenju.

zvali, da i tamo svoje mnijenje o uvođenju električne razsvjete kaže. Odtud će u Ameriku. Sretno pošao i sretno se vratio.«²⁹

Natrag u Ameriku Tesla je krenuo brodom iz Hamburga. Nakon 1892. godine više nikada nije posjetio Europu.³⁰

Milan Amruš je pred kraj 1892. na izborima izgubio mjesto gradonačelnika Zagreba pa je bila odgođena njegova zamisao o elektrifikaciji grada izmjeničnom strujom. Ponovno je za gradonačelnika bio izabran tek 14 godina kasnije, 1906., pa je već iduće 1907. godine grad Zagreb imao električnu centralu na mjestu današnje toplane na Trešnjevci, u blizini Doma Sportova. Tamo se i danas nalazi ulica *Munjarski put* (Put električne centrale).

Godine 1975. je IEEE utemeljio Teslinu godišnju nagradu za doprinose u području elektrotehnike: *IEEE Nikola Tesla Award*. Prva je godišnja nagrada bila dodijeljena 1976. godine³¹.

Doprinos Hrvata razvoju svjetske industrije

Uz Nikolu Teslu, spomenimo još nekoliko osoba rodom iz Hrvatske koje su bile vrlo značajne u razvoju svjetske industrije:

- Nikola Tesla (1856.–1943.), jedan od očeva svjetske elektrotehnike (*a father of world electrical engineering*);
- Anthony F. Lucas (Antun Lučić, 1855.–1926.), otac svjetske naftne industrije (*the father of petroleum engineering*), po kojem je Američko geološko društvo 1936. u njegovu čast utemeljilo godišnju nagradu *The Lucas Gold Medal*;
- Mario Puretić³² (1917.–1993.), otac svjetske ribarske industrije — izumitelj znamenitog Puretićeva vitla 1954. za izvlačenje mreža na ribarskim brodovima s pomoću Teslina motora, koje je revolucioniralo ribarsku tehnologiju širom svijeta;
- Franjo Hanaman (1878.–1941.), hrvatski kemičar i metalurg, zajedno s Aleksanderom Justom je izumitelj žarulje s volframovom niti; patent je 1910. godine otkupio Edisonov *General Electric*. F. Hanaman je 1909. i 1910. dva puta boravio u SAD-u, a u to se vri-

²⁹ Zahvaljujemo Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu što je putem Interneta objavila Narodne novine od 25. svibnja 1892. godine, gdje se pojavljuje ovaj malo poznati, a vrlo značajan članak o gostovanju N. Tesle u Zagrebu.

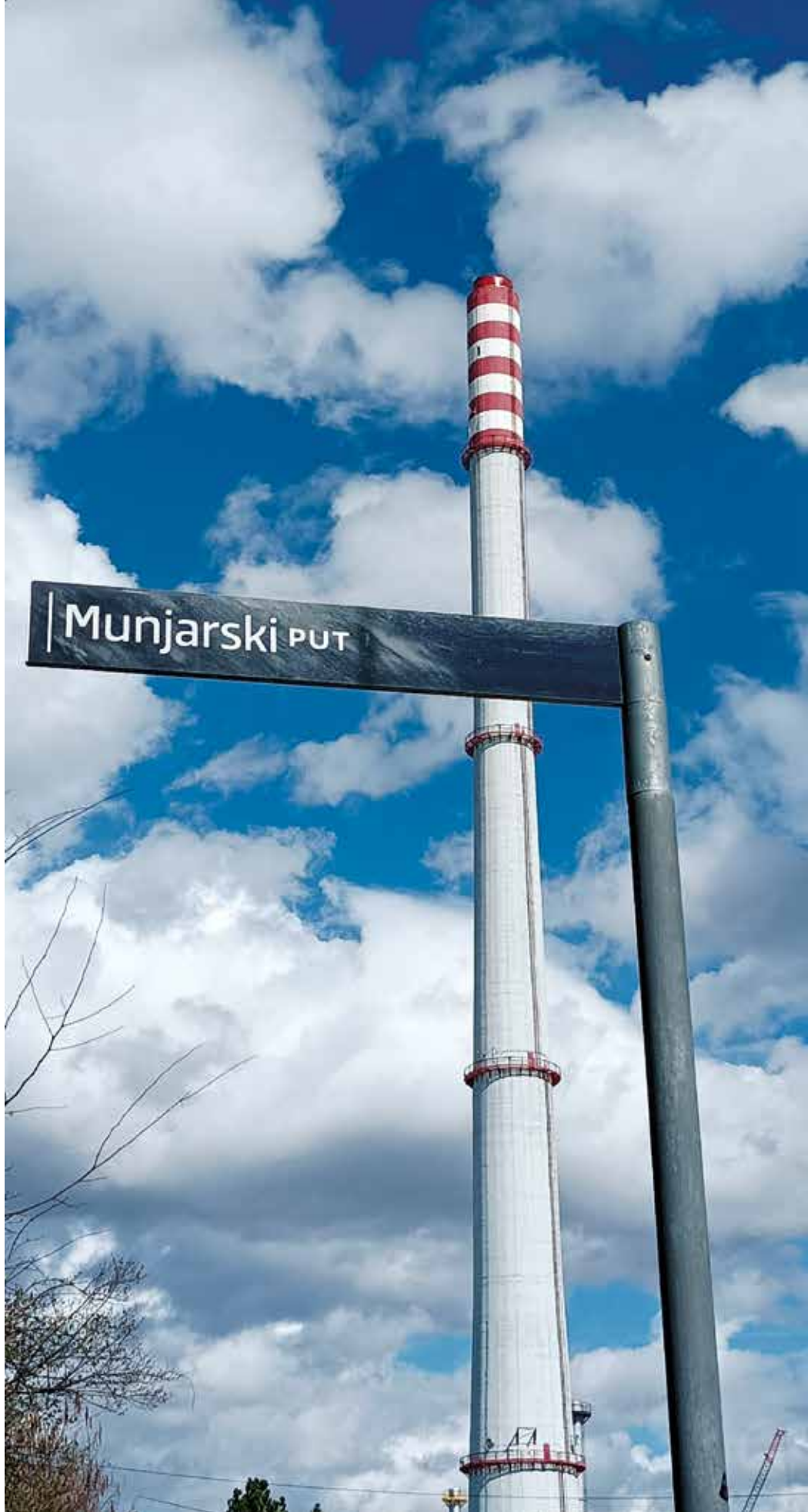
³⁰ Dodatni komentari o ovom članku objavljenom 25. svibnja 1892. godine u zagrebačkim Narodnim novinama, kao i o gledištima N. Tesle na temeljne probleme znanosti, možete pročitati u monografiji [Dadić 2010, str. 419–431].

³¹ *IEEE Nikola Tesla Award*: <https://corporate-awards.ieee.org/award/ieee-nikola-tesla-award/>

³² Rođen je kao Mario Puratić.

130 godina **Krka** i Hrvatska za povijest svijeta

U Zagrebu se pokraj
Elektrane– toplane Sektora
za termoelektrane HEP
Proizvodnje na zagrebačkoj
Trešnjevci, nalazi ulica koja se
zove Munjarski put, odnosno
put električne centrale i trebalo
bi ju zaštititi. Fotografirao D.
Žubrinić.



jeme susreo i s N. Teslom i T. A. Edisonom.³³ Uz kasnija manja usavršavanja (primjerice, uporabom spiralne niti), Hanaman–Justova žarulja je do danas prodana širom svijeta u milijardama primjeraka.

Kao što vidimo, ono što N. Tesla predstavlja za područje elektrotehnike, to A. Lučić (Anthony F. Lucas) predstavlja za područje naftne industrije, a M. Puretić u ribarskoj industriji.

N. Tesla (1856.–1943.) je živio 86 godina. Od toga je boravio:

- u SAD–u od 1884.–1943. (s kraćim prekidima), odnosno tijekom 60 godina;
- u Hrvatskoj (koja je zajedno s Hrvatskom vojnom krajinom³⁴ bila dio tadašnje Austrijske carevine) od rođenja 1856. do 1875. (uz još nekoliko kraćih intervala), odnosno tijekom 19 godina;
- u današnjoj Austriji od 1875.–1888., odnosno tijekom tri godine;
- u Francuskoj i Njemačkoj (u Parizu i Strasbourgu) od 1882.–1884., odnosno tijekom dvije godine;
- u Mađarskoj od 1881.–1882., odnosno. tijekom godine dana;
- u današnjoj Sloveniji tri mjeseca;
- u Engleskoj ukupno nekoliko tjedana.

U literaturi pa i američkoj, koja govori o N. Tesli, njegov se boravak 1892. u Zagrebu ili prešućuje,³⁵ ili je najčešće opisano vrlo površno.³⁶ Naišli smo i na knjigu objavljenu 1989. u Beogradu, koja o njegovu boravku u Zagrebu piše neutemeljeno i zlonamjerno.³⁷

Ovo je poglavlje nastalo na temelju predavanja, koje je autor ovog poglavlja imao čast održati 24. svibnja 2022. u Knjižnici HAZU–a u Zagrebu, u organizaciji HRO CIGRE³⁸ i Tehničkog razreda HAZU–a.³⁹

³³ Vidi [Kaštelan–Macan 2017, str. 53].

³⁴ Pojam Hrvatske vojne krajine obuhvaća kao svoj dio područje Like, u današnjem smislu.

³⁵ U knjizi [Popović 1956, str. 188], uopće se ne spominje Teslin boravak u Zagrebu od 22. do 26. svibnja 1892., ali se spominje njegov odlazak iz Smiljana u Budimpeštu (Popović pritom uopće ne spominje Zagreb), te dolazak u Beograd. Za većinu navoda, pretežito bombastičnih i neuvjerljivih (vjerojatno izmišljenih), koji opisuju vrlo kratak boravak N. Tesle u Beogradu, ne navode se nikakvi izvori, dok za njegov višednevni boravak u Zagrebu imamo vrlo lijep, odmjeran i opsežan članak koji smo ovdje u cijelosti citirali.

³⁶ Šteta je što u engleskom izvorniku opsežne monografije [Carlson], objavljene 2013., autor nigdje nije spomenuo ime Teslina učitelja Martina Sekulića. Začudo, taj propust se nalazi i u hrvatskom prijevodu te knjige, objavljenom već sljedeće, 2014. godine u Zagrebu! U hrvatskom izdanju [Carlson], na stranici 41 čitamo o »Teslinom najdražem učitelju fizike«, a da ime tog učitelja nije niti spomenuto! Na stranici 155 se u [Carlson, engl. izdanje] tvrdi da je N. Tesla tijekom boravka u Zagrebu [od 22. do 26. svibnja 1892.] održao predavanje na Sveučilištu. Ta tvrdnja nije točna: kao što je već rečeno, N. Tesla je svoje predavanje održao 24. svibnja u Vijećnici grada Zagreba, na poziv gradonačelnika Milana Amruša. U hrvatskom prijevodu knjige u [Carlson 2014] ta je pogrešna tvrdnja ispravljena.

³⁷ U knjizi Milovana Matića (ur.) pod naslovom Teslino proročanstvo, objavljenoj 1989. u Beogradu, nailazimo na stranici 190. na grubu neistinu: da je N. Tesla 1892. u Zagrebu »bio pod policijskom prismotrom«!

³⁸ O HRO CIGRE (Hrvatski ogranak CIGRE–a) pogledajte [Zeljko (ur.), 2022].

³⁹ Predavanje je otvorio akademik Velimir Neidhardt, predsjednik HAZU–a, a uvodna izlaganja održali su akademik Ignac Lovrek (tajnik Tehničkog razreda HAZU–a) i dr. Goran Slipac (predsjednik HRO CIGRE). Zahvaljujemo dipl. ing. Ivi Udovičiću na prijedlogu da to predavanje bude održano, a dr. Božidaru Filipoviću–Grčiću na pozivu u ime HRO CIGRE.

Teslino predavanje u koncertnoj dvorani u St. Louisu 1893. pred pet tisuća ljudi

N. Tesla je u rodnoj Hrvatskoj proveo prvih 19 godina svog života, odnosno više od petine života. Posljednje dvije trećine života proveo je u SAD-u, uz dva kraća prekida za posjeta Europi. Što se publiciteta tiče, za njega je prijelomna godina bila 1893., u kojoj je postao poznat širom svijeta, osobito radi njegova aktivnog sudjelovanja na Svjetskoj Kolumbovoj izložbi (*World's Columbia Exhibition*) u Chicagu, zajedno s Georgeom Westinghouseom.

Kao što je već bilo rečeno, izložbu u Chicagu je 1. svibnja 1893. svečano otvorio tadašnji predsjednik SAD-a Grover Cleveland i to pritiskom na pozlaćeni gumb od slonovače, koji je pokrenuo moćne Tesline turbine na izmjeničnu struju od 2 000 konjskih snaga svaka, nakon čega se upalilo 160 tisuća električnih žarulja. Dvanaest dinamo aparata težine 75 tona svaki, proizvodilo je za potrebe Izložbe tri puta više električne energije nego što je bila potrošnja za cijeli grad Chicago. Međutim, manje je poznato da je samo dva mjeseca prije početka spomenute Izložbe u Chicagu, N. Tesla održao javno predavanje u jednoj golemoj koncertnoj dvorani u St. Louisu, koje je odjeknulo širom SAD-a, pa i u svijetu.

Dana 1. ožujka 1893. godine, N. Tesla je imao čast održati predavanje u St. Louisu u koncertnoj dvorani, koja je primila više od pet tisuća ljudi. Karte su se dijelile besplatno, a još nekoliko tisuća zainteresiranih nije uspjelo ući u dvoranu. O tom predavanju je idućeg dana izvijestio tadašnji tisak u časopisu *Iron County Register*, u vrlo zanimljivom članku pod naslovom 'Teslini trijumfi' (*Tesla's Triumphs*), s podnaslovom 'Večer s crnogorskim električarskim čarobnjakom' (*An Evening with the Montenegrin Electrical Wizard*). Znači, u članku je u spomenutom podnaslovu, kao i na još jednom mjestu u tekstu, N. Tesla prozvan Crnogorcem. Pretpostavljamo da je ta pogreška odraz činjenice što je N. Tesla napamet znao stihove Gorskog vijenca Petra Petrovića Njegoša, Crnogorskog pjesnika i državnika, koje je vjerojatno recitirao pri susretima s ljudima iz našeg dijela Europe.

Prema opisu iz knjige [*The Autobiography...*, 2021, str. 367], predavanje N. Tesle u St. Louisu (država Missouri) je 1893. organizirala udruga *National Electric Light Association* (Nacionalna udruga za električnu rasvjetu) samo za uži krug stručnjaka, ali je zbog nezapamćena zanimanja stanovnika grada ipak osigurana velika koncertna dvorana u koju se smjestilo više od pet tisuća ljudi. Njegovo predavanje u Philadelphiji (i ponovljeno u St. Louisu) u spomenutoj knjizi obasiže skoro 80 stranica. Prvih osam stranica predstavlja

divni hvalospjev N. Tesle posvećen značaju ljudskog oka⁴⁰ u spoznavanju.

U svom uvodnom tekstu, dr. Ken Mondschein na 367. stranici spomenute knjige piše da je N. Tesla nakon povratka iz Europe u SAD ujesen 1892. godine, u veljači 1893. održao svoje treće predavanje u Franklinovom institutu u Philadelphiji. Na molbu Jamesa I. Ayera, predsjednika Nacionalne udruge za električnu rasvjetu (*National Electric Light Association*), sljedeći tjedan ponovio je to predavanje u St. Louisu. Kao što je već rečeno, predavanje je bilo predviđeno samo za članove spomenute Udruge, ali je na opetovane zamolbe građana St. Louisa osigurana dvorana za više od pet tisuća osoba.

Spomenuto predavanje je u pojedinim njegovim dijelovima bilo popularne naravi, u odnosu na prethodne nastupe. Kao što spominje dr. K. Mondschein, N. Tesla je iskoristio prigodu da pokaže mnoge svoje potpuno nove eksperimente, čime je pomaknuo granice poznavanja njegovih otkrića u javnosti, više nego ikad ranije.

Spomenimo da je u St. Louisu (Missouri) djelovala hrvatska iseljenička zajednica. Godine 1910. ona je brojila 5 000 Hrvata.⁴¹ Stoga vjerujemo da je u publici bilo i sunarodnjaka N. Tesle.

Predavanje u St. Louisu održano je u prepunoj koncertnoj dvorani (*Grand Music Hall*) koja se nalazila u velikoj Izložbenoj zgradi (*Exposition Building*, gdje je danas Javna knjižnica — *Public Library*). U optjecaj je pušteno pet tisuća karata, koje su se dijelile besplatno. Posebno zaslužnim građanima St. Louisa upućeni su zasebni pozivi pa je susret bio iznimno reprezentativan. Kao što smo već rekli, dvorana je imala 3 500 sjedećih mjesta, još 1 500 zainteresiranih je dobilo mjesta za stajanje, a više od dvije tisuće ljudi ostalo je bez karata, na njihovu veliku žalost. Zanimanje je bilo toliko da se za jedno slobodno mjesto plaćalo od tri do pet dolara, premda je ulaz bio besplatan.⁴²

Teslini uređaji bili su stavljeni na masivan drveni stol, dugačak blizu sedam metara, koji je bio dopremljen na podij koncertne dvorane. S lijeve strane stola bio je postavljen lijepo osvijetljen kružić, obrubljen riječima St. Louis Ex., 1893. Važnost tog predavanja je, između ostalog, bila u činjenici što je tom prigodom N. Tesla prvi puta demonstrirao načelo rada radio-aparata. Šesnaest godina kasnije, 1909., G. Marconiju je (koji je, čini se, također bio na tom predavanju u St. Louisu) nezasluženo dodijeljena Nobelova nagrada za fiziku 1909. godine za 'njegovo otkriće' radio-aparata.

⁴⁰ Opis se nalazi na str. 542–550 knjige [*The Autobiography...*, 2021].

⁴¹ Vidi članak [Čuvalo 2008].

⁴² Vidi [Pejnović 1927a, *Nastavni vjesnik*, 1927, str. 195].



Izložbena zgrada u St. Louisu (danas Javna knjižnica — *Public Library*), s Velikom koncertnom dvoranom (*Grand Music Hall*), gdje je 1. ožujka 1893. Nikola Tesla održao svoje predavanje pred 5 000 slušača. Izvor Slike III.6. je www.loc.gov/item/2016794628/ (pristupljeno 2025.).



U otprilike 20:30 sati je između 20 i 30 vodećih stručnjaka za elektricitet ušlo u dvoranu i zauzelo mjesta u prvim redovima, na prihvatljivoj udaljenosti od eksperimentalnog stola. Među njima je bio i James I. Ayer, predsjednik *National Electric Light Association*, koji je na početku predstavio predavača, poštujući zanimljivu želju N. Tesle da ne bude tituliran niti kao ‘mister’, niti kao ‘profesor’. U dvorani je bilo približno šest stotina članova spomenute Udruge.

Mladi predavač, koji je 1893. imao 37 godina, zahvalio je na ugodnom prijmu i odmah započeo s predavanjem. Tijekom cjelokupnog izlaganja nastojao je biti razumljiv svojim slušateljima, govoreći jednostavnim, ali lijepim rečenicama.

U početnom dijelu predavanja, posvećenom pitanju fosforescentne svjetlosti, mladi je znanstvenik⁴³ opsežno govorio o vezi između prirode i elektriciteta te o tomu da će elektricitet uskoro biti ukroćen. Potom je nastavio s veoma lijepim prikazom značaja ljudskog oka u usporedbi s drugim osjetlima. Nakon toga je prešao s osjeta vida na svjetlost te na glavnu temu predavanja.

N. Tesla je zamolio da sva svjetla u dvorani budu isključena, nakon čega je nastalo komešanje među sudionicima predavanja radi potpunog mraka. Nakon nekoliko sekundi, N. Tesla je stojeći u mraku i smješeći se, iza masivnog stola dodirom ruku izvodio eksperimente koji su pokazivali učinke elektrostatičke sile: iz njegovih su prstiju izbijali vatreni izdanci crvene i plave boje, izbijale su iskre »dovoljno jake da bace čovjeka na pod, ali da ga ipak ne ubiju«, kao što je objasnio. Rekao je: »Da je energija bila izravno usmjerena, ona bi mogla ubiti. U tom slučaju ne biste mogli vidjeti niti jednu od zanimljivih stvari koje ću vam sada u nastavku pokazati«. Publika se srdačno nasmijala toj doskočici predavača, a još i više nakon što je osam do deset ljudi (koji su sjedili na podu blizu stola) otpuzalo natrag do njihovih mjesta, radi straha od misterioznog i pomalo bučnog eksperimenta.

Kasniji pokusi s fosforescentnom svjetlošću proizvodili su skoro zasljepljujuće crveno svjetlo, koje je povećanjem frekvencije izmjenične struje postajalo bijelo i vrlo snažno. N. Tesla je nakon toga prešao na struje koje je puštao kroz svoje tijelo. Uzevši staklenu bocu u jednu ruku, a u drugu žicu, žarulja je propuštanjem struje kroz njegovo tijelo bila upaljena. Publika je tim prizorom bila i očarana, ali i uplašena.

Fosforescentno svjetlo nema tako blještavu bjelinu kao žarulja sa žarnom niti (u to vrijeme s ugljenom niti) te ima zelankasti odsjaj. Ali, svjetlo koje je izlazilo iz predavačeva tijela bilo je dovoljno da osvijetli njegovu ruku te kad je pojačao svjetlo i naglo promijenio snagu, oduševljenju publike nije bilo kraja. Usklici »bravo« dolazili su od

⁴³ U članku se na ovome mjestu navodi — ‘mladi Crnogorac’.

nazočnih s parketa i s balkona, kao i od stručnjaka iz prvih redova. Dame su živahno mahale svojim maramicama pa je trebala cijela minuta da predavač u miru može nastaviti dalje s predavanjem.

Međutim, u nastavku su prikazani još nevjerojatniji eksperimenti. Uzevši u ruke dugačku staklenu cijev, duljine veće od jednog metra, predavač se ponovno spojio sa snažnom izmjeničnom strujom te je u taj čas čitava cijev zasvijetlila fosforescentnom svjetlošću. Nakon toga je N. Tesla u zamračenoj dvorani počeo mahati s tom svjetlećom cijevi, vrtjeti ju oko središta amo–tamo iznad glave. Eksperiment je bio utoliko nevjerojatniji što je struja koja je proizvodila svjetlost tijekom cijelog eksperimenta prolazila kroz njegovo tijelo.

Tijekom predavanja pokusi su bili popraćeni komentarima N. Tesle te se činilo kao da ne brine o opasnostima kojima je bio izložen. Izgovorio je nekoliko rečenica o njegovim najvećim počastima: »Bio sam dvaput ili triput u životu nagrađen za napore kroz koje sam prolazio. Ovo današnje predavanje predstavlja jednu od nagrada meni, a nadam se da će ih biti i puno više. Možda ćete primijetiti da u ovo me svemu što vam pokazujem za sada nema praktične primjene. Ali sada eksperimentiram u praktičnom smjeru te sam oko toga postigao više uspjeha, nego što vam večeras mogu ispričati.«

Potom je pokazao pokus u kojemu je bilo moguće upaliti svjetlo bez ikakvih žica (tj. bežično). Svjetlo nije bilo tako jako kao svjetlo od prethodno pokazanog u pokusu, ali ipak dovoljno za čitanje, premda možda ne baš ugodno. Naglasio je da su ti eksperimenti tek u začetcima te najavio velike stvari u skoroj budućnosti. N. Tesla je obećao da će uskoro započeti proizvoditi svjetlo na komercijalnim temeljima.

Nakon opisanog predavanja, mladi je električar bio obasut čestitkama i željama da se odazove na pozive poznatih građana St. Louisa i vlasnika gradskih klubova. On je sve te molbe skromno odbio, dajući prednost miru i odmoru koje će nakon predavanja imati u svojoj hotelskoj sobi.

Asistent Nikole Tesle u St. Louisu, Henry Primm Broughton

N. Tesla je još tijekom predavanja održanog u Londonu 3. veljače 1892. godine, na poziv *Royal Institution*, opisao njegovu zamisao o funkcioniranju antene. Pojam antene u to vrijeme još nije niti postojao.⁴⁴

Iduće godine, tijekom predavanja održanog 1. ožujka 1893. godine u Koncertnoj dvorani u Saint Louisu, prikazao je njegova otkrića u području bežičnog prijenosa signala. On već tada ima jasnu zamisao dovođenja u rezonanciju strujnih krugova prijamne i otpremne stanice. Pritom je opisao i mogućnost ostvarenja bežičnog prijenosa vijesti na daljinu. Nama je u XXI. stoljeću to već odavno svakodnevnica, ali u ono vrijeme, krajem XIX. stoljeća, ta je mogućnost primljena s iznenađenjem i nevjericom. Mnoga od tih otkrića prikazana su počevši od svibnja 1893. godine tijekom Svjetske kolumbijske izložbe u Chicagu.

Na predavanju održanom 1. ožujka 1893. u Koncertnoj dvorani u St. Louisu, N. Tesla je prvi put prikazao temeljne zamisli radio tehnologije i bežičnih komunikacija. To je podrobno prikazano u knjizi [Cheney 2006] u 6. poglavlju pod naslovom »Radio«. Iz tog opisa doznajemo da je N. Tesla na tom predavanju imao asistenta — Henry Primm Broughtona (1865.–1959.). Njegov sin William Goudry Broughton (1902.–1994.) je tijekom njegova javnog predavanja održaog 1970.–ih godina obavijestio javnost o eksperimentima u kojim je N. Tesli pomagao njegov otac Henry. Time je dokazao da se nedvojbeno upravo N. Tesli ima pripisati utemeljenje radio-tehnologije i bežičnih komunikacija.

Ovdje izdvajamo kratki odlomak iz knjige Margaret Cheney:

»Dne 31. kolovoza 1892. je časopis *Electrical Engineer* izvijestio o povratku g. Nikole Tesle, istaknutog električara, u New York, na parobrodu Augusta Victoria iz Hamburga. Nakon komentiranja smrti Tesline majke i njegove bolesti nakon toga, časopis je dodao: Njegov veličanstven prijam od strane europskih električara postaje, kao i njegova istraživanja, dio povijesti elektrotehnike: I počasti koje su mu dodijeljenje bile su takve da Amerikanci trebaju biti ponosni što je odabrao ovu zemlju⁴⁵ kao svoju domovinu.«

On je ponovno unaprijedio znanstvenu povijest u proljeće 1893., kada je tijekom predavanja održanog u Franklinovom institutu u Philadelphiji i pred Nacionalnom udrugom za električno svjetlo u St. Louisu podrobno opisao zasade radio-tehnologije.

U St. Louisu je 1893. uspješno ostvario prvu javnu radio-vezu, iako se općenito taj uspjeh pripisuje Marconiju, ostvaren tek dvije godi-

⁴⁴ Vidi [Rodin 1956, str. 25].

⁴⁵ Tj. SAD.

ne kasnije — 1895. Teslin 28-godišnji pomoćnik u St. Louisu bio je g. H. P. Broughton, čiji je sin William G. Broughton, od *Schnecktady Museum* dobio amatersku radio–stanicu W213. Tijekom svojeg govora održanog 1976. na obljetnicu te radio–stanice, William Broughton se kratko osvrnuo na Teslinu povijesnu radio–vezu ostvarenu nakon jednotjedne pripreme u St. Louisu, prema osobnoj informaciji njegova oca.

Iako pokus ostvaren u St. Louisu nije bilo ‘slanje poruke oko svijeta’, premda bi Tesla nedvojbeno volio da je to bilo tako, on je ipak prikazao sva temeljna načela suvremene radio–tehnologije:

1. uzemljena antena⁴⁶,
2. električni krug zrak–zemlja s induktivitetom i kapacitetom,
3. podesivi induktivitet i kapacitet (za ugađanje),
4. predajnik i prijamnik podešeni u međusobnu rezonanciju,
5. Teslina inačica koherer (cijevnog) detektora.«

Vrijedi primiti na znanje sljedeće mišljenje Margaret Cheney:

...*Smithsonian Institution*⁴⁷ nije nikada dao odgovarajuće priznanje Tesli za njegov izum radija. Oni su skloni Marconija zvati ‘otcem radija’, a također su skloni T. A. Edisonu dati priznanje za rad na izmjeničnoj struji, premda Edison u tom području uopće nije djelovao.⁴⁸

Ruski istraživač Aleksandar S. Popov (1859.–1905.) bio je prvi u svijetu koji je 1895. godine ostvario zamisao N. Tesle opisanu još 1892. za prijenos signala bežičnim putem na veće udaljenosti. Te 1895. godine bio je uništen Teslin laboratorij, u kojem bi nedvojbeno i sam izveo takav prijenos. Pet godina kasnije (1900.), govoreći na Prvom sveruskom kongresu elektroinženjera, A. S. Popov nije propustio ukazati na zasluge N. Tesle⁴⁹:

»Upotreba antene na otpremnoj i prijamnoj stanici s instaliranim žicom u cilju prenošenja signala s pomoću električnih

⁴⁶ Čini se da naziv ‘antena’ potječe od G. Marconija (iz talijanskog, antena — brodski jarbol). Zanimljivo da niti J. C. Maxwell niti H. R. Hertz nisu koristili naziv ‘antena’. Čini se da je doprinos N. Tesle bilo uvođenje postupka uzemljivanja antene. On je koristio antene u svojim pokusima, ali često pod drugim imenima, kao što su ‘povišeni terminali’, ‘zavojnice’ ili ‘kapacitivne ploče’. Vjerojatno je i H. R. Hertz rabio nešto poput antene, ali (slično kao N. Tesla) pod nekim svojim nazivima: ‘žica, rezonator’.

⁴⁷ *Smithsonian Institution* (ili kraće — *Smithsonian*) je vrlo zanačajna skupina američkih muzeja i istraživačkih središta pod izravnom upravom Vlade SAD–a, smještenih pretežito u Washington DC. Sastoji se od 21 muzeja, 21 knjižnice, 14 obrazovnih i istraživačkih središta, zoološkog vrta i drugog. Godišnje ostvaruje približno 30 milijuna posjeta, a skoro sve posjete su besplatne. Osnovna svrha Smithsoniana je popularizacija znanosti.

⁴⁸ Ovo je mišljenje sadržano u intervjuu s Margaret Cheney objavljenom na mrežnoj adresi www.pbs.org/tesla/cheney.html (pristupljeno 2025.).

⁴⁹ Vidi [Rodin 1956, str. 31].



Henry Primm Broughton, istaknuti američki radio-amater i Teslin asistent u St. Louisu tijekom njegova predavanja održanog 1893. Izvor slike je www.oldqslcards.com/K2AE.pdf (pristupljeno 2025.)

signala nije, međutim, bilo ništa novo. Godine 1893. u Americi [SAD-u] je slične pokuse za prenošenje signala izvršio poznati elektrotehničar Nikola Tesla.«

S imenom N. Tesle nedvojbeno je povezano i otkriće radara.⁵⁰

Kada mu je 1912. godine bilo ponuđeno da zajedno s T. A. Edisonom dobije Nobelovu nagradu, on ju je odbio. U pismu prijatelju, pjesniku i diplomatu Robertu U. Johnsonu, napisao je sljedeće objašnjenje:⁵¹

»Za čovjeka tako žarkih ambicija kao što su Vaše, ovakvo odlikovanje predstavlja mnogo. Kroz tisuću godina bit će više tisuća ljudi koji će primiti Nobelovu nagradu. Ja imam samo četiri tuceta djela [izuma] koja u tehničkoj literature nose moje ime. Za svako od njih ja bih dao sve Nobelove nagrade koje će biti dodijeljene tijekom sljedećih nekoliko tisuća godina.«

Može biti da je N. Tesla bio uvrijeđen time što se tri godine poslije dodjele Nobelove nagrade G. Marconiju (koji je prisvojio njegovo djelo), pokušalo dodijeliti tu nagradu i njemu.⁵² Vrijedi navesti i mišljenje J. J. O'Neill.⁵³

»Tesla je bio prvi i vjerojatno jedini učenjak koji je odbio tu glasovitu nagradu.«

⁵⁰ RADAR je kratica od »Radio Detection and Ranging«: pronalaženje i određivanje udaljenosti radijom.

⁵¹ Vidi [Rodin 1956, str. 60]

⁵² Prema [Njegovan 1956, str. 64], autor te knjige se obratio Nobelovoj fundaciji u Švedskoj akademiji znanosti oko pitanja je li N. Tesla bio ikada predložen za Nobelovu nagradu. Njegovan navodi odgovor prof. Arne Westgrena (1889.–1975.) na svoj upit, iz kojeg citiramo sljedeće: »... Tesla je bio predložen tek 1937. i ispostavilo se da su njegovi radovi u području elektrotehnike bez sumnje bili genijalni, ali su u ono doba bili zastarjeli da bi mogli doći u obzir. Edison nije, koliko mi je poznato, nikad bio predložen. On je bio odličan tehničar. Njegov doprinos razvoju fizike ne može se smatrati epohalnim (bahnbrechend).« Njegovan iz ovog odgovora zaključuje sljedeće: »Bit će da je 1912. godine netko predložio Teslu i Edisona u Stockholm, ali Nobelova komisija nije prijedlog usvojila.«

⁵³ Vidi [Rodin 1956, str. 61]

Asistent N. Tesle Charles F. Scott

Charles F. Scott, Sveučilište Yale: »Razvoj elektrotehnike od Faradeyeva otkrića 1831. do velebnog instaliranja Teslinoga višefaznog sustava 1896. nedvojbeno su najsajniji događaji tijekom cijele povijesti elektrotehnike.« (1930.)

Suradnja s N. Teslom

Charles F. Scott rođen je 1864. godine u Athensu, Ohio, gdje je studirao matematiku i fiziku na *Ohio State University* i diplomirao 1885. Nakon toga je magistrirao matematiku i fiziku na *The John Hopkins University*. Tijekom ljeta 1888. zaposlio se u *Westinghouse Electric and Manufacturing Company* u Pittsburghu, Pennsylvania, te je u kolovozu 1888. godine bio kao asistent dodijeljen N. Tesli., koji je te godine 1. svibnja patentirao indukcijski motor i polifazni sustav.⁵⁴

C. Scott je malo ranije, 16. svibnja 1888., prisustvovao na značajnom predavanju N. Tesle, održanom u organizaciji Američkog instituta elektroinženjera (AIEE⁵⁵, preteča današnjeg IEEE⁵⁶) u New Yorku na *Columbia University*, pod naslovom »Novi sustav izmjeničnih struja i transformatora«.⁵⁷

Na temelju suradnje s N. Teslom, C. F. Scott je na polifaznim sustavima razvio novu metodu fazne transformacije, poznate kao 'Scottova veza' (*Scott connection*) ili Scottov T transformator (*Scott-T transformer*) te je 1894. godine o tomu objavio članak. Riječ je o kombinaciji dvofaznog i trofaznog sustava, točnije, o ostvarivanju prijelaza iz dvofaznog u trofazni sustav i obrnuto. Kao pomoćnik N. Tesle, C. F. Scott je u Pittsburghu radio izravno približno godinu dana, s 1888. na 1889. Godine 1899. N. Tesla je napustio Westinghouseovu korporaciju. Na temelju iskustva s N. Teslom, C. F. Scott je imao značajnu ulogu u izgradnji centrale na izmjeničnu struju blizu vodopada Niagare, koja je dovršena 1895. godine. Naravno, tijekom cijelog tog razdoblja bio je u stalnoj vezi s N. Teslom, a osobno je imao važnu ulogu i u vrlo složenom pravnom postupku za dobivanje prava Westinghousea u

⁵⁴ Ovdje vrijedi podsjetiti da je u području Pittsburgha najveća gustoća naseljavanja hrvatske emigracije u SAD-u, koja se zapošljavala osobito u čeličanama.

⁵⁵ AIEE, predhodnica IEEE-a, utemeljena je 1884. godine.

⁵⁶ IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) postoji od 1963. Te godine je utemeljena međunarodna nagrada pod nazivom *IEEE Nikola Tesla Award*, a dobitnici dobivaju medalju s likom N. Tesle. Spomenimo da se od 1909. do danas svake godine dodjeljuje IEEE Edison Medal, koja je također međunarodnog značaja. Prema službenom popisu, N. Tesla je dobitnik Edisonove medalje postao 1916. godine.

⁵⁷ Izvorni naslov predavanja N. Tesle, održanog 1888. godine u organizaciji AIEE glasi: *A new system of alternate-current motors and transformers*.

Ugovoru za Niagaru.⁵⁸ Prva praktična primjena spomenute Scottove veze ostvarena je 1896. godine, za potrebe elektroenergetskog sustava, kojim je hidrocentrala na Niagari povezana s gradom Buffalo u državi New York.

U razdoblju od 1902.–1903. godine, C. F. Scott je bio na važnom položaju predsjednika Američkog instituta elektroinženjera (AIEE). Njegova je značajna uloga bila u boljem povezivanju različitih elektrotehničkih društava u SAD–u, kao i u sustavnom radu s mladim naraštajima. Radi toga je potaknuo vrlo poznatog škotsko–američkog industrijalca i dobrotvora Andrew Carnegiea na financiranje izgradnje nebodera AIEE–a od 13 katova u New Yorku.⁵⁹

G. Mario Filipi nam je krajem 2020. godine proslijedio dragocjeni i malo poznati podatak da je 1892. godine N. Tesla izabran na položaj jednog od trojice dopredsjednika AIEE–a.⁶⁰ Nije stoga isključeno da je deset godina kasnije C. F. Scott postao predsjednik AIEE upravo na njegovu preporuku. Naravno, značajna mu je preporuka bila i plodan rad u svojstvu asistenta N. Tesle.

Neposredno prije C. F. Scotta, predsjednik AIEE je u razdoblju od 1900. – 1902. godine bio Charles Proteus Steinmetz (1865.–1923.), koji se posebno iskazao sposobnošću da složene fizikalne pojave objasni matematičkim metodama. C. P. Steinmetzu u čast je 1979. godine ustanovljena nagrada *IEEE Steinmetz Award*. Poznata je njegova zajednička fotografija s Albertom Einsteinom i sa skupinom sudionika jedne konferencije. Vjerovalo se da se na toj fotografiji pokraj A. Einsteina nalazi i N. Tesla, međutim to se pokazalo netočnim.⁶¹

C. F. Scott je više od 20 godina, od 1888. do 1911., radio na razvoju Teslinog polifaznog sustava te je, kao što je već naglašeno, izravno povezan s pionirskim radom na izgradnji hidrocentrale kod vodopada Nijagare 1895. godine. Pretpostavljamo da je C. F. Scott surađivao s N. Teslom i na pripremama za poznatu Svjetsku Kolumbovu izložbu (*World's Columbian Exposition*), održanu 1893. godine u Chicagu, povodom obilježavanja 400. obljetnice Kolumbova otkrića Amerike (1492.), ali o tomu nismo našli pisanih podataka.

Od 1911., nakon višegodišnje suradnje s N. Teslom (izravne i neizravne), zaposlio se kao profesor elektrotehnike na *Yale University* (New Heaven Connecticut) u SAD–u, gdje je vodio Program za nastavu elektrotehnike.

⁵⁸ Vidi [Carlson, 9. Poglavlje], osobito str. 171–183.

⁵⁹ Vidi [Brittain 2002, str. 8].

⁶⁰ O tomu postoji bilješka objavljena pod naslovom *Electricians Choose Officers* u New York Timesu, May 19, 1892. Zahvaljujemo g. Mario Filipiju na ovom podatku.

⁶¹ Zahvaljujemo g. Miranu Perhavecu iz Maribora na ovom podatku.

C. F. Scott je, kao i prije njega N. Tesla 1916. godine, bio dobitnik prestižne Edisonove medalje, koju dodjeljuje AIEE. Nagradu je primio 1929. za njegove doprinose u području višefaznog prijenosa električne energije (*polyphase power transmission*), ostvarene tijekom njegove rane suradnje s N. Teslom. Te je godine postao i počasni član AIEE. Umirovljen je 1933., a preminuo 1944., godinu dana nakon N. Tesle, u dobi od 80 godina.⁶²

Članak Charlesa F. Scotta u čast Nikole Tesle, objavljen u Zagrebu 1929.

Vrlo je dragocjen i zanimljiv malo poznati članak Charlesa F. Scotta objavljen 1929. godine u Zagrebu, u zborniku Tehnički fakultet Sveučilišta / kraljevine Jugoslavije u Zagrebu, 1919–1929, povodom obilježavanja desete obljetnice utemeljenja Tehničke visoke škole u Zagrebu.⁶³ Premda u Zborniku nije navedeno, pretpostavljamo da je članak napisan povodom molbe upućene iz Zagreba izravno C. F. Scottu. Nije nam poznato da je ikada objavljen u SAD–u ili igdje drugdje, osim 1929. godine u Zagrebu.

U članku on naglašava da Teslini patentni indukcijskog motora i polifaznog sustava predstavljaju temelj za novu industrijsku revoluciju. Naglašava da je prije Tesline metode izmjenične struje, za svaku grupu od 50 do 100 sijalica bio potreban poseban istosmjerni generator.

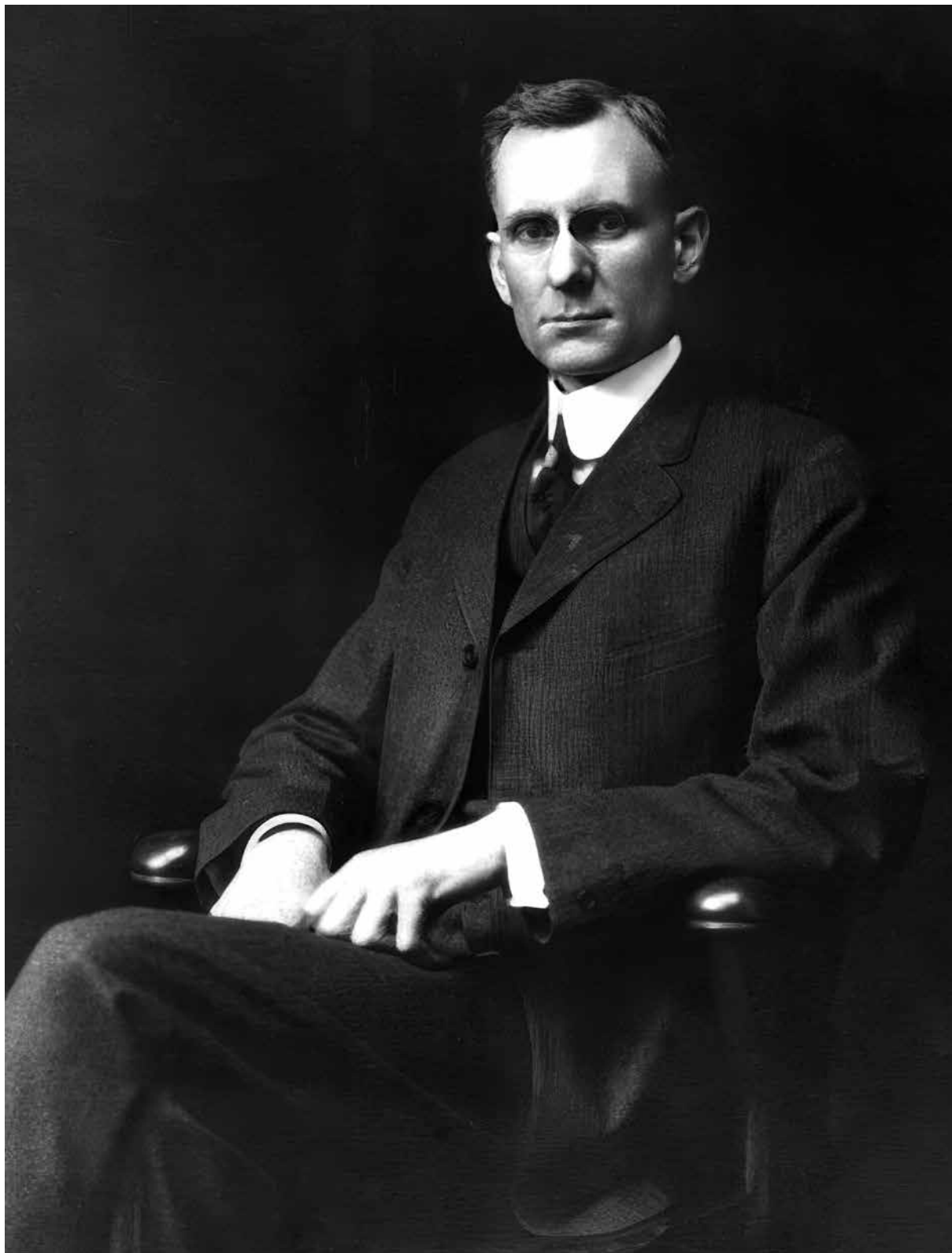
C. F. Scott nadalje u članku naglašava da se prava vrijednost Teslinog otkrića indukcijskog motora i polifaznog sustava najviše ogleda u industrijskom, ekonomskom i socijalnom značaju. Početkom XX. stoljeća vidljivo je veliko povećanje proizvodnje na temelju mogućnosti koje omogućuje indukcijski motor. Plaće radnika rastu, sati proizvodnje padaju, čime se pružaju nove mogućnosti za razvoj intelektualnih, estetskih i duhovnih sadržaja. Primjena izmjenične struje u tvornicama, kućama i na farmama, dovela je do značajnih promjena u samo nekoliko desetljeća, a sljedećih će stoljeća imati utjecaje koje je teško predvidjeti. (O svemu tomu je, naravno, puno više i sadržajnije pisao N. Tesla.)⁶⁴

U zadnjem dijelu svojeg članka, C. F. Scott opsežno citira mišljenje

⁶² Opširnije o Scottu vidi u [Brittain 2002].

⁶³ Vidi [Scott 1929], također i Sliku III.10.

⁶⁴ Ovdje valja ponovno spomenuti i usporednu industrijsku revoluciju u području petrolejske industrije, na čijim počecima od 1901. godine stoji Anthony F. Lucas (Antun Lučić), rođen 1855. g. u Splitu. Kao što je N. Tesla otac suvremene elektrotehnike, tako je i Anthony F. Lucas otac naftne industrije (ili prema američkim izvorima, *'the father of petroleum engineering'*). O Antunu Lučiću — Lucasu pogledajte članak [Žubrić 1995], kao i povezane članke.



Charles F. Scott, vjerojatno kao predsjednik AIEE 1902. – 1903. (kasnijeg IEEE). Izvor slike je ethw.org/
Charles_F._Scott (pristupljeno 2025.)

uredništva uglednog američkog časopisa *Electrical World*,⁶⁵ napisano povodom dodjele 'Edisonove medalje' N. Tesli 1917. godine.

Pojavljuju se tvrdnje da N. Tesla nije imao nikakvih pomoćnika, odnosno da je radio potpuno sam. Te su tvrdnje netočne, jer je on imao nekoliko pomoćnika. Najpoznatiji od njih bio je već spomenuti C. F. Scott, kasnije ugledni profesor elektrotehnike na *Yale University* u SAD-u. U St. Louisu je asistent N. Tesle 1893. bio H. P. Broughton (1865.–1959.), jedan od kasnijih pionira radio-amaterizma u SAD-u. Još jedno ime je Kolman Czito (1862.–1926), mehaničar u Coloradu i njegov sin Julius Czito (1888.–1955.), također pomoćnici N. Tesle.⁶⁶

Praktična primjena pojedinih zamisli Nikole Tesle

Prve zamisli bežičnog prijenosa energije

Upotreba zemlje kao vodiča u električnim sustavima bila je uobičajena praksa u ranim fazama razvoja električne mreže, kao što je bio slučaj s dalekovodom između gradova Niagara Falls i Buffalo 1896. godine. Ta metoda je omogućavala uštedu na materijalu i u troškovima.

Godinu dana nakon puštanja u pogon Tesline centrale na Niagari, prvi dalekovod po Teslinom sustavu prijenosa energije bio je izgrađen s tri bakrena vodiča presjeka od približno 177 mm². Struja frekvencije 25 Hz može se procijeniti na približno 55 A (odatle efikasnost Teslinog sustava), uz napon 11 kV i maksimalnu snagu 1 250 KS (932 kW). Korišteni su zrakom hlađeni transformatori četvrtastog oblika. Zemlja je bila četvrti vodič, a služila je kao povratni segment strujnih krugova jednofaznih trošila u Buffalu. Početni ugovor predviđao je postupno povećanje isporučene snage do 10 000 KS. Drugi dalekovod za Buffalo koristio je, također, bakrene vodiče, a već treći oko 1900. godine mnogo lakše aluminijske vodiče presjeka 253 mm². Kasnije je povećan napon na 22 kV, a zadržana je struja jakosti do 55 A pa je isti dalekovod s istim vodičima mogao biti korišten za prijenos dvostruko veće snage 2 500 kW. Novi, okrugli transformatori su bili izolirani uljem i hlađeni vodom.⁶⁷

⁶⁵ Časopis *Electrical World* se objavljuje od 1883. godine

⁶⁶ Ova dvojica pomoćnika N. Tesle s prezimenom Czito spominju se u [Popović 1956, str. 179] kao Cito.

⁶⁷ Vidi [Woodworth 2024] i [Niagara Falls 1888].

Prvi korisnik električne energije iz Tesline centrale bila je tvornica aluminija *Pittsburgh Reduction Company*, na *Buffalo Avenue* u novoj, ‘Teslinoj’ industrijskoj zoni grada Niagara Falls. Stara industrijska zona *High Bank* (susreću se i nazivi *Milling District*, *Niagara Gorge*) grada Niagara Falls temeljila se na velikoj snazi vode rijeke Niagara.

U gradovima udaljenima od rijeke, pokretačka snaga industrije XIX. stoljeća bila je para dobivena od vode, uz izgaranje velikih količina ugljena, prvenstveno kao mehanička snaga, a dijelom i za proizvodnju struje u relativno malim količinama. U novoj, ‘Teslinoj’ industrijskoj zoni, na *Buffalo Avenue*, kao pokretačka snaga buduće industrije XX. stoljeća korištena je električna energija s utvrđenim konceptom učinkovitog prijenosa i dotad količinski neviđene proizvodnje.⁶⁸

Prvo postrojenje tvrtke *Pittsburgh Reduction Company* na *Buffalo Avenue* u gradu Niagara Falls napajano je Teslinom dvofaznom izmjeničnom strujom napona 2 200 V, 25 Hz, a u samoj tvornici napon je pomoću rotacijskih pretvarača pretvoren u istosmjernih 160 V. Ako je pad napona za jednu elektrolitičku ćeliju za proizvodnju aluminija bio 3,85 V, može se procijeniti da je postojao lanac od 40 ćelija u seriji. Kad bi se na rotacijske pretvarače dovelo snagu jednog od ukupno tri početno postavljena Teslina generatora tvrtke Westinghouse, odnosno 5 000 KS (3 700 kW većinom disipirano kroz temperaturu aluminija do 950°C u ćelijama elektrolize), struja bi mogla doseći čak 16 kA. Struje od 10 do 20 kA također su bile uobičajene u sličnim postrojenjima, primjerice 1914. godine. Danas struje taljenja aluminija mogu doseći i do 600 kA.

Prva tvornica aluminija *Pittsburgh Reduction Company* u gradu Niagara Falls dovršena je 1895. na *Buffalo Avenue*, a struju je isporučivala Teslina centrala. Druge dvije, dovršene 1896. odnosno 1897., nalazile su se na rubu klanca Niagare (*Niagara Gorge*), a struju su isporučivale elektrane Schoellkopf. Do 1907. godine tvornica (kasnije preimenovana u ALCOA) je sklopila ugovor s lokalnim energetske tvrtkama za 75 000 konjskih snaga, što ju je učinilo tada najvećom tvornicom aluminija i najvećim korisnikom hidroelektrične energije na svijetu. Zbog golemog značaja, ALCOA je bila tvrtka kojoj je iznimno omogućen monopolistički položaj na tržištu SAD-a sve do 1945. godine.

U vrijeme rođenja N. Tesle, 1850–ih godina, pojam svjetski značajne količine aluminija bio je komplet pribora za jelo najvažnijih gostiju francuskog predsjednika i cara Napoleona III. Manje važni gosti ko-

⁶⁸ Vidi [Kowsky i Wachadlo 2007].

ristili su zlatno ili srebrno posuđe. Naime, u spomenuto doba aluminij je smatran plemenitim metalom.

Godine 1884., kapa za *Washington Monument* bila je komad alumini-ja od 6,25 funti (približno 3 kg), do tada najveći napravljen u SAD-u. Nagli skok slijedi kasnije, primjerice, oko 1900. godine za izgradnju trećeg dalekovoda od grada Niagara Falls do Buffala, a posebno tijekom 1905. i 1906. kada su Niagara, Lockport i *Ontario Power Company* upotrijebili 260 tona aluminijskih nadzemnih vodiča za prijenos struje s Niagare u grad Syracuse (približno 260 km).⁶⁹

Teslin sustav proizvodnje i prijenosa električne energije bio je, uz istodobni izum tehnološkog procesa za proizvodnju alumini-ja,⁷⁰ značajan čimbenik u velikom porastu proizvodnje alumini-ja na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće. Dalekovodi izmjenične struje Teslinog sustava prijenosa velikih snaga (primjerice 300 kV, 1 000 A, 300 MVA) ulaze izravno u krug tvornica alumini-ja, koje su i danas golemi potrošači električne energije. Struja se u krugu tvornice transformira u 1 000 V, 250 000 A te ispravlja u istosmjernu struju za 256 serijski spojenih ćelija elektrolize. Navedeno vrijedi za postrojenja usporediva s bivšim pogonom Elektrolize tvornice Aluminij Mostar.

Zemljino električno polje

U Zemljinoj jezgri visoka je temperatura i visoki tlak. Posljedica je pobuđenost atoma do razine da elektroni postaju slobodni, odnosno atomi se ioniziraju. Slobodni elektroni se međusobno odbijaju, dolaze na površinu Zemlje pa ona postaje negativna (količina naboja približno -10^5 C), a jezgra Zemlje pozitivna. Niži sloj Zemljine atmosfere je izolator, u kojem se stvara električno polje. Ionosfera je pozitivno nabijen vodljivi sloj atmosfere na visini od 60 do 400 km. Prizemno električno polje atmosfere varira po jačini od 70 do 400 V/m, opada s visinom, varira i ovisno o dobu dana te s ionosferskim olujama, sunčevim vjetrom i drugim. Spomenute promjene mogu dovesti do geomagnetski induciranih struja. Napon električnog polja lijepog vremena između ionosfere i Zemlje procjenjuje se na približno 300 000 V.⁷¹

Električno polje nestabilnog vremena mogu karakterizirati naponi između oblaka međusobno ili prema Zemlji, od nekoliko stotina milijuna volti. Ti naponi su mnogo jači izvor i nadvladavaju Zemljino električno

⁶⁹ Vidi [Woodworth 2024] i [M. i D. Žubrinić 2022]

⁷⁰ Tehnološki proces za proizvodnju alumini-ja izumili su neovisno 1886. dva 23-godišnjaka, Paul Héroult u Francuskoj i Charles Martin Hall u Sjedinjenim Američkim Državama.

⁷¹ Vidi [Volarić 2004].

polje lijepog vremena pa mogu dovesti i do lokalne promjene električnog polariteta Zemljine površine iz negativnog u pozitivni.⁷²

Na rubovima takvog ciklalnog poremećaja javljaju se i područja bez prisutnog naboja, što se nikako ne smije protumačiti kao nulu (čvor) stojnog vala električnog polja Zemljine atmosfere.

N. Tesla je svojim eksperimentima i mjerenjima održanima 1899.–1900., u vrijeme čestih oluja u Colorado Springsu, utvrdio da munje izazivaju valove u električnom polju atmosfere. Ako se valovi odbiju od neke prepreke, primjerice od suprotnog kraja Zemlje, izravni i reflektirani val se međusobno pojačavaju ili smanjuju, ovisno je li prijedena udaljenost u određenoj korelaciji s rezonantnom valnom duljinom električnog polja Zemlje. Korištenjem navedenog učinka stojnih valova kao pojačala slabih učinaka, N. Tesla je vjerovao da može prenijeti velike količine električne energije diljem svijeta. Isti sustav koristio bi se i za prijenos informacija.

Teslina centrala na Niagari

Osim nezavršenog Wardencllyffe projekta, N. Tesla je imao i jednako grandiozan završeni projekt, a to je bila Teslina centrala na Niagari.

Osnovni tehnički podaci:

- ukupno 21 generator po 5 000 KS, 2 200 V, 1 640 A, 25 Hz, dvije faze četverožično, fazni pomak 90°, 6 para polova, 250 min⁻¹;
- transformatori u Scottovom spoju s dvofaznog 4–žičnog 2200 V, 410 A primara na 3–fazni 3–žični 11 kV, 55 A sekundar s uzemljenim ‘zvjezdištem’;
- kasnije transformatori u Scottovom spoju s dvofaznog 4–žičnog 2 200 V, 820 A primara na 3–fazni 3–žični 22 kV, 55 A sekundar s uzemljenim ‘zvjezdištem’;
- dalekovodi do Buffala bili su trofazni, 11 kV, 1 250 KS, 55 A, zemlja kao četvrti vodič, kasnije unaprijeđeni na 22 kV, 2 500 KS, 55 A, ugovoreno ukupno 10 000 KS.

Uz navedene podatke zanimljivo je napomenuti da se u zapadnom dijelu američke savezne države New York, tek 1952. godine vršno opterećenje 60 Hz sustava izjednačilo i postupno premašilo vršno opterećenje do tada vodećeg po snazi sustava 25 Hz. U to vrijeme, snaga oba sustava bila je svaka približno 750 MW. Također, 1949. ukinuta su posljednja lučna svjetla u ulici *Main Street* grada Buffala, a *Edi-*

⁷² Vidi [Hunting i dr. 2020].



Osim nezavršenog Wardenclyffe projekta, N. Tesla je imao i jednako grandiozan završeni projekt, a to je bila Teslina centrala na Niagari. U daljini, iza mosta se vidi rijeka Niagara, od koje kanalom Adams (500 m) voda dolazi do Tesline centrale br. 1, na slici desno. Na završetku kanala Adams, bliže nama je mali mostić i kabelaška trasa, kojom kabeli iz Tesline centrale br. 1 prenose električnu energiju u transformatorsku zgradu, na slici u sredini. Kanalom Adams voda dolazi i do Tesline centrale br. 2, na slici lijevo iza transformatorske zgrade. Mala četvrtasta zgrada ispred Tesline centrale br.1 je preliv i revizijski ulaz u tunel Evershed,



koji nakon skupljanja voda svih turbinskih jama (ukupno 21) započinje na dubini od približno 50 m. Transformatorska zgrada, mala četvrtasta zgrada, i stup dalekovoda u prednjem planu se i danas mogu vidjeti (primjerice, pomoću aplikacije Google Street View), dok su zgrade obje centrale nažalost srušene, a veći dio kanala zatrpan. Tunel se i dalje koristi, ali kao dio sustava postrojenja za filtraciju otpadnih voda grada Niagara Falls. Transformatorska zgrada je zapuštena i u privatnom je vlasništvu.

sonov sustav u središtu tog grada zatvoren je tek 1956. [Woodworth 2024].

Podatak o faznom pomaku od 90° često zvuči nevjerojatno do pobližeg upoznavanja s radom transformatora u Scottovom spoju.

Teslina centrala na Niagari je naziv koji kolokvijalno koristimo u Hrvatskoj, a formalno–službeni nazivi su bili:

1. Niagara Falls *Power Company* Power House No.1 and No.2, od 1895. do 1927.

2. *Edward Dean Adams Power Plant*, od 1927.

Spomenimo na kraju ovog poglavlja samo kratko da je N. Tesla svoju povezanost s rodnom Hrvatskom pokazao i 1929. godine, kada je pomogao u pripremi tehničke dokumentacije za izgradnju munjare (električne centrale) u Puntu⁷³ na otoku Krku.⁷⁴

⁷³ U to se vrijeme (točnije, od 1921. do 1941.) mjesto Punat na otoku Krku zvalo Aleksandrovo.

⁷⁴ Opširnije o tomu pročitajte na adresi www.croatianhistory.net/etf/teslah.html (pristupljeno 2025.), kao i u knjizi [D. Zubrinčić 2026] koja je u pripremi.

Literatura

- James C. Brittain, Charles F. Scott (2002). *A Pioneer in Electrical Power Engineering, IEEE Industry Applications Magazine* Vol. 8, No 6, str. 6–8.
- W. Bernard Carlson (2014), Tesla, izumitelj električnog doba, Planetopija, Zagreb (prijevod na hrvatski; naslov izvornika: *Tesla — Inventor of the Electrical Age*, Princeton University Press, 2013)
- Margaret Cheney (1981), *Tesla Man Out of Time*, Prentice Hall (postoji hrvatski prijevod: Tesla — čovjek izvan vremena, Zagreb 2003.)
- Ante Čuvalo (2008). *Croatian Educational Club in St. Louis*, Missouri, 1910, na adresi <http://www.croatia.org/crown/articles/9457/1/> (pristupljeno 2024.)
- Žarko Dadić (2010), Egzaktne znanosti u Hrvata u doba kulturnog i znanstvenog preporoda (1835–1900), Izvori, Zagreb (osobito str. 354–360 o Martinu Sekuliću i str. 419–431 o Nikoli Tesli)
- Zoran Filipović Zoro (2006), I bi svijetlo — Nikola Tesla, Zoro, Sarajevo — Zagreb (druugo dopunjeno izdanje)
- Marija Kaštelan-Macan ur. (2017.), Franjo Hanaman, FKIT, Zagreb
- Francis R. Kowsky i Martin Wachadlo (2007). *Niagara Falls Historic Preservation Industrial Reconnaissance Survey*, City of Niagara Falls, NY. (<https://buffaloah.com/surveys/nfindustrial.html>, pristupljeno 2024.)
- Ivan Meštrović (1961), Uspomene na političke ljude i događaje, Buenos Aires, Knjižnica Hrvatske revije. (str. 191–193); ili Matica hrvatska, Zagreb 1969. (str. 169–170)
- Dan Mrkich (2005), *Nikola Tesla: The European Years* (1st edition, 2nd printing), Ottawa: Commoner's Publishing.
- Vladimir Muljević (2005), Ferdinand Kovacević, prvak telegrafije u Hrvatskoj, Hrvatska zajednica tehničke kulture, Zagreb, https://hro-cigre.hr/wp-content/uploads/2020/04/Ferdinand_Kovacevic.pdf (pristupljeno 2025.)
- Niagara Falls Power Project* (1888), <https://teslaresearch.jimdo.com/niagara-falls-power-project-1888/> (pristupljeno 2024.)
- Vladimir Novak (2018), *Croatians in America*, Zagreb — Croatia
- V. N. Njegovan (1956),⁷⁵ Nikola Tesla 1856 — 1956, Zagreb
- Dušan Pejnović (1927a), Iz života i rada Nikole Tesle, Nastavni vjesnik, Zagreb, str. 192–202.
- Dušan Pejnović (1927b), Iz života i rada Nikole Tesle, II. Tesline struje, Nastavni vjesnik, Zagreb, str. 299–306.
- Dušan Pejnović (1927c), Iz života i rada Nikole Tesle (svršetak), Nastavni vjesnik, Zagreb, str. 345–354.
- Miran Perhavec (2020), Nikola Tesla / Potovanja, Sanje, Ljubljana.
- Stanko Popović (2013–2014), Nikola Tesla, znanstvenik i izumitelj — otkriće X-zraka, Matematičko-fizički list. br. 4, Zagreb, str. 241–250.; video-snimka predavanja održanog 2017: <https://hpd.hr/predavanja/tko-je-otkrio-x-zrake-rontgen-ili-tesla-znacaj-x-zraka-u-znanosti/> (pristupljeno 2025.)
- Stanko Popović (2014). Nikola Tesla, znanstvenik i izumitelj — otkriće X-zraka / *Nikola Tesla, scientist and inventor — discovery of X-rays*. U: Zbornik radova, Ugledni hrvatski znanstvenici u svijetu — *Distinguished Croatian Scientists in the World*, svezak 7, urednik J. Herak, Hrvatsko-američko društvo i Hrvatska matica iseljenika, Zagreb, str. 122–234, 250–262.
- Ante Rodin (1956), Priznanja radu Nikole Tesle, Zagreb.
- Charles Scott (1929), *The contribution of Tesla to electrical power development*, u Tehnički fakultet Sveučilišta Kraljevine Jugoslavije u Zagrebu, 1919–1929, Spomenica fakultetskog savjeta, Zagreb, str. 975–978.
- Richard Szczepaniewicz i Chuck LaChiusa (2024), *Niagara Falls Power Co. / Edward Dean Adams Power Station*, <https://www.buffaloah.com/a/nf/adams/index.html> (pristupljeno 2024.)
- The Autobiography of Nikola Tesla and Other Works* (2021), Canterbury Classics, San Diego⁷⁶
- Božena Volarić (2004), Električna svojstva atmosfere, Hrvatski meteorološki časopis, vol. 39. no. 39, DHMZ, Zagreb, str. 83–102.
- Craig A. Woodworth (2024), *Early Electrification of Buffalo*, https://ethw.org/Early_Electrification_of_Buffalo (pristupljeno 2025.)

⁷⁵ Knjiga Vladimira Njegovana, istaknutog hrvatskog kemičara, premda objavljena u Zagrebu, tiskana je na srpskom jeziku, ekavicom. To vrijedi za obje njegove knjige o N. Tesli, objavljene u Zagrebu 1950. i 1956.

⁷⁶ Ovdje je riječ o opsežnom zborniku Teslinih radova tiskanom na 742 str. Knjiga ima 43 poglavlja.

Mladen Zeljko (ur.): HRO CIGRE / Sedamdeset godina djelovanja CIGRE u Hrvatskoj, Zagreb 2022.

Darko Žubrinić (2026), Školovanje Nikole Tesle u Hrvatskoj i njegov učitelj Martin Sekulić..., Zagreb, knjiga u pripremi

Darko i Mladen Žubrinić (2024), *Tesla AC technology for the Adams Power Plant near Niagara Falls*, <http://www.croatianhistory.net/etf/teslan.html> (pristupljeno 2024.)

Mladen Žubrinić (2025), Praktični aspekti nekih Teslinih realiziranih i nerealiziranih ideja. U: Tatjana Kolak (ur.): *Teslin toranj čovječanstvu, Memorijalni centar »Nikola Tesla« Smiljan*, Gospić–Smiljan, str. 26–59.







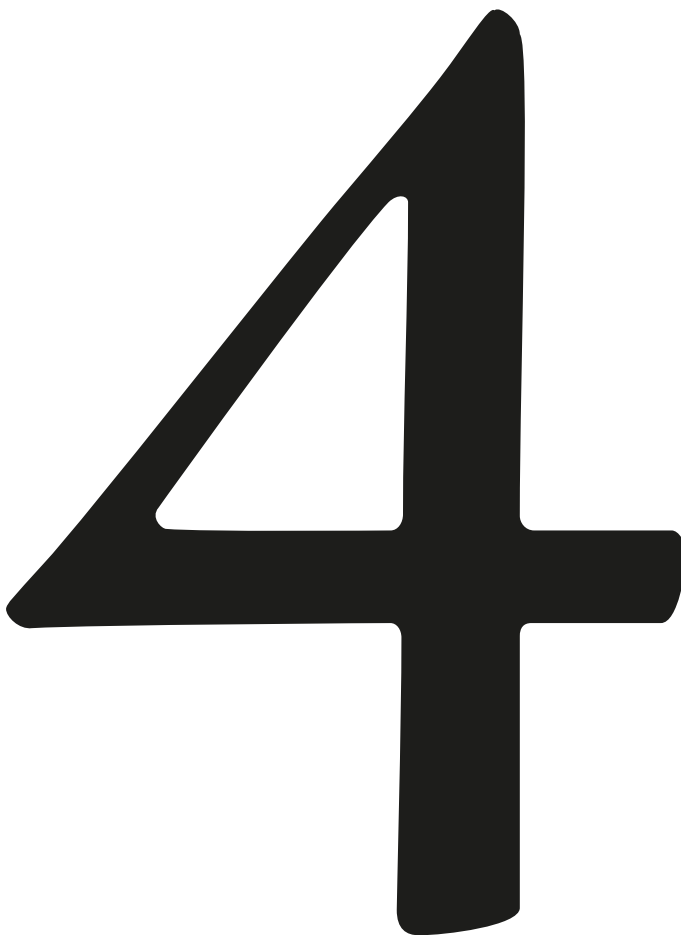


RAZGLEDNICA HIDROELEKTRANA KRKE I JARUGE

**Vrijeme izgradnje, proizvodnje,
dogradnje, revitalizacije**

Marija Šiško Kuliš, Ivančica Somođi, Marija Čulina Rapo, Maja Žunić

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta





Vodenice na Skradinskom Buku, a prema rimskom natpisu na brončanoj pločici s područja antičke Promone, na području Krke i Čikole postojale su u antičko doba

Izgradnja hidroelektrana Krke i Jaruge

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Tijekom povijesti, naselja su se razvijala uz riječne tokove, iskorištavani su prirodni padovi rijeka za trgovinu, izgradnju vodenica (mlinica), navodnjavanje, prijevoz dobara i opskrbu pitkom vodom. Mlinarstvo je u skradskom i u šibenskom području bilo uvelike razvijeno, a brojne su obitelji, samostani i naselja u svom vlasništvu imali i nasljeđivali vodenice na rijeci Krki. Nerijetko bi ih ustupali na korištenje uz pomno regulirane ugovorne odnose. Bila je



Stupa za omekšavanje i pranje sukna na Skradinskom buku



Mlinice na rijeci Krki su očuvane kao dio industrijske i kulturne baštine

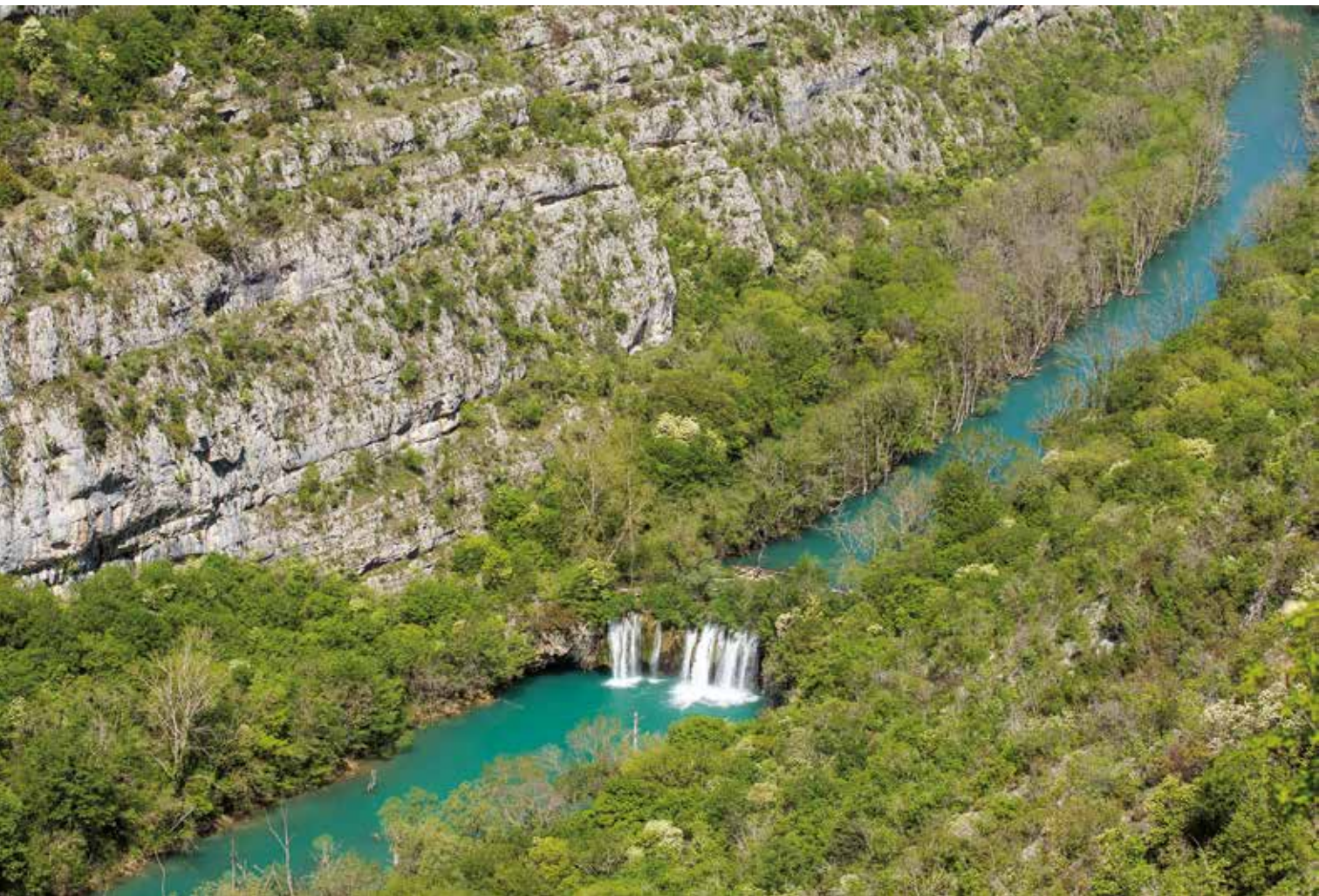
to važna tradicionalna gospodarska grana, koja je nedovoljno iskorištavala hidropotencijal Krke i njenih pritoka.

Objekti mlinica bili su građeni od lokanog kamena i sedre podatnije za oblikovanje, zajedno povezanih žbukom. Rimski natpis na brončanoj pločici s područja antičke Promone dokazuju da su vodenice na području Krke i Čikole postojale u antičko doba.

Najviše takvih mlinova nalazilo se oko Skradinskog buka, Roškog slapa, na Manojlovačkim slapovima te u donjem toku Krke bliže Šibeniku.

Vodenice na rijeci Krki služile su za usitnjavanje žitarica i drugog bilja (buhača, lat. *Tanacetum cinerariifolium*), prešanje grožđa i maslina. Potencijal vode pokretao je kovačnice, stupe te tkalačke radionice. Stupe su koristile vodu za mehaničku obradu i omekšavanje sukna ili kože. Pogoni su bili pokretani vodom, a za ispiranje vune i platna korištene su obližnje lokve i izdvojeni bazeni. Mnoge od tih mlinica radile su skoro neprekidno, sve do početka XX. stoljeća, kada su ih počele potiskivati hidroelektrane. No, čak i nakon početka korištenja električne energije, pojedini mlinovi zadržali su funkciju — ponegdje radi sentimentalnih razloga, a ponegdje zbog nedostupnosti električne energije. Danas su mlinice napuštene i prepuštene zaboravu. No, na rijeci Krki su očuvane kao dio industrijske i kulturne baštine, osobito unutar Nacionalnog parka Krka, gdje su obnovljene i otvorene za posjetitelje.

Povijesno korištenje hidropotencijala u vodenicama dokazuje da se voda može upotrijebiti za proizvodnju korisne energije, bez značajnih zahvata u okolišu i bez ugrožavanja zaštićenih prirodnih vrijednosti, odnosno na održiv način. Naoko suprotstavljene djelatnosti: proizvodnja električne energije i zaštita prirode — mogu zajedno egzistirati na istom prostoru, osiguravajući vodni potencijal i budućim naraštajima.



Slap Rošnjak

Hidropotencijal Krke — nositelj gospodarstva kroz povijest

Burno XIX. stoljeće obilježavaju promjene geopolitičkih i nacionalnih odnosa u Europi, revolucionarni pokreti te jačanje građanskog društva kroz dostupnost obrazovanja. Obrazovanje društvo razvijalo je gospodarstvo, poticalo poduzetništvo i težilo inovacijama, što je i rezultiralo novim tehnološkim postignućima, poput korištenja električne energije za rasvjetu i pokretanje motora. Nova društva težila su novim gospodarskim promjenama i gospodarstvo se više nije temeljilo na trgovini viškom poljoprivrednih dobara, već je započeto komercijalno korištenje prirodnih resursa, posebice nafte — razvojem prometne infrastrukture te industrije.

Iskorištavanje prirodnih resursa poput vode, rudnika i solana oduvijek je bilo od interesa i pod kontrolom državne vlasti te je donosilo siguran i značajan prinos u riznicu. Za iskorištavanje hidropotencijala kroz mlinarsku djelatnost još su Osmanlije naplaćivale naknadu za korištenje zemljišta na kojoj se mlin nalazio, što potvrđuje ekonomsku važnost mlinarstva u prihodima državne uprave. Pomno praćenje te gospodarske grane zabilježeno je u osmanlijskim poreznim knjigama (*tahrîr defteri*): jednaki iznos plaćao se za mlinice na Krki i Savi [Buzov, 2009]. Porezni nameti nisu bili zabilježeni, stvarajući time ekonomsku pogodnost za razvoj obrtništva i trgovine, što je iskoristilo pogranično stanovništvo. Mletačka vlast, pak, je ubirala porez i strogo ga kontrolirala, čime je dovodila u ekonomski nepovoljniji položaj mlinarstvo pod mletačkim upravljanjem, u odnosu na mlinove u Kliškom sandžaku na rijeci Krki.

Vodna prava u Austro–Ugarskoj bila su osjetljiva tema, osobito u Dalmaciji, gdje su slapovi i vodeni tokovi često bili predmet ovdašnjih sporova oko nasljeđivanja. U Austro–Ugarskoj Monarhiji krajem XIX. stoljeća je korištenje prirodnih resursa, posebice vodne snage, bila osobito osjetljiva tema, stoga što su se uz njih vezala prava na tradicionalno korištenje vodenica, splavarenje za prijevoz robe te ubiranje određenog nameta.

U Dalmaciji je to bilo još izraženije, jer su slapovi Krke naraštajima služili kao pokretači mlinova, stupa (koševi za pranje sukna), preša i pilana. Pojedini od tih objekata bili su u privatnom, a pojedini u zajedničkom vlasništvu domaćih obitelji i naselja.

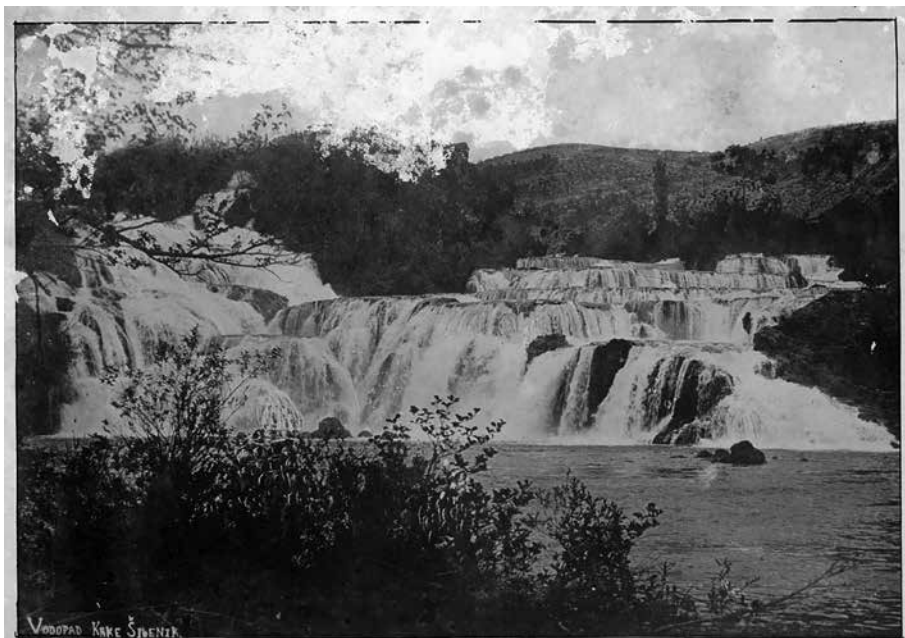
Električna energija prije šibenskog munjiva

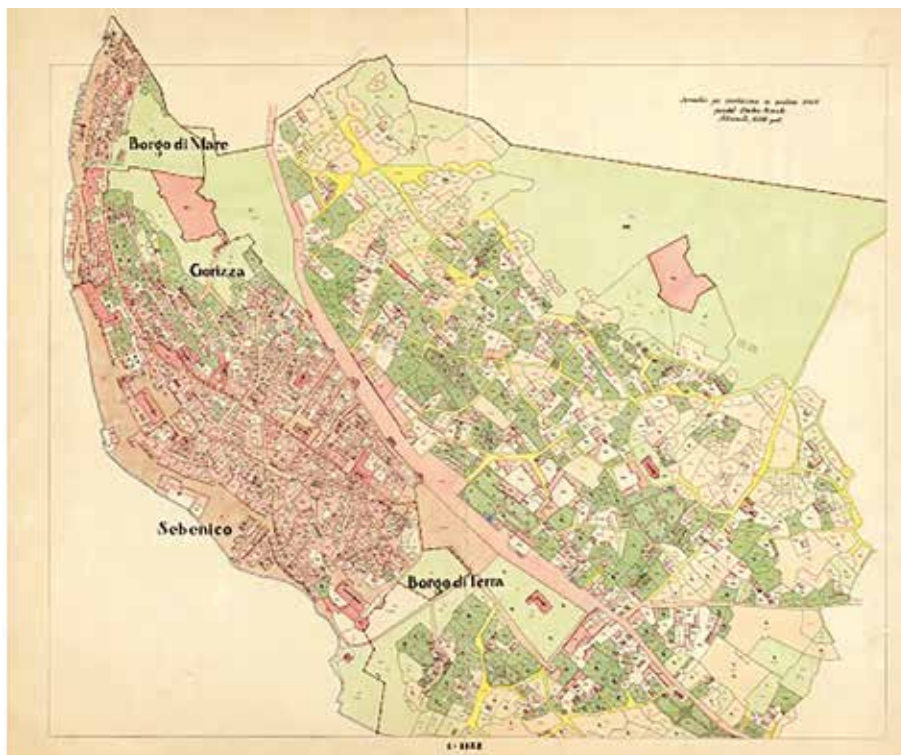
Krajem XIX. stoljeća električna energija još uvijek nije bila temeljna infrastruktura, već *novotarija* koja je privlačila pozornost. Ona je bila nešto što se povezivalo sa znanstvenicima, izložbama i ponekim luksuznim hotelom, a ne s uobičajenim građanskim životom.

U najranijoj fazi, električna energija koristila se prvenstveno za javnu rasvjetu i osvjetljenje kućanstava imućnih građana. Već u 1870–ima i 1880–ima pojavile su se prve lučne svjetiljke koje su osvjetljavale trgove, kolodvore i tvornice. Istosmjerna struja, koja je u to vrijeme bila najraširenija, imala je jedan ključni nedostatak: nije se mogla lako prenositi na veće udaljenosti. U tom vremenu nije bilo ni standardizacije napona, ni frekvencije — svatko je radio po svom, što je dodatno kompliciralo razvoj šire mreže.

Teslin višefazni izmjenični sustav prvi je put bio primijenjen pri izgradnji hidroelektrane na slapovima Niagare. Ugrađeni su veliki generatori od 5 000 konjskih snaga, pogonjeni vodom iz slapova, a proizvedena električna energija trebala se distribuirati u Buffalo, industrijski centar udaljen četrdesetak kilometara. Premda je elektranu puštena u pogon krajem 1895. godine, prijenosna infrastruktura dovršena je tek u drugoj polovici 1896.

U Dalmaciji je postojala kombinacija okolnosti koja je bila skoro idealna za takav pionirski pothvat: tradicionalno višestoljetno iskorištavanje hidropotencijala, gradonačelnik vizionar koji je želio napredak,

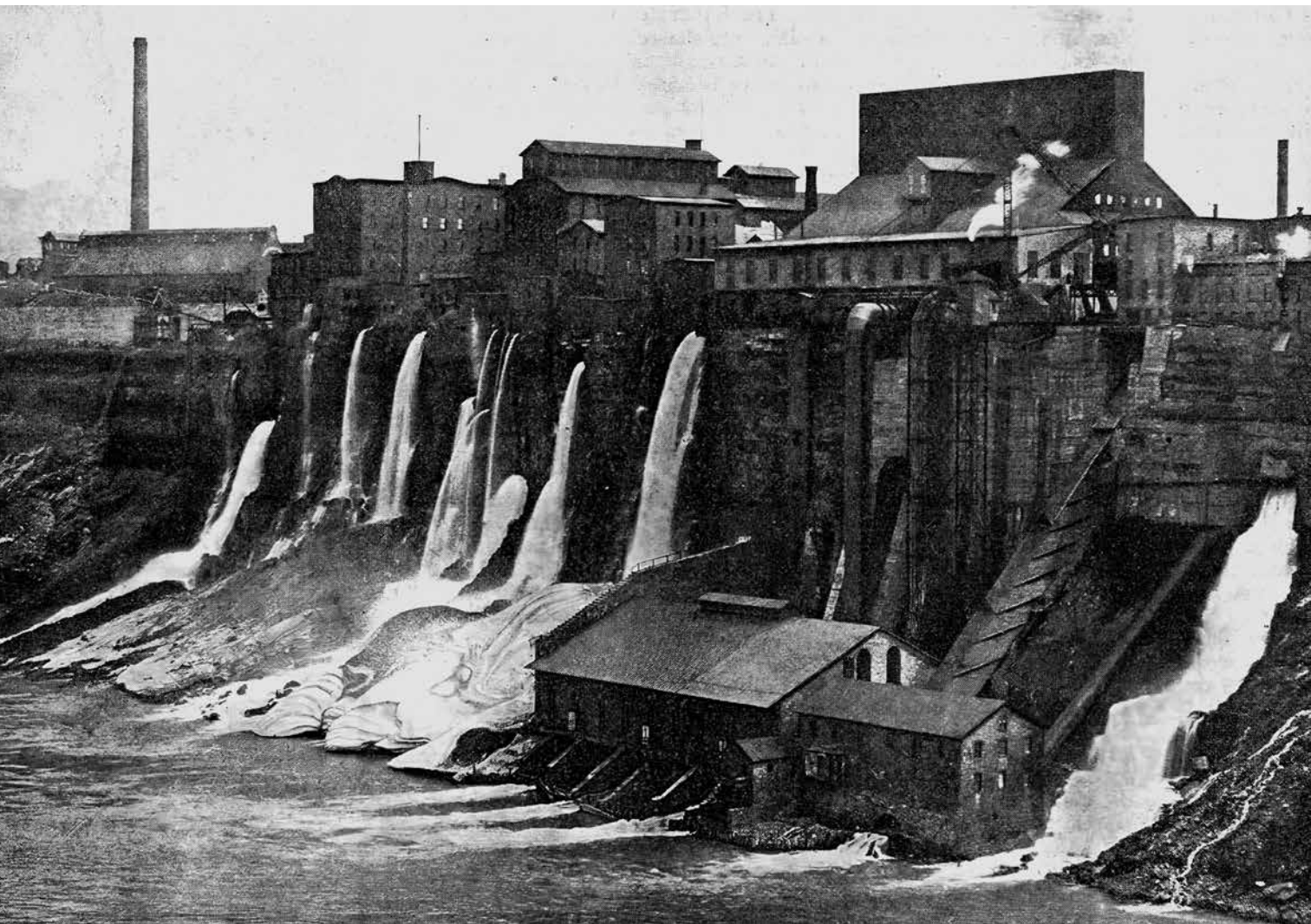




Preslika katastarskog plana Šibenika iz 1825. godine

poduzetnici spremni na rizik, inženjer koji je znao izraditi projekt, i — što je ključno — u blizini grada rijeka s velikim padom. Sve je to stvorilo uvjete za ono što će ubrzo postati jedan od prvih primjera praktične primjene višefazne izmjenične tehnologije u urbanom okruženju.

U trenutku kada se u svjetskom tisku čuju odjeci Međunarodne elektrotehničke izložbe u Frankfurtu na Majni, u Dalmaciji se stvaraju preduvjeti za ostvarenje izgradnje hidroelektrane na Krki: inovativan građevinski inženjer započinje projektirati iskorištavanje njenog potencijala i proizvedenom električnom energijom osvjetljavanje 11 kilometara udaljenog Šibenika. Šibenik je svoj geopolitički položaj temeljio na važnosti kao tranzitnog trgovačkog i prometnog središta, a krajem XIX. stoljeća bio je trgovački i obrtnički važan grad Dalmacije. Imao je gospodarstvo temeljeno na obrtničkoj i trgovinskoj djelatnosti te je s unutrašnjošću bio povezan novoizgrađenom željeznicom, kao rijetko koji priobalni grad. U trgovinskoj razmjeni činio je okosnicu povezanosti priobalja sa širim zaleđem, dijelom Hercegovine, Bosne i Like, pretežito kao luka za prijevoz drva, rudnih bogatstava i poljoprivrednih proizvoda. No, inovativno obrtništvo tražilo je dodatne izvore energije za svoju rastuću djelatnost.



U prvoj fazi HE Niagara 1895. bila je namijenjena opskrbi obližnje Tvornice aluminija i karbida, a prvi manji prijenos električne energije ostvaren je u studenom 1896. do 30 km udaljenog grada Buffala, dok je prijenos na veću udaljenost u Kanadu započeo tek 1910. godine

Težnju za osuvremenjivanjem infrastrukture, koja bi olakšala ekonomska kretanja i otvorila proces gospodarskog uspona te kontinuiranog razvoja uočio je Ante vitez Šupuk (Šibenik, 1838. – Šibenik 1904.), tadašnji šibenski gradonačelnik. On je, kao utjecajni gospodarstvenik i gradonačelnik, prepoznao mogućnost da proizvedenu električnu energiju u hidroelektrani na Krki prenese u Šibenik te unaprijedi industriju i komunalnu infrastrukturu grada prema uzoru na europske metropole. Preporod koji se u Dalmaciji pojavio šezdesetih godina XIX. stoljeća donosi promjene: uvodi se hrvatski jezik

177

u institucije i budi nacionalna svijest, što ohrabruje i budi želju za prosperitetom i unaprijeđenjem životnih okolnosti. Zahvaljujući geografskim posebnostima koje čine: iskorištavanje rijeke Krke, obala Jadranskog mora, kopnena prometna povezanost sa sjevernim krajevima s društvenim i geopolitičkim posebnostima obilježenim ratnim i pograničnim događajima — u šibenskom se području kroz povijest razvijaju političko–gospodarski procesi, koji će u budućnosti preoblikovati grad u suvremeno trgovačko, gospodarsko i obrazovno središte. A to je možda i najvažnija pretpostavka svakog tehnološkog iskoraka: kombinacija znanja, inovativnosti i volje za prihvaćanje neizvjesnosti novih promjena.

Ponovimo da je tijekom prošlosti stanovništvo duž toka rijeke Krke iskorištavalo njen hidropotencijal poglavito za mlinarstvo, koje je u skradinskom i u šibenskom području bilo uveliko razvijeno, a brojne su obitelji i sela su u svom vlasništvu imala i nasljeđivala mlinice na rijeci Krki. Međutim, mlinovi nisu bili dovoljno profitabilni, posebice tijekom dugih sušnih razdoblja i male protoke Krke u ljetnom razdoblju. Do napretka je došlo izgradnjom parnog mlina za mljevenje žita u gradu Šibeniku 1850. godine, snage 20 KS, u vlasništvu Giovannija Montanaria. No, to je iziskivalo dodatna ulaganja u eksploataciju i dopremu ugljena. Ubrzo je uz Mlin s radom započela i Tvornica tjestenine, premda postoji zapis o jednakoj takvoj tvornici tjestenine uz rijeku Krku.

Do 1895. godine, izvor električne energije bile su termoelektrane na fosilna goriva, prvenstveno na ugljen. Zbog ograničenog prijenosa istosmjerne električne energije do potrošača, termoelektrane su se nalazile u blizini središta grada, što je umanjivalo kvalitetu života u njihovoj blizini. Šibenik nije imao plinsku rasvjetu kao brojni gradovi pa se raspravljalo o korištenju vodne snage. Hidropotencijal rijeke Krke bio je puno isplativiji, a električnu energiju je trebalo prenijeti do Šibenika. Takav hidropotencijal je i dalje bio neracionalno iskorištavan, jer koristio se samo jedan dio protoka rijeke, na jednoj obali i u jednom potezu između sedrenih barijera. Time se iskorištavao samo dio ukupnog pada i dionice rijeke. Odredbe dalmatinskog Zakona o vodnom pravu iz 1873. godine štatile su korištenje vodnih snaga mlinica, onemogućavajući korištenje vode u javne svrhe [Marković i sur. 1984].

Br. 3786 pr. 7. listopada 1892.
Molba Vjekoslava plom. Meichsnera
iz Šibenika, s kojim traži dozvolu za
gradnju jedne zgrade na Krki.

Gosp. Vjekoslav plom. Meichsneru, zamjenjniku
Šibenika

Na podnošenje moje molbe pr. 7. listopada pr. 1892.
s kojim tražite dozvolu za gradnju jedne nove kuće na
zemljištu u blizini Šibenika u vlastitoj, i to po nacrtu
nadzornika, u dvastukom priručku molbi obolovanu;
Molbi zemljišta na kojemu se zgrada podignuće ima me-
triju strana također Šibenika u vlastitoj, a za ostale u to-
gospod. Santa Šipuka;

Molbi izričite privolu ovog potonjeg, sadržanu u zapisu
naš. Posrednika Lukićega;

Molbi, da u konstitutivni slučaj, nije potrebno ugovoriti
drugu zakonodav. formalnost, sadržanu u pravilniku
1886.

Ovo Obćinsko Upraviteljstvo
kao nadležna nadležna vlast, u smislu H. U. gradj. pra-
va štanoje dopušteno da zgradi na Krki, na zemljišta-
u blizini Šibenika u vlastitoj, jednu novu kuću, i to po nacrtu
Šibenika, jedan priručak obćinskog upraviteljstva o dobro-
bi.

Gradnja, uipak, započeti ne smije, prije nego li naznače-
nom ne postane (H. U.) kuća obokle, ne ističe rok, punik
stana i za uručivanja naznači.

2/12. 1892.

Zamisli o iskorištavanju hidropotencijala rijeke Krke potječu još iz 1891. godine, kada se započelo s istražnim radovima i projektiranjem hidroelektrana. Marko Šupuk (Šibenik, 1864. – Šibenik 1903.), pomorski kapetan i sin gradonačelnika Ante viteza Šupuka, zapazio je prvi uspješan pokus prijenosa izmjeničnog trofaznog sustava na veće udaljenosti na Međunarodnoj izložbi 1891. godine te, zajedno s poduzetnikom Vjekoslavom Meichsnerom i ocem, osmislio primjenu te zamisli u njegovom poslovanju i u rodnom Šibeniku.

U listopadu 1892. godine, V. Meichsner — geodet i građevinski poduzetnik, uputio je molbu Gradskoj upravi u Šibeniku za izdavanje dozvole za gradnju jedne nove kuće u obrtnu svrhu, na katastarskim česticama 961/10, 961/27 i 961/8 u poreznoj općini Lozovac uz rijeku Krku. Zahtjevu je priložio nacrt zgrade, koji je sam izradio, a gradila bi se na zemljištu kojem je bio vlasnik. Predmetno zemljište je graničilo sa zemljištem i mlinicama na Krki u vlasništvu Šupukovih. Kako to obično sudbina poveže hrabre i poduzetne osobe, Ante vitez Šupuk — vizionar poduzetničkog duha, prepoznao je sposobnost poduzetnika — građevinskog inženjera Vjekoslava Meichsnera, te kao gradonačelnik podupro, a kasnije zajedno s njim započeo inovativan i za ono doba rizičan pothvat izgradnje hidroelektrane na Krki.

Rijeka Krka je imala stalni protok i iskoristivi pad, a blizina grada i uređena prometna infrastruktura omogućila je tehnološki izvediv prijenos. Bilo je zamišljeno da se električna energija proizvodi pomoću vodne turbine, da se pomoću generatora pretvori u izmjeničnu struju, a potom prenosi dalekovodom duljine približno 11 kilometara do grada i ondje transformira u niži napon za distribuciju po Šibeniku. Osim javne rasvjete, bilo je predviđeno i uvođenje električne energije u kućanstva i poslovne prostore te industrijske objekte, što je značilo da je trebalo razviti sustav brojila i tarifa radi naplate naknade. Korištenje vodne snage rijeke Krke je bilo vrlo osjetljivo zbog velikog interesa ostalih korisnika vodne Krke, brojnih stupa i mlinica na rijeci koje su već ostvarivale to pravo.

U prosincu spomenute 1892. godine, V. Meichsner je dobio dopuštenje za gradnju i kao građevinski inženjer sam je projektirao, izradio nacрте hidroelektrane na Krki, dalekovoda i gradske razdjelne mreže, koja će distribuirati proizvedenu energiju po gradu. Nakon što je završio i predao sve potrebne nacрте Gradskoj upravi Šibenika, u svibnju 1893. godine V. Meichsner je od Kotarskog poglavarstva zatražio dozvolu za korištenje vode rijeke Krke.

Kako bi se utvrdilo čini li izgradnja javne ili privatne štete, 6. srpnja 1893. godine obavljen je očevid dvaju vladinih povjerenstava: jednog

da utvrdi može li se dati koncesija za upotrebu vode, a drugog koje je izašlo na teren kako bi dobilo uvid u trasu dalekovoda od Krke do Šibenika te razvod električne mreže po ulicama grada Šibenika. Nakon toga je u studenom zakazana rasprava na vodopadu Krke, kod Skradina. Raspravu je vodio izaslanik Kotarskog poglavarstva, uz nazočnost carskog i kraljevskog državnog *tehnika*. Izgradnju su poduprli predstavnici Šibenske i Skradinske općine, no vlasnici mlinica uzvodno od lokacije izgradnje hidroelektrane, Erminio i Ivan Šupuk te Joso Dulibić — vlasnik nizvodne mlinice, izrazili su negodovanje, smatrajući da će uzimanje vode za elektranu njima nanositi gospodarsku štetu. No, državni tehničar je otklonio te sumnje te su prigovori povučeni. Dvanaest lokanih uglednika obišlo je trasu i ulice grada Šibenika, po kojima je bila predviđena električna mreža [Moser, 1988].

U prosincu 1893., povjerenstvo Ministarstva trgovine u Beču poduprlo je izgradnju hidroelektrane koja odgovara sili od 40 000 konja [Moser, 1988], a pojedini drugi izvori spominju da je, pak, riječ o snazi vodne turbine HE Krka od 350 KS. Odlukom carskog i kraljevskog Kotarskog poglavarstva, V. Meichsneru je 18. prosinca dodijeljena *Razsuda br. 15936*, kojom se dopušta proizvodnja i prenošenje električne energije:

Iz Razsude...

Dozvola za upotrebit — zbog ustanovljena jednog obrtništva za proizvodjanje i vodjenje munjive u svrhu razsvijete, prenašanja sile i ine obrtne i kućevne porabe — neke količine vode rijeke Krke, uzevši ju od one koja teče uzduž katastralnih čestica 961/10, 27. 961/8 (porezne obćine Lozovac) njegovog vlastništva, pak prinijeti ju sredstvom jedne već postojeće jaže (konala) takodjer njegove vlastitosti, koja polag predloženog nacрта biti će shodno razširena i uređjena u tvornicu od njega osnovanu za proizvodjanje i prenašanje munjiva, te ju povratiti istoj rieci, još prije nego ona izstupi sa granica gori naznačenih vlastitih čestica, a pod sljedećim uvjetima:

I) da gradjenje osnovanog poduzeća bude točno slijediti polag prikazanih nacрта, kojih jedan primjerak obskrbljen sa uredovnom potvrdom uručuje se prositelju,

II). da trošenje vode, imade se ograničiti na mjeru od 25,81 m³ za hip, dotično da se ne smije proizvesti ikakva promjena na kanalu slievanja.

Kao rok kroz koji osnovana gradnja ima će se dovršiti ustanovljuje se doba od dvije godin [Moser, 1988].

Koncesijom se koristio samo jedan dio protoka rijeke na kojoj je građena hidroelektrana. Time se osigurao nesmetani protok za potrebe ostalih vlasnika mlinica na Krki, posebice vodenica nizvodno, kojih je tada bio značajan broj. Projektom dokumentacijom predlagala se izvedba manjih barijera koje bi usmjeravale vodu na elektranu pri malim protocima, koji padnu i do 6 m³/s. No, te pregrade nisu nikad izgrađene, ponajviše stoga što su se vodili sporovi s vlasnicima mlinica, koji bi pri manjem protoku ostali bez hidropotencijala. Jedan od izazova bila je krška geološka podloga sa sedrenim barijerama. Naime, Skradinski buk je prirodna sedrena barijera, krhke strukture i neujednačene stabilnosti. Bilo je nužno pronaći mjesto gdje će se vodozahvat moći izvesti bez opasnosti da suprotna obala i ostali korisnici hidropotencijala ostanu bez protoka, a pri visokim vodostajima omogućiti sigurnost objekta.

V. Meichsner je predložio rješenje u kojem se voda zahvaća iz gornjeg dijela slapa i kanalizira u ukopani, derivacijski kanal čime bi hidroelektrana koristila pad od samo 10 metara. Voda bi potom ulazila u strojarnicu, gdje bi bila instalirana vodna turbina, a iza toga bi se vraćala u rijeku nizvodno. Na taj se način izbjegla potreba za gradnjom akumulacijskog jezera, što je smanjilo troškove i ubrzalo radove.

Šibensko općinsko upraviteljstvo izdalo je posljednju dozvolu kojom se omogućuje *postavljanje stupova na općinskom zemljištu za prijenos električne sile i da može također napraviti potrebitu mrežu preko gradskih ulica u svrhu rasvjetljavanja* [Moser, 1988]. Po gradu je planirana razdjelna mreža 3 000/110 V s dvije rasklopne i šest transformatorskih stanica. Transformatorska stanica planirana je na rivi, kako bi se uklopila u vizuru grada.

Četverovodični dalekovod od Krke do Šibenika pratio bi cestu Lozovac — Šibenik radi jednostavnijeg održavanja, kako se ne bi oštetile poljoprivredne površine, što je inzistiralo domicilno stanovništvo. Imao bi 360 drvenih stupova u duljini od 11 km.

S Gradom Šibenikom V. Meichsner je ugovorio cijenu od 5 000 forinti godišnje, u obročnom plaćanju za isporučenu električnu energiju, odnosno cijenu za koju će grad biti osvijetljen. Gradskoj upravi ta je cijena bila znatno povoljnija, a električna rasvjeta je bila jednostavnija za upotrebu od tadašnje petrolejske.

Završetkom Projekta, Šibenik je dobio sustav koji je odmah postao predmet interesa drugih poduzetnika s jednakom inicijativom iskorištavanja hidropotencijala na rijeci Krki. Tadašnji tisak je redovito pratio tijek radova, a u zapisnicima Gradskog vijeća mogu se pronaći potankosti o svakoj raspravi o temi elektrifikacije — od odabira lokacije transformatorske stanice do planiranja noćne rasvjete.



Transformator na Šibenskoj obali, razglednica s početka XX. stoljeća

Izgradnja Hidroelektrane Krka, veliki iskorak u graditeljstvu i energetici

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

On, drevni slap, kojeg je već Nikola Tommaseo usporedio s nebom, radi čistoće svojeg nebeskog plavetnila i zadivljujućih boja svojih veličanstvenih slapova, poklonio je Šibeniku i vodu i svijetlo, a to je bogatstvo i budućnost (nada, prosperitet) Šibenika.

Domaći graditelji i obrtnici zgotovili izgradnju u samo 16 mjeseci

Prva izgrađena hidroelektrana nosila je naziv Krka, no kasnije je, prema pojedinim izvorima, nazivana Jaruga I. Ipak, u ovoj Monografiji koristi se samo naziv Hidroelektrana Krka, a za drugoizgrađenu elektranu — Hidroelektrana Jaruga.

Odlukom carskog i kraljevskog Kotarskog poglavarstva, Vjekoslavu Meichsneru je uvjetovano izgraditi hidroelektranu u roku od dvije godine. Hidroelektrana je izgrađena, za današnje vrijeme i današnju tehnologiju, u nezamislivih 16 mjeseci. V. Meichsner bio je projektant, koji je sam izradio nacрте hidroelektrane na Krki, dalekovoda i gradske razdjelne mreže koja će distribuirati proizvedenu energiju po gradu te je nadzirao izgradnju. Cijeli Projekt nacrtan je rukom, upotrebom tinte na papiru velikog formata, a danas se dio te dokumentacije čuva u državnom arhivu Muzeja grada Šibenika. Nakon osnivanja zajedničke tvrtke, radovima izgradnje cijelog energetskog sustava rukovodio je zajedno s Markom Šupukom, sinom Ante viteza Šupuka.

Koncesijski zahtjev obuhvaćao je dio toka rijeke Krke kod Skradinskog buka i podrazumijevao je izgradnju vodozahvata, derivacijskog kanala i strojarnice s turbinom i generatorom.

Građevinski radovi obuhvaćali su ručno iskapanje dovodnog kanala, u čemu su sudjelovali lokalni radnici, pretežito težaci iz okolnih sela. Kanal je ojačan suhozidom i obložen kamenim pločama kako bi se spriječilo njegovo propadanje uslijed protoka vode. Na završetku kanala izgrađena je komora s rešetkama za zadržavanje krupnijih naplavina, a voda je potom ulazila u tlačnu cijev, koja je vodila prema turbini.

Sve radove izveli su domaći graditelji i obrtnici, dok je izrada i montaža elektrostrojarske opreme naručena od tvrtke *Ganz*. Građevinske radove izveli su šibenski graditelji i obrtnici: Bonamico, Cinotti i Grubelić. Fotografije iz tog vremena prikazuju muškarce, radnike, u prepoznatljivim narodnim nošnjama ruralnog šibenskog područja s tradicijskim muškim kapama, bijelim bluzama i prslucima s *botunima*.



Radnici pri izgradnji hidroelektrane Krka

Ujesen 1893. godine, V. Meichsner je od tvrtke *Ganz* u Budimpešti naručio izradu strojeva, a transformator je naručen u proljeće 1895. U ime *Ganza*, u nabavnoj korespondenciji je sudjelovao i konstruktor prvog izmjeničnog generatora, znameniti Otto Titus Blatny.

Zanimljivo je da je u lipnju 1895. znači neposredno dva mjeseca pred puštanje elektrane Krka u pogon, V. Meichsner potpisao narudžbu za vatmetar: ili je bio oštećen prigodom izgradnje, ili su ga zaboravili naručiti [Moser, 1988].

Strojarnica je projektirana kao kamena zgrada s dvostrešnim krovom, u skladu s graditeljskom tradicijskom baštinom. Zidana je autohtonim kamenom, s drvenom krovnom konstrukcijom i prozorima koji su omogućavali prirodno osvjetljenje i provjetravanje. U njoj su na betonski temelj ugrađeni turbina i generator, isporučeni krajem srpnja iz tvrtke *Ganz*.

Prijevoz je predstavljao izazov, koji je bio uspješno riješen i to: komponente su dovezene željeznicom do Perkovića, potom prebačene zaprežnim kolima do Skradina, a dalje brodicama uzvodno do elektrane. Naime, prije gradnje hidroelektrane, A. Šupuk je kao gradonačelnik već bio zaslužan za izgradnju željezničke pruge Šibenik — Siverić, otvorene 1877. godine [Krešić & Radić, 2004]. Premda je pruga primarno služila za prijevoz ugljena iz rudnika Siverić, postala je ključna za dopremu opreme i materijala za HE Krka i HE Jaruga [Bilić, 2010]. Pruga je omogućila dolazak turbina, generatora, transformatora, čeličnih nosača i cementa iz šibenske luke prema zaleđu. Bez spomenute prometne infrastrukture, cjelokupna oprema i materijal bi se morali dopremiti zaprežnim kolima, što bi višestruko poskupilo i usporilo projekt [Ćosić, 1995]. Zadnjih nekoliko stotina metara, generator i turbinu su vukli konji i volovi preko drvenih valjaka. Materijal se dopremao magarcima i kolima, zbog čega su se morale urediti i proširiti pristupne ceste.

Otvoreni kanal dovodio je vodu do strojarnice i turbine. Premda je elektrana bila projektirana i izgrađena za dvije proizvodne jedinice, prvo se montirao jedan agregat. Bila je to okomita vodna turbina *Girard* 320 KS, koja je preko koničnih zupčanika prenosila snagu na osovinu dvofaznog generatora proizvedenog u *Ganzu*, prema patentu *Zipernowsky* tip A2, snage 320 KS, s 315 okretaja u minuti. Generator je proizvodio napon od 3 000 V i bio je izravno spojen na dalekovod s četiri vodiča prema Šibeniku. [HEP, 1995].

Planiran je i način upravljanja sustavom. U strojarnici su ugrađeni mehanički regulatori, koji su omogućavali stabilizaciju brzine vrtnje turbine i frekvencije izmjenične struje, dok su u trafostanicama postavljeni jednostavni signalni sustavi, koji su operatorima omogućavali dojavu o kvaru ili opterećenju. Premda, prema današnjim



Postavljanje električnog stupa za javnu rasvjetu u Šibeniku 1895.

standardima, vrlo rudimentaran — taj sustav je bio dobro osmišljen i omogućio je redovitu i stabilnu opskrbu električnom energijom, od početka rada elektrane.

Tijekom gradnje, V. Meichsner i A. Šupuk dogovorili su partnerstvo pa su 1. lipnja 1895. osnovali zajedničku tvrtku pod nazivom *Šupuk i Meichsner — Prva ovlaštena električna centrala u Dalmaciji — Krka*, sa sjedištem u Šibeniku. Upravne poslove obavljao je M. Šupuk, elektrostrojarskim poslovima i održavanjem bavio se V. Meichsner, a financijskim poslovanjem upravljao je rođak Erminio Šupuk.

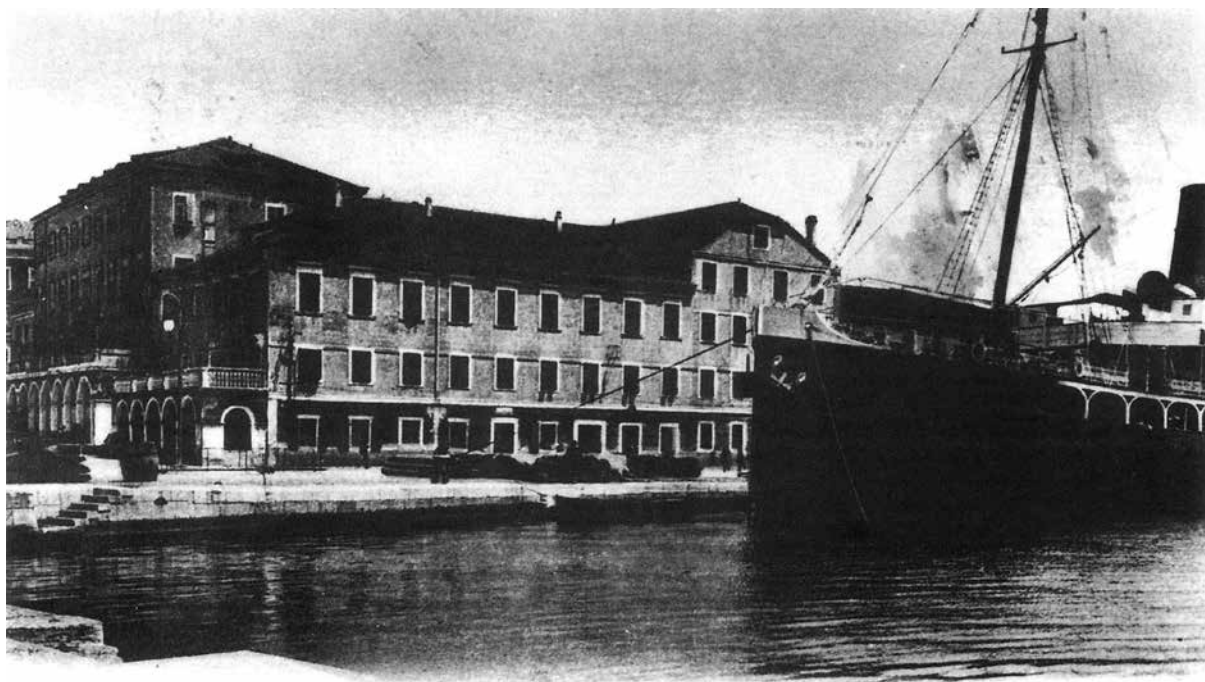
Za prijenos, dizanje i pozicioniranje teških tereta, projektiran je sustav vitlova nosivosti do 12 tona za spuštanje turbina i generatora do turbinskih dvorana uz slapove, uz minimalne tolerancije pozicioniranja [Ćosić, 1995]. Upotrijebljena je dizalica na parni pogon, omogućivši precizno podizanje i ugradnju turbinskih kućišta, što je bila prva upotreba takve dizalice u Dalmaciji [Bilić, 2010]. Zanimljiv podatak je onaj o količini utrošenog materijala: utrošeno je više od

3 500 m³ betona, 420 tona čeličnih konstrukcija i metalnih dijelova, a kamenolomi kod Skradina osigurali su vapnenačke blokove za temelje i obloge [Vukičević, 2018].

Izgradnja HE Krka predstavljala je veliki iskorak u graditeljstvu i energetici: povezala je energetiku, prometnu infrastrukturu (željeznicu), industrijsku proizvodnju (*Ganz i Siemens* oprema) i tradicijsku gradnju u Projekt koji je promijenio svakodnevni život Šibenčana i zauvijek *uvede* Dalmaciju u ekonomski prosperitet oslonjen na prvu hrvatsku hidroelektranu izmjenične struje i suvremeni elektroenergetski sustav, sastavljen od proizvodnje električne energije na rijeci, njen prijenos do Šibenika i distribuciju po gradu.

Oduševljenje novotarijom: *i svitli, svitli ka' Betlehem!*

Premda je još u Rijeci 1852. i Splitu 1870. godine uspostavljena javna plinska rasvjeta, a Zadar je bio prvi grad u Dalmaciji s električnom javnom rasvjetom istosmjerne struje, uličnu rasvjetu Šibenika do kolovoza 1895. osiguravali su petrolejski ferali (svjetiljke) postavljeni u najprometnije ulice.



Obala u Šibeniku

Zgrada *Makale* na Šibenskoj obali u kojoj je djelovala tvrtka *Prva ovlaštena električna centrala u Dalmaciji* — Krka

Zadarski list *Il Dalmata* je, uz političke teme, prenosio i vijesti iz Zadra i drugih listova tadašnje Austro–Ugarske Monarhije. Tako je u broju 70 od 31. kolovoza 1895. na trećoj stranici prenesena vijest da je bilo uspješno prvo puštanje električne rasvjete u Šibeniku.

La luce elettrica a Sebenico. —
Mercoledì — ci scrivono da Sebenico —
fu fatta la prima prova della luce elettrica,
che corrispose benissimo.

Zadarske novine *Il Dalmata*, 70/1895: iz Šibenika javljaju da je prvo testiranje električne rasvjete prošlo vrlo dobro

Prvu gradsku rasvjetu činilo je Edisonovih 216 žarulja s bambusovim vlaknom od 16 Hz (*Hefnerovih* svijeća). Te su žarulje samo zamijenile mjesta s petrolejskim feralima, tako da su osvijetljene skoro sve gradske ulice, osim željezničkog kolodvora s okolnim prostorom. Kako to zemljište, kao i kolodvor, nisu pripadali Gradu Šibeniku, a Gradska uprava nije se mogla dogovoriti s Upravom željeznica oko

namirenja troškova rasvjete, jedan od najvažnijih i najprometnijih dijelova grada ostao je osvijetljen petrolejskim fenjalima. Jače žarulje postavljene su na 11 mjesta u gradu: na glavnom gradskom okupljalištu — Poljani, na obali kod rive i glavnom gradskom trgu. Na stupovima dalekovoda, koji su povezivali hidroelektranu na Krki i Šibenik, bila je postavljena i telefonska linija koja je povezivala jednu od prvih elektrificiranih kuća u Šibeniku, vilu *Meichsner*, dom graditelja elektrane, s elektranom. Tako je vila *Meichsner* bila prvi dispečerski centar HE Krka, kojem se javljalo da strojevi rade fantastično, a povratno su dobili informaciju da rasvjeta Šibenika uspješno rasvjetljava gradske ulice.

Prema novinskim zapisima, puštanje u pogon opisanog cjelovitog elektroenergetskog sustava zakazano je za 28. kolovoza 1895. godine oko 20–te ure i 20–tak časaka.

28 Agosto 1895. — Si fa la prima prova dell'illuminazione della città a luce elettrica, e riesce felicemente. Ambedue le bande musicali percorrono, suonando, le vie che brulicano di popolo festante.

Šibenska kronika, *Il nuovo Chronista di Senbenico*, anno IV, 1896. bilježi da je 28. kolovoza 1895. uspješno provedeno prvo probno korištenje električne rasvjete u gradu — gradom sviraju dva orkestra, a na ulicama su oduševljeni stanovnici ovacijama dočekali električnu rasvjetu

O toj *novotariji* lokalne su novine pisale vrlo emotivno, zorno prikazujući oduševljenje naroda: čak su dva glazbena orkestra obilazila ulice, a na licima razdraganog mnoštva vidjela se radost i oduševljenje. Najslikovitiji opis događaja prenio je nepoznati autor teksta objavljenog 31. kolovoza 1895. u dnevniku *Smotra Dalmatinska* (*La Rasegna Dalmata*), pod naslovom *Dana memorabile per Sebenico il 28 agosto 1895*. Tekst u lirskom obliku prenosi atmosferu tog veličanstvenog događaja, tako da se čitatelj može vrlo lako identificirati s

najdubljim osjećajima građana Šibenika. Pisac teksta svojim najdubljim osjećajima zahvaljuje drevnom opjevanom slapu što im podari veličanstvenu svjetlost i daje sjajne izgleda za budućnost.

Ljepota umjetnički oblikovanog doživljaja paljenja ulične rasvjete Šibenika i snaga slika koje pisac teksta prenosi, zaslužuju citiranje u izvornom obliku. Citiramo prijevod teksta pod naslovom *Dana memorabile per Sebenico il 28 agosto 1895* iz Knjige Josipa Mosera *Šibensko munjivo*:

Navečer toga dana izvršen je prvi pokus električne rasvjete i rezultat je nadmašio svako očekivanje. Za malo više od pola sata radile su lučne svjetiljke. Vidjelo se kako se s obronaka kamenitog brežuljka koji nadvisuje Šibenik širi čudesno svijetlo, osvjetljavajući ostatke stare utvrde »Barone« i, šireći se, postupno preplavljuje ulice, trgove i luku. Stari petrolejski ferali izgledali su kao ugašeni; unutrašnjost dućana u Kalelargi tužna i mračna u poredbi; čak se činilo da se i mjesec negdje izgubio u poredbi s bijelom intenzivnom svjetlosti lučnih svjetiljaka. Trg ispred Katedrale, Kalelarga, luka i grad bili su pretrpani razdraganim mnoštvom svijeta. Dvije glazbe obilazile su ulice. Na svim licima moglo se čitati zadovoljstvo zbog uspjeha. Novi perivoj činio se kao dio izdvojen i začaran. Trg ispred Katedrale imponira svojom strogom veličajnošću, osvjetljen bijelom svjetlošću. Stari plemićki grbovi, gradski povijesni amblemi pocrnjeli od vjekova čine se oživiljeni na novi život, dok na posljednjim ostacima gradskih bedema kip svetog Mihovila, zaštitnika općine, čini se obasjan nebeskom svjetlošću. Blistave svjetiljke šalju zvijezdama nebeskim svjetlosni pozdrav, kojeg narod zanosno ispraća oduševljenim klicanjem!

Iz vile Meichsner rasvjetom se upravlja telefonom, koji je povezan s centralom na Krki.

On, drevni slap, kojeg je već Nikola Tommaseo usporedio s nebom, radi čistoće svojeg nebeskog plavetnila i zadivljujućih boja svojih veličanstvenih slapova, poklonio je Šibeniku i vodu i svjetlo, a to je bogatstvo i budućnost (nada, prosperitet) Šibenika. Ne podržava se više, doduše, božanski kult rijeka, ali uspomena na to ostaje radi blagodati koje one pružaju sada i koje će una prijed stalno pružati.

Iz buke vodopada kao da govori neki nepoznati glas: vodopad, pećina, idilična okolica pružaju nam sjajne izgleda za budućnost. Među hridinama koje se izdižu prema vrhu, među vrlo prijatnim prostorima obraslim najrazličitijim mogućim zelenilom poput pravog botaničkog vrta — iznad male zaravni prislonjene uz vodopad — uzdiže se centrala. Izgleda kao kakva moderna

tvornica i daje lijep izgled svojom elegantnom jednostavnošću.

S prozora upada u oči vodopad koji se ruši i raspršuje u stotine kapljica, protiče, nestaje i vraća se pogledu. Onako među zelenilom i škrapama čini se plavetan i srebrnast. Kanali poduprti jakim zidinama sprovode vodu, koja se onda prirodno strmoglavljuje u umjetne bezdane, odakle pokreće mehanizme strojeva. Jedan dio vodopada povoljno je iskorišten. Jedan, pak, odvojak Krke odveden je i vođen savršenom sigurnošću: raspodijeljena voda spušta se i diže prema potrebi, propušta se ili zatvara pomoću željeznih vrata.

Ogromni željezni rotori vrte se velikom brzinom a da se u toj ogromnoj zgradi ne osjeti ni jedan trzaj. Rekao bih da je to najjednostavnija stvar na svijetu: upravitelj stroja iz zida isturenog i izoliranog postolja određuje stupanj količine i kakvoće snage; telefonski razgovara sa Šibenikom, viče:

'Strojevi rade odlično', al i pita: 'Kako je s rasvjetom u gradu?'

Dobiva odgovor: 'Fantastično — nije zakasnila!'

Sve u svemu slika koja imponira, koja kao takva zaokupija misli, uzbuđuje srce, budi vjeru i nadu u budućnost Šibenika. Pod tim dojmom pisao sam ove retke, dojmom koji se ne može jednostavno opisati, a loš opis pokvario bi tako veličajnu sliku događaja.

Tako se naš pisac boji da bi loš opis upropastio sliku tako veličanstvena događaja. Očito, bio je u strojarnici hidroelektrane, jer ju je korektno opisao, onako kako je trebalo opisati puku. Usput, zahvaljujući njemu znamo da su upravitelj stroja, Ettore Zorzenoni, i Meichsner telefonski razgovarali o radu elektrane i rasvjetе. Zorzenoni, inače rodom Tršćanin, došao je na gradilište HE Krka kao monter električnog postrojenja zaposlen u bečkoj poslovnici budimpeštanskog *Ganza* i ostao u ovoj elektrani kao upravitelj stroja, potom kao tehnički upravitelj elektrane, a kasnije kao vodeći elektrotehnički stručnjak u Šibeniku. Njega će se pitati o mnogim stvarima, elektranom je upravljao prema sluhu. Godine 1906. organizirao je prvi elektrotehnički tečaj u Šibeniku, a time i u Hrvatskoj, za odgoj montera elektroinstalatera.

Vjekoslav Meichsner upravljao je radom centrale i rasvjetе u gradu iz svoje vile, preko telefona. Po svoj prilici, vrlo uzbuđen što je doživio ostvarenje svojih snova, vjerojatno nije ni čuo svirku dviju gradskih glazbi koje su podizale oduševljenje naroda, niti ga je bilo briga što jedna, domoljubna, hrvatska, maršira Kalelargom, pazeći da se ne susretne s talijanskom koja je mar-

širala Rivom. Njegova je jedina briga bila radi li i kako radi njegov sustav. A radio je tako dobro da je morao uskliknuti: »Fantastično — nije zakasnila!«

HE Krka — pokretač gospodarske i društvene preobrazbe šibenskog područja

Uvođenje električne energije donijelo je trenutačne promjene u svakodnevicu grada. Javna rasvjeta postala je pouzdanija i svjetlija od petrolejskih lampi. Sigurnije je bilo kretanje ulicama, trgovine su mogle raditi dulje, a kulturni život grada proširio se i na večernje sate. Šibenik je postao simbol tehnološkog napretka, ne samo u Dalmaciji, nego i u europskom prostoru. Šibenik je svoj geopolitički položaj temeljio na važnosti kao tranzitnog trgovačkog i prometnog središta, koji čini okosnicu povezanosti priobalja sa širim zaleđem, dijelom Hercegovine, Bosne i Like kao luka za prijevoz drva, rudnih bogatstava i poljoprivrednih proizvoda. Tek uvođenjem električne energije može se zapaziti ubrzano preoblikovanje pretežito obrtničko–ruralnog gospodarstva grada u industrijsko, komunalno i obrazovno središte, s brojnim novim djelatnostima (proizvodnja karbida, tekstila, celuloze, tjestenine i drugog). Tranzitna i trgovačka djelatnost, koje su do tada dominirale šibenskim gospodarstvom, polako su dobivale konkurenciju u prerađivačkoj industriji. Dobre željezničke veze s austrijskim pokrajinama osiguravale su dotok novih spoznaja i tehnoloških postignuća, a uvođenje cjelovitog energetskeg sustava ubrzalo je promjenu političkog i socijalnog društva grada. To je bio temelj za razvoj otvorenijeg i suvremenijeg društva i novog građanskog sloja, koji je bio nositelj političke zamisli hrvatskog preporoda u drugoj polovici XIX stoljeća.

U Velikoj glavi kod Skradina je u vrijeme izgradnje HE Krka postojao rudnik ugljena, a venecijanska tvrtka je 350 m nizvodno izgradila Tvornicu karbida s dvije električne peći, kojima je Hidroelektrana osiguravala električnu energiju. U ono vrijeme, jedno od najsuvremenijih industrijskih postrojenja koje je proizvodilo acetilenski plin, nakon samo godinu dana rada, stradalo je u požaru. U blizini prve Elektrane bile su mlinice za mljevenje buhača i proizvodnju insekticida u obliku praha, u vlasništvu šibenske obitelji Inchiostru Miagostovich. Ta obitelj imala je i Tvornicu tjestenine, a obje su uvele električnu energiju u svoje poslovanje, kao i većina velikih gospodarstvenika u Šibeniku.

A. Šupuk je u gradskoj luci izgradio električni mlin pa možemo reći da su prvi industrijski potrošači električne energije uvjetovali ciljani razvoj obale u industrijski dio grada, luku za prihvat brodova i



Svjetiljka tvrtke Ganz iz Budimpešte na Šibenskoj obali 1895.

stvorili uvjete za prosperitet Šibenika kao trgovačkog lučkog grada. Stoga se, nakon nekoliko mjeseci rada Elektrane, počelo razmatrati proširenje njena kapaciteta. Premda je generator snage 320 kVA bio dovoljan za prvotne potrebe, rast potrošnje je bio iznenađujuće brz. Do kraja 1896. planirana je izgradnja još jednog agregata, jednakih obilježja, čime bi se udvostručio kapacitet postrojenja. Ta je namjera kasnije i ostvarena — time je HE Krka postala ozbiljan elektroenergetski pogon, a ne samo eksperiment.

Administrativna zgrada Tvornice acetilena kasnije se koristila za urede tvrtke *Ante Supuk i sin*, a nakon Drugog svjetskog rata u zgradi se nalazio stambeni prostor za radnike HE Krka.

Razvoj grada Šibenika ubrzano je pratilo korištenje i širenje elektroenergetskog sustava, kao okosnice napretka kojeg je predvidio euforični pisac teksta pod naslovom *Dana memorabile per Sebenico il 28 agosto*, objavljenog 31. kolovoza 1895. u dnevniku *Smotra Dalmatinska (La Rasegna Dalmata)*.

Godine 1897. elektrificirano je gradsko kazalište, u kojem se kasnije javljaju začetci kinematografskih predstava. Nakon pet godina, 1900., na sustav iz HE Krka priključuje se Prva dalmatinska tvornica tijesta, pojedine gradske kavane, a 1905. i gradska Pošta.

V. Meichsner je 1897. raskinuo partnerstvo sa Šupukvima, a sva svoja prava iz svih koncesija prenio je A. Šupuku i njegovom sinu Marku pa Hidroelektrana, dalekovod i mreža prelaze u vlasništvo tvrtke *Šupuk i sin Prva povlaštena električna centrala u Dalmaciji — Krka*. Inovativan V. Meichsner nastavio je dalje sam razvijati nove projekte elektrifikacije i nuditi ih Zadru, Dubrovniku i drugim gradovima.

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta



HE Krka s okolnim mlinicama za mljevenje buhaća, žita te lučicom ispod elektrane



Fenjal na Poljani

Premda je HE Krka zauvijek ostala zapamćena kao sastavnica prvog proizvodno–distribucijskog sustava izmjenične struje u Hrvatskoj i jedan od prvih takvih u Europi, njen životni vijek bio je kraći nego što bi se to možda očekivalo za jedan takav tehnički pionirski pothvat. Nakon malo manje od dva desetljeća rada, Elektrana je prestala s proizvodnjom 1913. godine. Razlozi za njeno gašenje bili su i tehničke i pravne naravi, a povijesne okolnosti toga vremena uvelike su odredile konačnu odluku.

Tehnički gledano, postrojenje Hidroelektrane bilo je skromnog kapaciteta. S generatorom snage 320 kVA, odnosno ukupno 640 kVA nakon dogradnje drugog agregata 1899. godine, postrojenje je u početku bilo dovoljno da zadovolji potrebe Šibenika. No, već početkom XX. stoljeća, s brzim razvojem potrošnje, gradskim razvojem i širenjem mreže, bilo je jasno da je potreban snažniji izvor. Pritom valja uzeti u obzir da je elektrana radila na tada još uvijek dvofazni sustav, što je već u to vrijeme bio tehnološki smjer koji se napuštao. Osim toga, pristup lokaciji i održavanje opreme bili su sve zahtjevniji, jer je prvotna strojarnica bila smještena u neposrednoj blizini slapova, u uvjetima visoke vlažnosti i rizika od poplava.

Već sama izgradnja Hidroelektrane Jaruga, samo godinu dana nakon što je *Krka* dosegla vrhunac opterećenja, bila je svojevrsna najava smjene. Nova Elektrana bila je snažnija, suvremenija, tehnološki naprednija i bilo je puno lakše održavanje postrojenja. Imala je veći iskorišteni pad, bolju turbinsku regulaciju i jače generatore, a prijenosna infrastruktura bila je kompatibilna s tada već uvriježenim trofaznim standardom. Neko vrijeme su obje elektrane radile paralelno, a manji opseg proizvodnje iz HE Krka služio je kao dopuna, osobito u trenucima kada bi dotok vode bio manji pa bi HE Jaruga radila s reduciranom snagom.

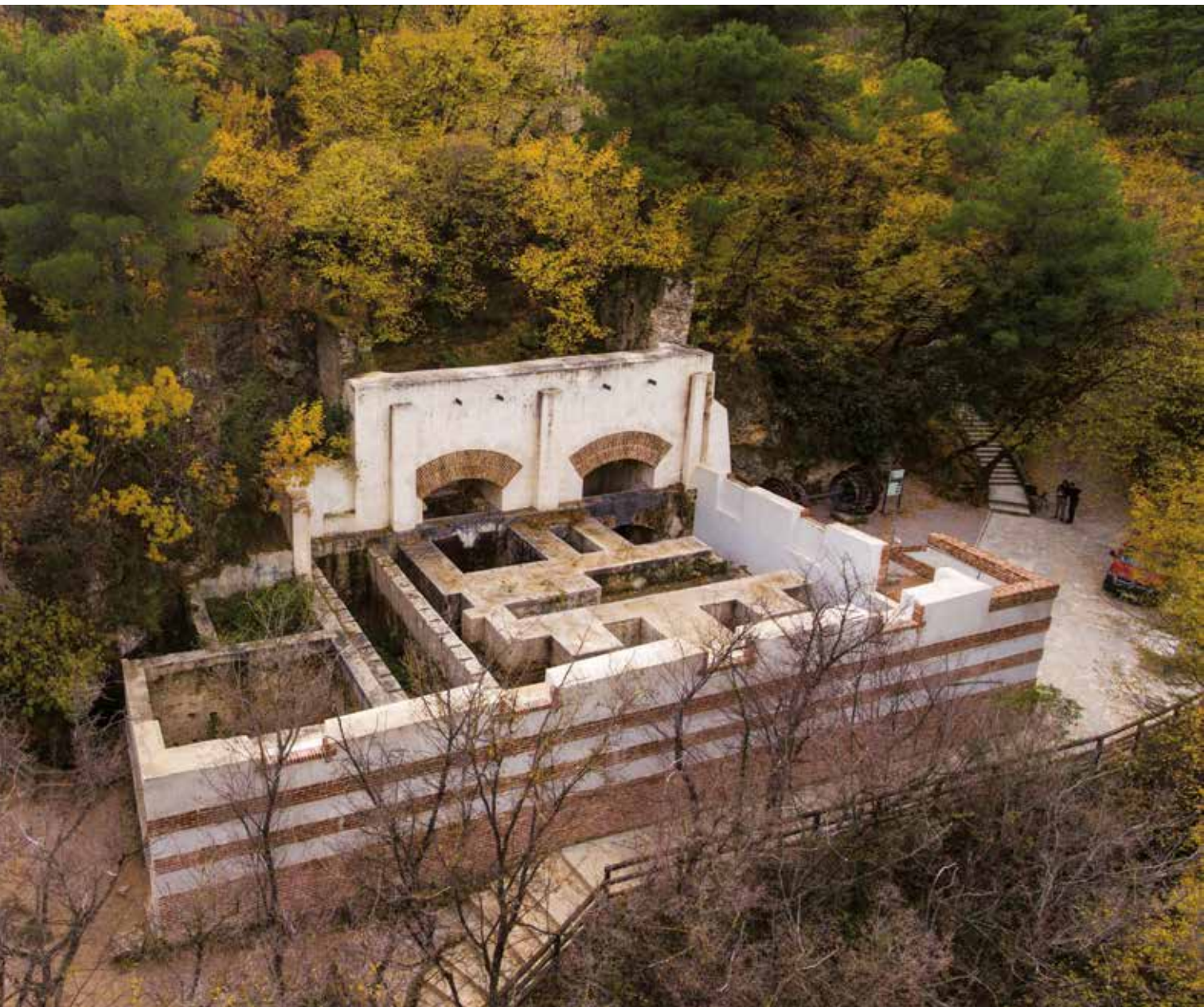
No, održavanje dvaju zasebnih sustava bilo je skupo i operativno neučinkovito. Tehničari i osoblje morali su se raspoređivati na dvije lokacije, rezervni dijelovi nisu bili međusobno zamjenjivi, a i sustavi upravljanja i zaštite bili su različiti. Kako se bližilo drugo desetljeće XX. stoljeća, sve više se govorilo o potrebi da se starije postrojenje izvan funkcije jednostavno isključi iz pogona i demontira. Osim toga, dotrajalost opreme — osobito generatora, koji su već tada bili na kraju svog životnog vijeka — značila je da bi obnova zahtijevala skoro potpunu rekonstrukciju.

Ključni trenutak dogodio se 1913. godine, kada su vlasti donijele odluku o službenom gašenju HE Krka. Postrojenje je isključeno iz mreže, a oprema — uključujući turbine, generatore, sklopke i tran-



Ostatci HE Krka





Građevinska struktura jedini je svjedok povijesno važne HE Krka

sformatore — postupno je demontirana. Preostali metalni dijelovi i bakar s generatora iskorišteni su za druge (ratne) potrebe, dok su zidovi i građevinska struktura prepušteni propadanju. Naime, Prvi svjetski rat koji je uslijedio, samo je ubrzao taj proces. Budući da je Austro–Ugarska vojska trebala materijale za ratnu industriju, većina opreme koja je bila metalna i vrijedna rastavljena je i poslana na preradu. U dokumentima iz tog vremena navodi se da su generatori *rastavljeni zbog bakra i željeza*, što ukazuje na pragmatičan i ne osobito sentimentalni pristup.

Zatvaranjem HE Krka otvoreno je i pitanje njenih vodnih prava. Budući da je prvotna koncesija bila dodijeljena konkretno za to postrojenje, trebalo je službeno prenijeti pravo korištenja vodne snage na HE Jaruga. Taj je prijenos proveden u upravno–pravnom postupku, u kojem su gradske vlasti zatražile da se koncesija proširi i službeno prenese na novu elektranu, uz obrazloženje da se koristi ista lokacija, da ne dolazi do dodatnog opterećenja na okoliš i da nova elektrana ima veću učinkovitost i manji utjecaj na režim rijeke. Austro–ugarske vlasti su zahtjev prihvatile, a pravo je službeno preneseno krajem te 1913. godine.

Gašenje hidroelektrane time nije bilo samo tehnički kraj jedne faze, nego i simbolički kraj početaka elektrifikacije u Hrvatskoj. No, to nije bilo tužno ili ponižavajuće — naprotiv, percepcija je bila da je zadaća



Maketa HE Krka



Dio stalnog postava izložbe o Hidroelektrani Krka kao industrijske nacionalne baštine

ispunjena, da je prva faza uspješno obavljena i da sada dolazi vrijeme većih sustava, jačih izvora i šire mreže. Oprema iz HE Krka, koliko god bila skromna, ušla je u povijest kao izvor iz kojeg je započela suvremena elektroenergetska *priča* jednog grada, ali i jednog naroda, dakako Hrvata, ali i šireg područja.

Priroda i vrijeme učinili su svoje, a i mnogi lokalni stanovnici godinama nisu ni znali da je nekoć ondje *živio* takav tehnički objekt. Ipak, zahvaljujući dokumentima, fotografijama i sjećanjima, trag HE Krka je očuvan, ne kao spektakularan objekt, nego kao mjesto na kojem je *rođena* zamisao sustavne, mrežno povezane i pouzdane proizvodnje električne energije u ovom dijelu Europe. Tako su materijalni ostatci stare Elektrane danas ipak očuvani i izloženi kao dio nacionalne industrijske baštine. Štoviše, Nacionalni park Krka ima i stalni izložbeni postav na Skradinskom buku s temom povijesne Hidroelektrane — HE Krka, koja je osvijetlila budućnost.

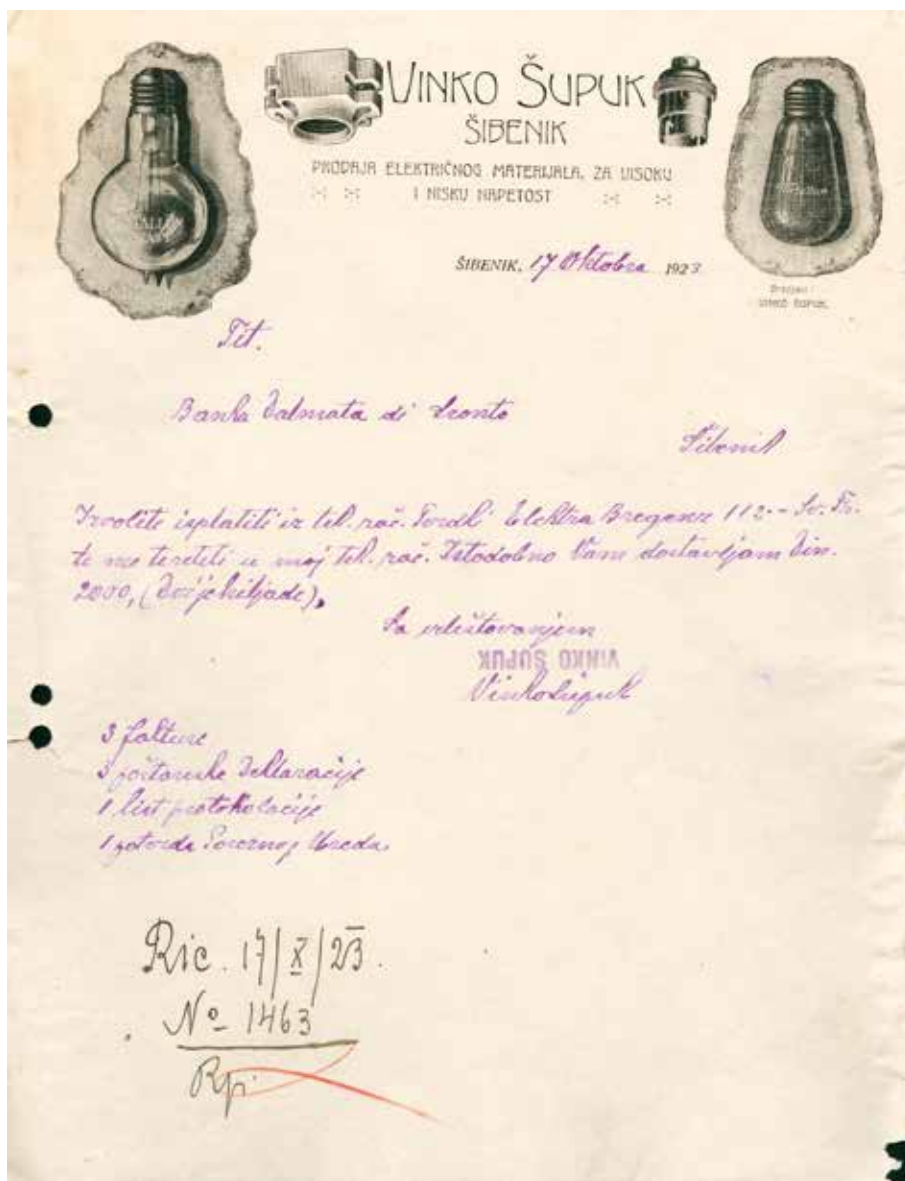


*Scritti e fabbricati di Jaruga Com.
Supplite a Jaruga locate come al contratto 12 Luglio 1901*

Partita	Corpo	Qualifica	Numero	Descrizione
224	1°	1°	12	Cap. e fabbricati...
225	2°	2°	12	Canale...
226	3°	3°	12	Canale...
227	4°	4°	12	Canale...
228	5°	5°	12	Canale...
229	6°	6°	12	Canale...
230	7°	7°	12	Canale...
231	8°	8°	12	Canale...
232	9°	9°	12	Canale...
233	10°	10°	12	Canale...
234	11°	11°	12	Canale...
235	12°	12°	12	Canale...
236	13°	13°	12	Canale...
237	14°	14°	12	Canale...
238	15°	15°	12	Canale...
239	16°	16°	12	Canale...
240	17°	17°	12	Canale...
241	18°	18°	12	Canale...
242	19°	19°	12	Canale...
243	20°	20°	12	Canale...
244	21°	21°	12	Canale...
245	22°	22°	12	Canale...
246	23°	23°	12	Canale...
247	24°	24°	12	Canale...
248	25°	25°	12	Canale...
249	26°	26°	12	Canale...
250	27°	27°	12	Canale...
251	28°	28°	12	Canale...
252	29°	29°	12	Canale...
253	30°	30°	12	Canale...
254	31°	31°	12	Canale...
255	32°	32°	12	Canale...
256	33°	33°	12	Canale...
257	34°	34°	12	Canale...
258	35°	35°	12	Canale...
259	36°	36°	12	Canale...
260	37°	37°	12	Canale...
261	38°	38°	12	Canale...
262	39°	39°	12	Canale...
263	40°	40°	12	Canale...
264	41°	41°	12	Canale...
265	42°	42°	12	Canale...
266	43°	43°	12	Canale...
267	44°	44°	12	Canale...
268	45°	45°	12	Canale...
269	46°	46°	12	Canale...
270	47°	47°	12	Canale...
271	48°	48°	12	Canale...
272	49°	49°	12	Canale...
273	50°	50°	12	Canale...
274	51°	51°	12	Canale...
275	52°	52°	12	Canale...
276	53°	53°	12	Canale...
277	54°	54°	12	Canale...
278	55°	55°	12	Canale...
279	56°	56°	12	Canale...
280	57°	57°	12	Canale...
281	58°	58°	12	Canale...
282	59°	59°	12	Canale...
283	60°	60°	12	Canale...
284	61°	61°	12	Canale...
285	62°	62°	12	Canale...
286	63°	63°	12	Canale...
287	64°	64°	12	Canale...
288	65°	65°	12	Canale...
289	66°	66°	12	Canale...
290	67°	67°	12	Canale...
291	68°	68°	12	Canale...
292	69°	69°	12	Canale...
293	70°	70°	12	Canale...
294	71°	71°	12	Canale...
295	72°	72°	12	Canale...
296	73°	73°	12	Canale...
297	74°	74°	12	Canale...
298	75°	75°	12	Canale...
299	76°	76°	12	Canale...
300	77°	77°	12	Canale...
301	78°	78°	12	Canale...
302	79°	79°	12	Canale...
303	80°	80°	12	Canale...
304	81°	81°	12	Canale...
305	82°	82°	12	Canale...
306	83°	83°	12	Canale...
307	84°	84°	12	Canale...
308	85°	85°	12	Canale...
309	86°	86°	12	Canale...
310	87°	87°	12	Canale...
311	88°	88°	12	Canale...
312	89°	89°	12	Canale...
313	90°	90°	12	Canale...
314	91°	91°	12	Canale...
315	92°	92°	12	Canale...
316	93°	93°	12	Canale...
317	94°	94°	12	Canale...
318	95°	95°	12	Canale...
319	96°	96°	12	Canale...
320	97°	97°	12	Canale...
321	98°	98°	12	Canale...
322	99°	99°	12	Canale...
323	100°	100°	12	Canale...

Partita	Elementi delimitati	Partita	Corpo	Qualifica	Numero	Descrizione
231	1°	1°	1°	1°	12	Canale...
232	2°	2°	2°	2°	12	Canale...
233	3°	3°	3°	3°	12	Canale...
234	4°	4°	4°	4°	12	Canale...
235	5°	5°	5°	5°	12	Canale...
236	6°	6°	6°	6°	12	Canale...
237	7°	7°	7°	7°	12	Canale...
238	8°	8°	8°	8°	12	Canale...
239	9°	9°	9°	9°	12	Canale...
240	10°	10°	10°	10°	12	Canale...
241	11°	11°	11°	11°	12	Canale...
242	12°	12°	12°	12°	12	Canale...
243	13°	13°	13°	13°	12	Canale...
244	14°	14°	14°	14°	12	Canale...
245	15°	15°	15°	15°	12	Canale...
246	16°	16°	16°	16°	12	Canale...
247	17°	17°	17°	17°	12	Canale...
248	18°	18°	18°	18°	12	Canale...
249	19°	19°	19°	19°	12	Canale...
250	20°	20°	20°	20°	12	Canale...
251	21°	21°	21°	21°	12	Canale...
252	22°	22°	22°	22°	12	Canale...
253	23°	23°	23°	23°	12	Canale...
254	24°	24°	24°	24°	12	Canale...
255	25°	25°	25°	25°	12	Canale...
256	26°	26°	26°	26°	12	Canale...
257	27°	27°	27°	27°	12	Canale...
258	28°	28°	28°	28°	12	Canale...
259	29°	29°	29°	29°	12	Canale...
260	30°	30°	30°	30°	12	Canale...
261	31°	31°	31°	31°	12	Canale...
262	32°	32°	32°	32°	12	Canale...
263	33°	33°	33°	33°	12	Canale...
264	34°	34°	34°	34°	12	Canale...
265	35°	35°	35°	35°	12	Canale...
266	36°	36°	36°	36°	12	Canale...
267	37°	37°	37°	37°	12	Canale...
268	38°	38°	38°	38°	12	Canale...
269	39°	39°	39°	39°	12	Canale...
270	40°	40°	40°	40°	12	Canale...
271	41°	41°	41°	41°	12	Canale...
272	42°	42°	42°	42°	12	Canale...
273	43°	43°	43°	43°	12	Canale...
274	44°	44°	44°	44°	12	Canale...
275	45°	45°	45°	45°	12	Canale...
276	46°	46°	46°	46°	12	Canale...
277	47°	47°	47°	47°	12	Canale...
278	48°	48°	48°	48°	12	Canale...
279	49°	49°	49°	49°	12	Canale...
280	50°	50°	50°	50°	12	Canale...
281	51°	51°	51°	51°	12	Canale...
282	52°	52°	52°	52°	12	Canale...
283	53°	53°	53°	53°	12	Canale...
284	54°	54°	54°	54°	12	Canale...
285	55°	55°	55°	55°	12	Canale...
286	56°	56°	56°	56°	12	Canale...
287	57°	57°	57°	57°	12	Canale...
288	58°	58°	58°	58°	12	Canale...
289	59°	59°	59°	59°	12	Canale...
290	60°	60°	60°	60°	12	Canale...
291	61°	61°	61°	61°	12	Canale...
292	62°	62°	62°	62°	12	Canale...
293	63°	63°	63°	63°	12	Canale...
294	64°	64°	64°	64°	12	Canale...
295	65°	65°	65°	65°	12	Canale...
296	66°	66°	66°	66°	12	Canale...
297	67°	67°	67°	67°	12	Canale...
298	68°	68°	68°	68°	12	Canale...
299	69°	69°	69°	69°	12	Canale...
300	70°	70°	70°	70°	12	Canale...

Popis potrošača HE Jaruga (Izvor Državni arhiv u Šibeniku). Dokument *Elenco delle realtà Supplite a Jaruga locate come al contratto 12 Luglio 1901* predstavlja službeni popis potrošača električne energije koji su bili priključeni na mrežu Hidroelektrane Jaruga prema Ugovoru od 12. srpnja 1901. godine. Sastavljen na talijanskom jeziku, dokument sadrži tablicu s imenima korisnika, lokacijom, brojem žarulja ili snagom za pogon strojeva, iznosom godišnje naknade te napomenama. Ovaj dokument ima iznimnu povijesnu i znanstvenu vrijednost jer svjedoči o: 1. počecima organizirane elektrifikacije — pokazuje kako je HE Jaruga razvila mrežu potrošača i ugovorni sustav distribucije već na prijelazu stoljeća; 2. socio-ekonomskim odnosima — otkriva tko su bili prvi korisnici električne energije (privatne kuće, obrti, javne ustanove) i kakvi su bili troškovi; 3. tehničkoj praksi — razdvaja potrošnju na rasvjetu i pogonsku snagu, što omogućuje uvid u strukturu korištenja električne energije; 4. kulturno-povijesnom kontekstu — pisan je na talijanskom jeziku, što odražava administrativni okvir Dalmacije u Austro-Ugarskoj i povezanost lokalnog s europskim trendovima. U cjelini, riječ je o ključnom arhivskom izvoru za proučavanje rane elektroprivrede u Hrvatskoj i Europi, jer dokumentira ne samo tehničke i gospodarske aspekte, već i društvenu percepciju električne energije u Šibeniku i okolici početkom XX. stoljeća.



Službeni dopis/račun iz poslovnog ureda Vinka Šupuka u Šibeniku (Državni arhiv u Šibeniku)

Dokument je izrađen na memorandumu s dekorativnim ilustracijama električnih žarulja i utičnica. Memorandum jasno naglašava djelatnost: »Prodaja električnog materijala za visoku i nisku napetost«. Pismo je adresirano na Banku Dalmatinsku d.d., Konto Šibenik, a odnosi se na financijsku transakciju u iznosu od 110 dinara. Na dnu je vlastoručni potpis i pečat »Vinko Šupuk, trgovina električnim materijalom, Šibenik«. Dokument svjedoči o razvoju tržišta električne opreme u Šibeniku neposredno nakon Prvog svjetskog rata. Nakon pionirskog pothvata gradnje Hidroelektrane Krka — Jaruga (1895.), koju su pokrenuli Antun i Vjekoslav Meichsner s gradonačelnikom Antunom Šupukom, stvorena je infrastruktura za elektrifikaciju grada i okolice. Ovaj dopis pokazuje da je Šibenik u to vrijeme imao razgranatu opskrbu električnim materijalom i da je postojao institucionalizirani odnos između trgovaca, banaka i potrošača. Istodobno, dokument nosi i vizualnu propagandnu vrijednost — u ilustracijama i zaglavlju vidi se pokušaj stvaranja prepoznatljivog brenda u ranoj elektrotrovinu. Dokument potvrđuje da je Šibenik 28 godina nakon pokretanja HE Krka — Jaruga (1895.) imao stabilno tržište elektroopreme. Svjedoči o kontinuitetu obitelji Šupuk u sektoru elektrifikacije — od Antuna Šupuka, gradonačelnika i inicijatora gradnje hidroelektrane, preko Vinka Šupuka, trgovca elektroopremom. Ukazuje na povezanost lokalnog gospodarstva i bankarskog sektora u procesu elektrifikacije i osuvremenjivanja. Predstavlja vrijedan arhivski artefakt industrijske baštine, koji pokazuje svakodnevnu praksu poslovanja u međuratnom razdoblju. Dokument o prodaji elektro robe Vinka Šupuka iz 1923. godine predstavlja mali, ali značajan dokaz transformacije Šibenika u elektrificirani grad i nastavka šibenske elektro—tradicije kroz obitelj Šupuk. U kontekstu Monografije, može se interpretirati kao poveznica između pionirskog razdoblja Hidroelektrane Krka — Jaruga i razvoja elektrotržišta u XX. stoljeću.

Prva Povlašćena Električna Centrala u Dalmaciji
„KRKA“

Obstna Twornica mlivenja sitija električnom silom
Šibenik, dan 4. Oktobra 1923.

Tanka Računata od strane Duguje

Br. *63* **ANT. ŠUPUK I SIN** *Šibenik*

za namještanje, popravljanje

Plativo i takivo u Šibeniku.

	Dinara	para	Dinara	para
<i>mt. 21. Kasa za 22 vpi m</i>	2	-	63	-
<i>kom. 1. Elektrovala</i>	250	-	350	-
<i>1. 1. Subicija</i>	250	-	45	-
<i>1. 25. Kasa za 22 vpi m</i>	-	50	32	50
<i>1. 1. Kasa za 22 vpi m</i>	15	-	14	-
<i>1. 1. Kasa za 22 vpi m</i>			34	-
<i>1. 1. Kasa za 22 vpi m</i>			140	-
			5. 1. 1.	

Ric. 6/8/23
No 1301
Ry.

PLATIVO ZA GOTOVO BEZ SKONTA.

Bi-rojari „ELEKTRICA“ - ŠIBENIK.

Arhivski dokument — Račun za namještanje i popravljanje prve povlašćene električne centrale u Dalmaciji »KRKA«, Šibenik. (Izvor Državni arhiv u Šibeniku). Riječ je o izvornom arhivskom računu izdanom 4. listopada 1923. godine od strane poduzeća Ante Šupuk i sin u Šibeniku, upućenog Prvoj Povlašćenoj Električnoj Centrali u Dalmaciji »Krka«. Dokument je pisan na tipskom obrascu s otisnutim zaglavljem centrale, ovjeren taksenom markom od 20 dinara te potpisan i evidentiran s rednim brojem (No. 1301). U sadržaju se navode usluge »namještanja i popravljanja« s pojedinačnim stavkama i pripadajućim iznosima u dinarima i parama. Ovaj dokument svjedoči o svakodnevnom poslovanju i održavanju elektroenergetskog sustava u Šibeniku početkom XX. stoljeća. Izdavatelj računa, obitelj Šupuk, ključna je za povijest elektrifikacije Šibenika, jer je Ante Šupuk bio gradonačelnik koji je potaknuo izgradnju prve javne hidroelektrane na Krki (1895.). Račun iz 1923. godine pokazuje kontinuitet poslovne i tehničke povezanosti između šibenskih poduzetnika i električne centrale »Krka«, ali i ilustrira način vođenja poslovne dokumentacije, korištenje fiskalnih marki te monetarni sustav tadašnje Kraljevine SHS. Dokument je vrijedan primjer materijalne kulturne i tehničke baštine, jer se kroz njega može pratiti organizacija rada, tehnički izazovi i ekonomski aspekti održavanja hidroenergetskih postrojenja u ranim fazama elektrifikacije Dalmacije.

Izgradnja Hidroelektrane Jaruga — nastavak uspješne poduzetničke priče

Prepoznavši prigodu korištenja neiskorištene hidrauličke snage rijeke Krke, započela je izgradnja nove hidroelektrane, HE Jaruga, nedaleko od HE Krka. Isporuku opreme i montažu ponovno je obavila tvrtka *Ganz*. Puštena je u rad 3. prosinca 1903. godine, a proizvodi i danas, kao jedno od najstarijih aktivnih proizvođača električne energije u svijetu.

Tvrtka *Ante Šupuk i sin*, 1901. godine potpisala je partnerstvo s dvije venecijanske tvrtke, čime je nastala tvrtka za korištenje hidrauličke snage u Dalmaciji: *SUFID (Società anonima per l'Utilizzazione delle Forze Idaliche della Dalmazia — Dioničko društvo za iskorištavanje hidroenergetskog potencijala Dalmacije)*, sa sjedištem u Trstu, koja je pokrenula izgradnju nove hidroelektrane. Takvim partnerstvom, tvrtka *Ante Šupuk i sin* prepustila je novoo osnovanoj tvrtki *SUFID* dio neiskorištenog hidropotencijala Skradinskog buka, odnosno 22,61 m³/s na rok od 29 godina. Ostatak vode od 3,2 m³/s zadržala je u svom vlasništvu, kako bi održavala proizvodnju električne energije u HE Krka, ali je zadržala i pravo opskrbe Šibenika električnom energijom.

Tvrtka *SUFID* je 1903. godine izgradila Tvornicu kalcijeva karbida u Crnici u Šibeniku, koja je imala osam monofaznih električnih peći od po 750 kVA, ukupno 6 000 kVA. Za rad, za tadašnje pojmove takvih snažnih peći koje su proizvodile 18 000 tona kalcijeva karbida godišnje, bila je potrebna dodatna električna energija koju je osiguravala nova hidroelektrana na Krki, HE Jaruga.

U HE Jaruga tunel i otvoreni kanal dovodili su vodu do vodne komore, od koje su dvije tlačne cijevi promjera 2,60 m i duljine 26,35 m, svaka za protok od 15 m³/s, usmjeravale vodu na turbine. Turbine su montirane u dvije istovjetne proizvodne jedinice: svaka se sastojala od jedne dvojne Francisove turbine, spojene na istom vratilu s dvofaznim generatorima od 3 500 KS snage 2 625 kVA, 42 Hz, 15 000 V.

Iz elektrane je vodio dvostruki dalekovod naponske razine 30 kV do Crnice, odnosno do Tvornice kalcijeva karbida. To je bio prvi takav dalekovod u Hrvatskoj. Energija se prenosila u Šibenik dvostrukim dvofaznim dalekovodom, duljine 11 kilometara. Podatak o duljini tog dalekovoda se više puta spominje u ovoj Monografiji i to s namjerom da bi se razumio značaj tog dalekovoda u tadašnjem tehničko-tehno loškom, kao i društveno–političkom okruženju.

Sredinom 1914. godine, Austro–ugarska vojska preuzela je nadzor nad tvrtkom *Ante Šupuk i sin*, a društvo *SUFID* stavljeno je pod državni nadzor. Umjesto talijanskog naziva, 1916. društvo *SUFID* do-

biva njemačko ime pod kojim radi do kraja rata, *Aktiengesellschaft für Nutzbarmachung der Wasserkrafte Dalmatiens — Werk Sebenico*. Usprkos ratnim okolnostima, tijekom 1916. obavljena je velika rekonstrukcija postrojenja, kojom je HE Jaruga II povećala snagu turbine, a postrojenje je s dvofaznog prešlo na trofazni sustav. Obavljeno je prespajanje generatora s dvofaznih na trofazne, a demontiran je i jedan bakreni vodič s dvostrukog jednofaznog dalekovoda do Šibenika. Skradin, koji je već 1920. dobio napon iz HE Jaruga, nakon spomenute rekonstrukcije napajao se preko transformatora 120 kVA, jednofazne transformacije 15 000/3 000 V u elektrani.

Nakon rata, Šibenik su okupirali Talijani, koji su vratili tvrtkama njihova predratna prava i nazive tvrtki *Ante Šupuk i sin* te društva SUFID. Odlaskom Talijana 1921., u novostvorenoj Kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca, prava tvrtke *Ante Šupuk i sin* i društva SUFID

Razdoblje	Akronim	Naziv / Uprava	Vlasnici / Utemeljitelji	Napomene	Izvori
1895.–1898.	Šupuk & Meichsner	Grad Šibenik / Ante Šupuk & Vjekoslav Meichsner	Grad Šibenik (Šupuk), inž. Meichsner	Prvotni inicijatori i investitori, izgradnja HE Krka	Požar (1995); Krnić (2010)
1898.–1913.	SAIES	Società Anonima per l'Industria Elettrica della Sebenico	Privatno dioničko društvo (Šibenčani, Meichsner, Trst)	Osniva se za komercijalizaciju HE Krka, Meichsner direktor tehničkog sektora	Požar (1995); HEP Proizvodnja (2005)
1913.–1941.	SUFID / SAIES	Società per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche della Dalmazia / SAIES	SUFID (Zadar; kapital i Trst), SAIES operater	SUFID kupuje SAIES; upravlja HE Jaruga i HE Krka	Ekonomski pregled (1934); Krnić (2010); Dujmović (2018)
1941.–1943.	ENEL	Ente Nazionale per l'Energia Elettrica	Talijanska država	Talijanska okupacija Dalmacije, ENEL preuzima koncesije SUFID–a	HEP (2005); Krnić (2010)
1943–1945	–	Njemačka vojna uprava (Wehrmacht–Kommando)	Njemačka vojna uprava	Upravljanje pod ratnom njemačkom komandom, domaći tehničari vode pogon	Krnić (2010); Arhiv HEP–a
1945–1951	ED	Elektroprivreda Dalmacije (FNRJ)	Država FNRJ	Nacionalizacija elektroprivrede i koncesija	HEP (2005); EIHP (2002)
1951–1990	EPH / EUJ	Elektroprivreda Hrvatske / Elektroprivreda Jugoslavije	Država SFRJ	Integracija HE Jaruga u saveznu elektroprivredu	EIHP (2002); HEP (2005)
1990–1994	HEP	Hrvatska elektroprivreda	Država Republika Hrvatska	Osnivanje HEP–a kao javnog poduzeća RH	HEP (2005); EIHP (2002)
1994–1995	HEP–ŠE	Elektrodalmacija Split — pogon Šibenik	HEP RH	Lokalno upravljanje HE Jarugom u prijelaznoj organizaciji	HEP (2005); usmena informacija — inž. B. Klarić
1995–2025	HEP d.d. / HEP Proizvodnja	Hrvatska elektroprivreda d.d. — HEP Proizvodnja d.o.o.	Država RH	HE Jaruga dio Sektora hidroelektrana Jug	HEP (2005); HEP Proizvodnja (2020)

ostala su nepromijenjena. Usprkos ratnim događajima i talijanskoj okupaciji, ostvaruje se ozbiljnije širenje gradske električne mreže, poput zamjene zračnih vodova kabluskima, ukidanja paušalne naknade i uvođenja tarifa za naplatu potrošnje, 1923. godine. S obzirom na činjenicu da je istjecao rok Ugovora o najmu sklopljenog u Trstu, SUFID je 1929. godine vratio HE Jaruga u vlasništvo tvrtke *Ante Šupuk i sin*, koja je rekonstruirala postrojenje i osposobila ga da preuzme opskrbu grada. Time su si vratili cjelovitu elektroprivrednu djelatnost.

Razlozi za rekonstrukciju — tehnička dotrajalost i sigurnost

Hidroelektrana Jaruga, premda puštena u pogon davne 1903. godine, izdržala je više od stotinu godina rada, uz relativno skromna ulaganja u održavanje i osuvremenjivanje u prvim desetljećima radnog vijeka. No, kao i svaki tehnološki sustav u kontinuiranom pogonu izložen okolišnim utjecajima i prirodnom starenju materijala, i ona je u određenom trenutku zahtijevala ozbiljnije rekonstrukcijske zahvate i one investicijskog održavanja. Uz spomenute, očiti su bili i brojni drugi razlozi: od zastarjelosti tehničkih rješenja, do sve većih zahtjeva u pogledu sigurnosti, učinkovitosti i zaštite okoliša, a posebice u uvjetima Nacionalnog parka Krka. Jednako tako, 90-tih godina prošlog stoljeća pojavili se i novi regulatorni zahtjevi.

Sve u svemu, HE Jaruga je *proživjela* brojne tehnološke zahvate tijekom njena neprekidnog radnog vijeka. Ti zahvati su bili različitog obuhvata, kvalitete i tehnološkog obilježja i intenziteta — od zamjene primarne opreme do temeljitih građevinskih zahvata. Ali, svima im je zajednička činjenica da su omogućili produljenje životnog vijeka postrojenja, povećanje sigurnosti i prilagodbu novim tehničkim i regulatornim uvjetima. Promatrano u cjelini, svi zahvati svjedoče iznimnu inženjersku prilagodljivost i brigu za očuvanje funkcionalnosti objekta, bez narušavanja njegove izvorne koncepcije.

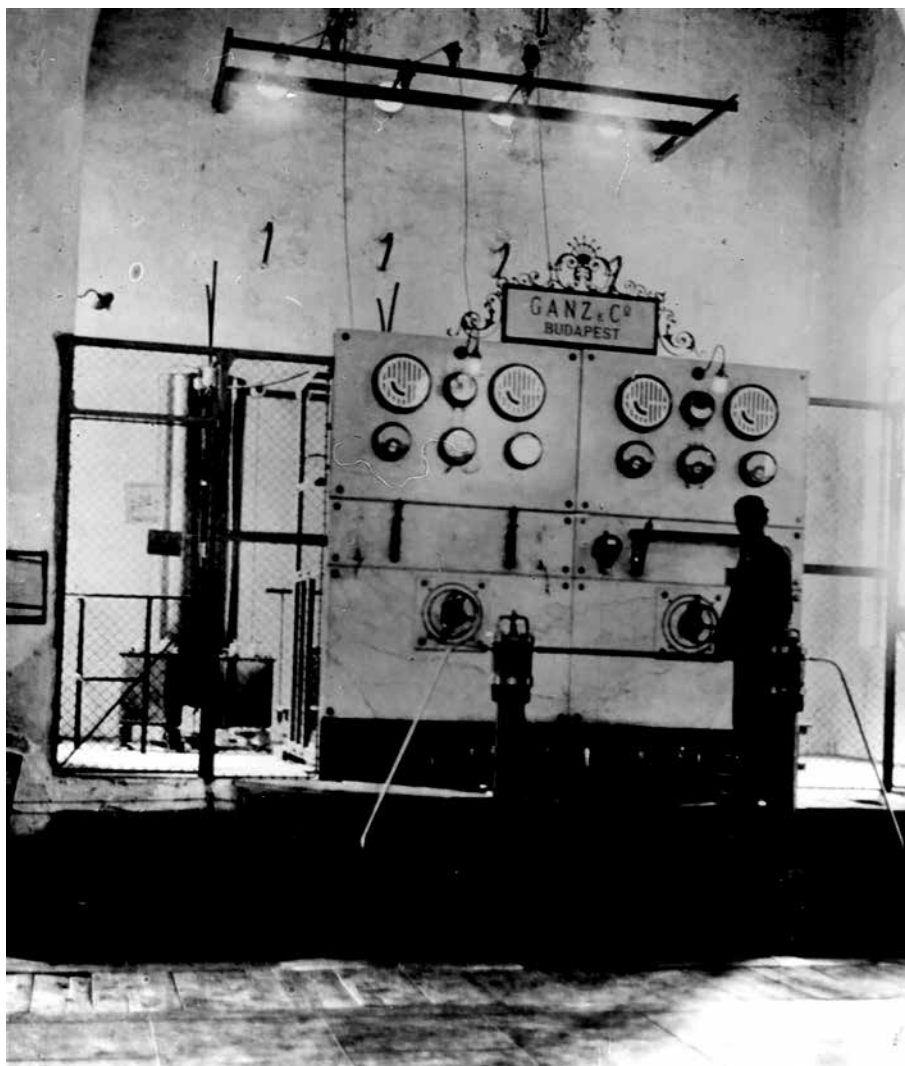
Rekonstrukcija 1916. godine — završetak pionirskog dvofaznog razdoblja

Godine 1916., usred ratnih uvjeta, tadašnji operator HE Jaruga (Austrijska uprava elektroprivrede Dalmacije) odlučio je provesti rekonstrukciju i prilagodbu zbog raspoloživosti postrojenja elektrane, povećanja pouzdanosti opskrbe vojne industrije i vojnih postrojenja u Šibeniku i zaleđu.

Taj projekt bio je odraz odlučnosti da se očuva energetska *puls* grada Šibenika. Naime, postrojenje je od 1903. godine radilo u dvofaznom sustavu, jedinstvenom u svijetu, ali tehnički ograničenom. Već nakon desetljeća rada bilo je jasno da takav sustav ne može dugoročno pratiti eksponencijalni rast industrijske i potrošnje kućanstava.

Godine 1916., *Jaruga* prelazi na trofazni sustav. Generator je prespojen, a turbinska snaga povećana. Time je HE Jaruga II zakoračila u novu eru. Zenić [1995] piše: *Prva velika rekonstrukcija HE Jaruga obavljena je 1916. godine, kada su generatori prespojeni na trofazni sustav i povećana je snaga turbine.* Jednako tako, Moser [1998] naglašava simboličku dimenziju: *Šibenik je time napustio pionirski dvofazni sustav i uskladio se s europskim standardom, čime je zadržao ugled grada predvodnika elektrifikacije.*





Upravljačka ploča HE Krka (Državni arhiv grada Šibenika)

Prelazak na trofazni sustav integrirao je HE Jaruga u globalno dominantni model elektroenergetskih mreža, otvorivši vrata kasnijoj integraciji u šire sustave [Holjevac & Kuzle, 2019]. Marković (2002) dodaje da je *1916. godina bila prekretnica u elektrifikaciji Hrvatske, jer je označila kraj eksperimentalnih rješenja i usvajanje modernog standarda.*

Posebnost spomenute rekonstrukcije je bila u tomu da je to bio jedan od rijetkih elektroenergetskih zahvata izvedenih tijekom Prvog svjetskog rata u tadašnjoj Austro– Ugarskoj Monarhiji. Tada su dijelovi opreme i materijala dopremani izravno iz Austrije i Češke, usprkos ratnim ograničenjima u prijevozu.

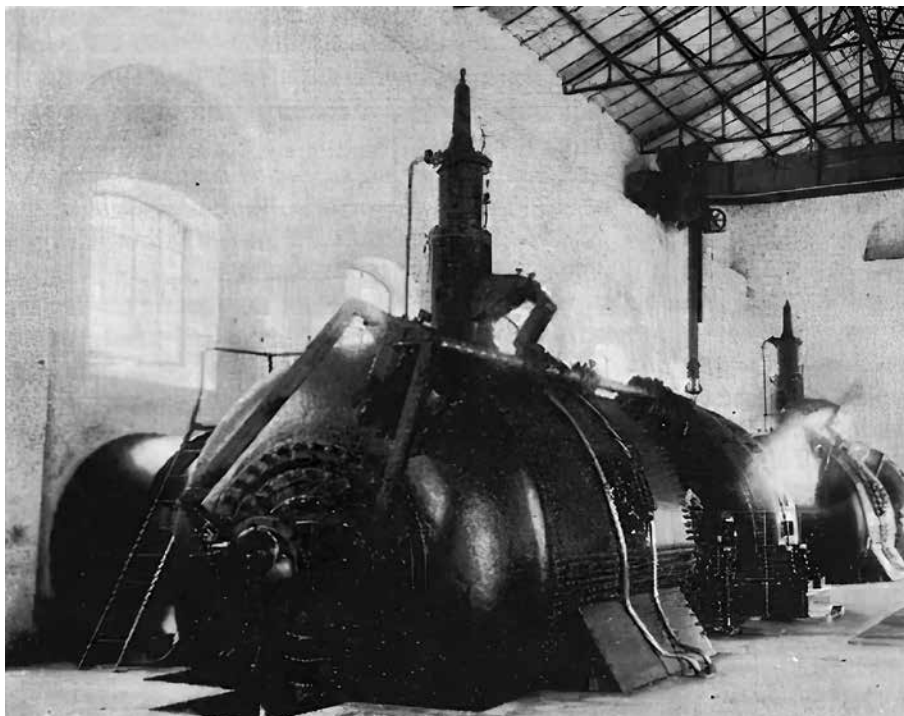
Rekonstrukcija 1937. godine — Voithove turbine i Brown Boveri generatori: industrijska vizija u srcu Krke

Druga rekonstrukcija Hidroelektrane Jaruga izvedena 1937. godine, bila je svojevrsna *renesansa* postrojenja elektrane. Naime, nakon tri desetljeća neprestanog rada elektrostrojarske opreme, dotrajale turbine i generatori postali su *usko grlo* razvoja. Rekonstrukcija (obnova i zamjena opreme) nije bila samo tehnički imperativ, nego i izraz šireg gospodarskog projekta, odnosno stvaranja preduvjeta za industrijalizaciju Dalmacije. Najvažniji razlog rekonstrukcije bila je izgradnja Tvornice aluminijske u Lozovcu 1936. i 1937. godine i povećanje potrošnje električne energije u Šibeniku i okolici.

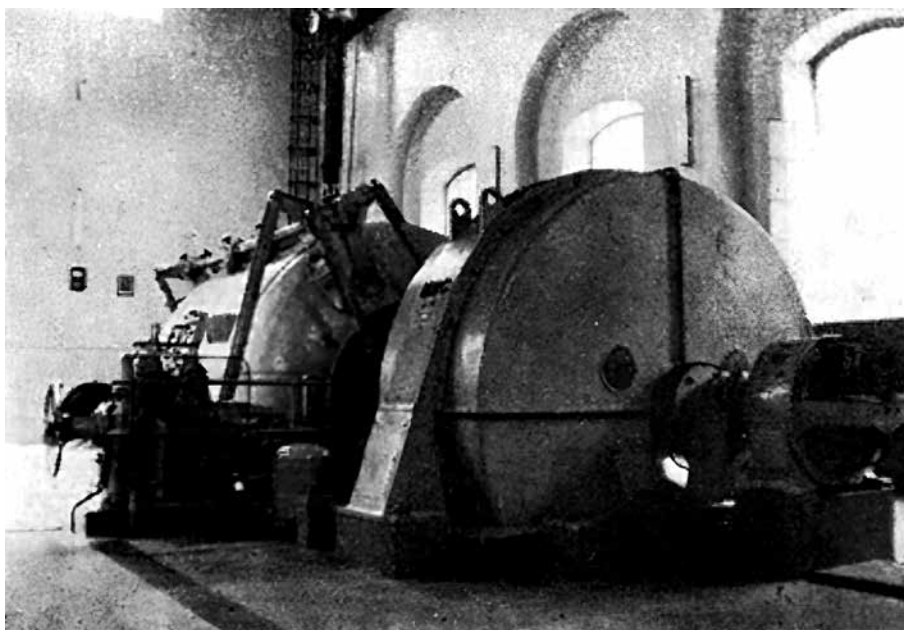
Rekonstrukciju je obilježila zamjena izvornih agregata ugrađenih 1903. godine. Instalirane su dvije nove Francis turbine, proizvedene u tvornici Voith u Heidenheimu (Njemačka), jednoj od svjetskih perjanica u hidrotehničkoj industriji, a bile su naručene od SUFID-a. Turbine, optimirane za neto pad Skradinskog buka od približno 17 metara, radile su pri brzini vrtnje od približno 250 okretaja u minuti. Svaka je imala instaliranu snagu od približno 3,2 MW, što je ukupno postrojenju HE Jaruga osiguralo snagu od približno 6,4 MW — skoro dvostruko veću od one iz ranijeg razdoblja [Zenić, 1995]. Francisova konstrukcija bila je osobito prikladna za srednje padove tipične za krške rijeke, što je rijeku Krku činilo *prirodnim laboratorijem* za ovu tehnologiju [Požar, 1995]. U obuhvatu rekonstrukcije izgrađeni su i novi cjevovodi jednakih tehničkih obilježja kao i oni iz 1903. godine (izvedba sa zakovicama) [Požar, 1995].

Zanimljivo je spomenuti da je HE Jaruga bila prva hidroelektrana u Dalmaciji s Voithovim turbinama. Naime, Voith je već tada bio svjetski proizvođač turbinske opreme. Uz to, povećanje snage agregata ostvareno je bez povećanja protoka, bez izmjena vodnih kanala ili povećanja dotoka vode, bez potrebe za izmjenom osnovne građevine — isključivo učinkovitijom pretvorbom energije. Preciznije rečeno, zahvaljujući geometrijski poboljšanom dizajnu Francis turbine, snaga turbine je povećana, što je tehnički izazovno i u današnjim uvjetima, a u ono vrijeme je bilo veliko tehnološko postignuće.

Sinkrone AC trofazne generatore proizvela je švicarska tvrtka Brown, Boveri & Cie (BBC, Baden), tada vodeći proizvođač elektrostrojeva u Europi. Naponska razina generatora bila je 6,3 kV, s transformacijom 6,3/15 kV za Šibenik (TS Lozovac) i Skradin te 15 kV — kabela veza za novoizgrađenu Tvornicu aluminijske u Lozovcu. Generatori su bili hladjeni zračnim sustavom s poboljšanim ventilacijskim kanalima, što je predstavljalo značajan napredak u odnosu na ranija rješenja. Njihova ugradnja označila je i konačan prijelaz HE Jaruga na suvremeni trofazni standard, što je osiguralo stabilniji prijenos i



HE Jaruga, strojarnica prije...



... i nakon rekonstrukcije 1936./1937. godine

lakšu integraciju u širu elektroenergetsku mrežu [Marković i sur., 1984; Požar, 1995; Moser, 1998]. Mjesec dana nakon puštanja u pogon obnovljene HE Jaruga (svibanj 1937.) u Lozovcu je proizveden prvi hrvatski, tada jugoslavenski, aluminij [Marković i sur., 1984.]

Tehnička kombinacija njemačkih turbina i švicarskih generatora, uvrstila je HE Jaruga u europski krug tehnoloških inovacija. Dok su *Voithove* turbine bile simbol hidrauličke pouzdanosti, *Brown Boveri* generatori nudili su elektrostrojarsku robusnost i preciznost. Zajedno su činili postrojenje koje se moglo uspoređivati s hidroelektranama u Alpama, na Rajni i Dunavu. U konačnici, 1937. godina može se opisati kao trenutak kada je HE Jaruga spojila prirodnu snagu rijeke Krke sa svjetskom tehnološkom elitom — turbinskim znanjem iz *Voitha* i generatorima iz *Brown Boverija* i time postala energetski simbol osuvremenjivanja pa čak i neostvarenih industrijskih snova međuratne Dalmacije.

Sve u svemu, osnovne sastavnice obuhvata te rekonstrukcije bile su:

- zamjena turbina: izvorne turbine iz 1903. godine zamijenjene su novim Francis turbinama, koje su omogućile: veću učinkovitost pri jednakom protoku vode, stabilniji rad agregata, smanjenje gubitaka energije;
- zamjena generatora: instalirani su novi sinkroni generatori s većom snagom i boljom stabilizacijom napona, čime je elektrana mogla pokrivati rastuće potrebe elektroenergetske mreže Šibenika, Drniša i okolnih naselja;
- osuvremenjivanje sustava regulacije i ugradnja robusnijih ležajeva;
- osuvremenjivanje pomoćnih sustava: rekonstrukcija sustava rashlade i uljnog gospodarstva;
- osuvremenjivanje upravljačkih mehanizama turbina i agregata (ručne poluge zamijenjene su poluautomatskim upravljanjem);
- uvođenje novog sustava zaštite i signalizacije, prilagođenog tadašnjim standardima za sigurnost pogona;
- građevinski radovi: sanacija dijelova zgrade Elektrane izgrađene 1903. godine — ojačanje temeljnih blokova ispod novih turbina zbog povećanja težine i vibracija te preuređenje dijela vodnog kanala (dovodnog tunela) radi optimalnog dotoka za nove turbine.

Značaj takve rekonstrukcije ima šire konotacije, kako objašnjava Požar [1995], *modernizacija hrvatskih hidroelektrana između dvaju svjetskih ratova bila je dio šireg procesa prelaska na opremu većih sna-*



HE Jaruga, Voithova tvornička pločica na kućištu turbine Hidroelektrane Jaruga



Tvornička pločica *Brown Boveri* na generatoru Hidroelektrane Jaruga

ga i standardiziranih sustava, čime su hidroelektrane postale temelj industrijskog razvoja, premda su brojni planovi ostali neostvareni. U tom se smislu Jaruga savršeno uklapa u širi obrazac — tehnički obnovljena, gospodarski orijentirana prema budućnosti. Jednako tako, Jakovčić i Begonja [2007]) zaključuju da su međuratna osuvremenjivanja u Dalmaciji bila tipični primjeri ambiciozne industrijalizacije, gdje su i sami pokušaji i infrastrukturne pripreme imali značajan





*utjecaj na lokalnu zajednicu
i na elektroenergetski sustav.*

Uspješnost rekonstrukcije nije spriječila ni činjenica da se provodila uslijed velike ekonomske krize (1929.–1939.). Jednako tako, taj je projekt pokazao stratešku važnost HE Jaruga za Dalmaciju. Naime, njime je osigurana energetska stabilnost Šibenika i cijelog područja, u trenutku kad su mnoga druga ulaganja bila zaustavljena.

Posebno treba naglasiti da je rekonstrukcija bila planirana i ostvarena tako da nije u potpunosti bila obustavljena proizvodnja električne energije, već su agregati obnavljani postupno, čime je zadržana minimalna opskrba Šibenika. Uz to, radove rekonstrukcije izvodili su domaći obrtnici, električari iz Šibenika i Skradina te stručnjaci iz Austrije i Češke, što je donijelo nove tehnologije i prijenos znanja domaćoj radnoj snazi.[Požar 1995]

Međutim, Drugi svjetski rat je na svojstven način utjecao i na rad HE Jaruga. Naime, kako su ferolegure i aluminij važan strateški materijal, posebice za vrijeme ratnih događaja, HE Jaruga je pro-

HE Jaruga 1937. — turbine kao eksponat nacionalne industrijske baštine i danas su izložene posjetiteljima Nacionalnog parka Krka

izvodila i u vrijeme Drugog svjetskog rata do 31. listopada 1942., kad je bilo minirano rasklopno postrojenje. Jednako tako, ujesen 1942. godine miniran je i srušen dalekovod 30 kV iz tadašnje HE Manojlovac, a u siječnju 1943. godine uništena je 15 kV kabelska veza iz HE Jaruga do Tvornice aluminijske u Lozovcu. Na taj način obustavljena je daljnja ratna proizvodnja ferolegura i aluminijske [Marković i sur., 1984]

Nakon Drugog svjetskog rata, HE Jaruga je obnovljena. Štoviše, od onda pa sve do danas sastavni je dio sustava proizvodnje električne energije iz hidropotencijala u Dalmaciji, a turbine i generatori bili su u pogonu 28 godina (1937.–1965.), sve dok nisu zamijenjeni novim agregatima veće snage.

Era manjih tehničkih zahvata od 1937. do poslijeratne obnove 1995.

Kako je već spomenuto, značajna velika rekonstrukcija Hidroelektrane Jaruga provedena je 1937. godine. Poslije toga nije bilo značajnijih tehničkih zahvata. Štoviše, HE Jaruga je bila potpuno zapuštena, a osnovni razlog za to jest činjenica da je, kao mala elektrana, pretežito bila u sastavu distribucijskog dijela tadašnjeg elektroprivrednog poduzeća. Tek 1993. godine je organizacijski prešla u djelatnost proizvodnje, odnosno u sastav Hrvatske elektroprivrede — Direkcije za proizvodnju. Tada je došla u okrilje tvrtke kojoj, prema naravi, i pripada. [Mrša, 2001]

Od značajnih radova u razdoblju od 1937. godine može se još spomenuti opremanje postrojenja visokog napona 1960. godine, kada je ugrađen dio nove opreme. Također su 1975. i 1976. godine obavljena premotavanja oba generatora u višu klasu izolacije, a izvedeno je i prepakiranje limova.

HE Jaruga je preživjela dva svjetska rata neprestano proizvodeći električnu energiju i održavajući tako život šibenskog kraja. No, u Domovinskom ratu našla se na prvoj crti obrane države Hrvatske. Ni u tim turbulentnim danima nije u potpunosti prestala s radom, zahvaljujući hrabrosti i stručnosti osoblja koje je na posao dolazilo s oružjem, održavajući pogon stručnošću i srčanošću junaka koji brane svoj dom, vjeru i zemlju kojoj pripadaju.

Tijekom 1990-ih godina sve više se govorilo o usklađivanju rada HE Jaruga s novim propisima zaštite okoliša, vodoopskrbe i sigurnosti rada. Pojavila se potreba da se uklone svi izvori potencijalnog onečišćenja, osobito transformatorskog ulja, da se automatizira nadzor nad ključnim parametrima (temperatura, vibracije, tlakovi) i da se uvede osnovna digitalna kontrola rada. Elektrana više nije mogla

STOTINU GODINA OD GRADNJE PRVE HRVATSKE HIDROELEKTRANE

Priredio: Ante ČAGALJ
prema predlošku
Gojka ZUBOVIĆA

10

Srebro Dalmacije

**Općina je ustupila
investitoru 1935.
godine 60 hektara za
izgradnju tvornice
aluminija, a investor
se obvezao dati općini
i domaćem
stanovništvu prioritet
pri zapošljavanju**

Eksploatacija boksita u Dalmaciji počela je još početkom stoljeća, a izvoz je stalno rastao (1921. g. 400 vagona, a sljedećih godina i 6000 vagona), i to posebno željeznicom za Njemačku.

Izgradnju vlastite tvornice za preradu boksita čekalo se do 1935. g. kad je industrijalac dr. Ivan Ivanović iz Zagreba registrirao u Beogradu dioničko društvo Aluminijum s namjerom izgradnje takve tvornice u Šibeniku. Prvu njegovu ponudu iz srpnja 1935. g., gradsko vijeće nije prihvatilo tako da je tek dva mjeseca poslije, nakon njegove povoljnije ponude, prihvaćena izgradnja tvornice u Lozovcu. Općina je ustupila investitoru 60 ha zemljišta, a investor se obvezao dati prioritet općini i domaćem stanovništvu kod zapošljavanja. Izgradnja je započeta u listopada 1936. g. a prva peč za elektralizaciju puštena je svečano u pogon i. kolovoza 1937. godine. Ušehćenje javnosti pokazuje bilješka koja svjedoči da je prvi proizvedeni aluminij nazvan srebrom Dalmacije.

Rekonstrukcija Jaruge II

Čekanje tvrtke Ante Šupuk i Sin pokazalo se opravdanim. Hidroelektrana je konačno osigurala plasman cjelokupne proizvodnje, a čak je Aluminijum preuzeo i troškove rekonstrukcije elektrane uz uvjet da mu to bude vraćeno isporukama električne energije uz povoljne uvjete.

HE Jaruga II ponovno je postala značajnim dijelom šibenskoga gospodarstva na isti način kako je to bila 1903. na početku svojega rada. Riješen je i stari spor s vlasnicima mil-

nova Marasović, i to u korist tvrtke Ante Šupuk i Sin. Time su uklonjene sve zapreke za još bolje iskorištenje vodnih potencijala za rad HE Jaruga II. Na žalost, zbog već izgrađenog zahvata vode na nižoj koti, koji je izgrađen za trajanja sporova, centrala je do danas uskraćena u optimalnom korištenju cjelokupnog pada vode.

Krajem 1936. g. počela je rekonstrukcija HE Jaruga II. Ova druga rekonstrukcija bila je temeljita i sveobuhvatna, gotovo jednaka ponovnoj izgradnji hidroelektrane. Na temelju izrađene tehničke dokumentacije prihvaćene su ponude stranih tvrtki za pojedine segmente rekonstrukcije. Za električni dio prihvaćeno je rješenje švicarske tvrtke Brown Boveri i comp. (BBC), a za hidraulički dio ponuda austrijske tvrtke I.M. Voith iz St. Pöltena. Potpuno su zamijenjeni stari generatori i oba stara cjevovoda kao i svi pokretni dijelovi turbine osim vanjskoga kućišta.

Energetski pioniri

Radovi su izvođeni najprije na jednoj, a nakon toga na drugoj proizvodnoj jedinici da bi se osigurala kontinuirana opskrba gra-

da električnom energijom. Na postojećoj građevini izgrađen je novi aneks za ugradnju nove opreme i transformatora. S novopodignutih katova postavljeni su zračni izvodi 15 kV za Šibenik i Dubrovnik i 6 kV za napajanje crpne stanice vodovoda. Početkom veljače 1937. godine završena je rekonstrukcija prve proizvodne jedinice i puštena je u pogon turbina s novim generatorom. Nakon toga pristupilo se rekonstrukciji druge proizvodne jedinice. Drugi generator proradio je već krajem travnja, odnosno početkom svibnja 1937. godine.

Opisom ove rekonstrukcije HE Jaruga II dolazimo do kraja naše kronike početaka elektroprivredne proizvodnje na hrvatskom tlu i elektrifikacije Šibenika. Iz prikazanoga je vidljivo socijalno okruženje kao i problemi s kojima su se suočavali prvi hrvatski elektroenergetičari. Mnogi od tih problema podsjećaju na današnje: optimalna i ekonomska proizvodnja i distribucija električne energije, odnosi s lokalnim vlastima i potrošačima, odnos prema prirodi i okolišu, politika cijena, naplata potraživanja, priključci, ...

Tvrtka Ante Šupuk i Sin je u dugom vremenskom razdoblju, a često i u dramatičnim okolnostima, uspijevala rješavati teške probleme s kojima se suočavala. Stovise, uvijek se težilo za novim, boljim i djelotvornijim rješenjima za boljitak grada i njegovih stanovnika. Domoljublje, poduzetnost, velik i nesebičan rad i napor tadašnjih šibenskih elektroenergetičara jedan su od pouzdanih temelja na kojima je uzrasla današnja Hrvatska elektroprivreda.

Kasnije vrijeme mnoge je ljude i događaje dovelo u različite povijesne kontekste. Međutim, djelo hrvatskih elektroenergetičkih pionira ostaje vječno ugrađeno u slapove ljepote Krke koja do dana današnjega svojom snagom i ljepotom svjedoči o prožetosti Božje prirode i neuništiva ljudskog duha.

KRAJ

Slobodna Dalmacija 4. listopada 1995. str. 9

funkcionirati samo na temelju povijesne pouzdanosti — trebala je dokazati da zadovoljava suvremene zahtjeve.

Poseban motiv za rekonstrukciju bio je i simbolički: 1995. godina označila je stotu obljetnicu od puštanja u pogon HE Krka pa se pojavila inicijativa da se i HE Jaruga obnovi u čast te važne obljetnice. No, za razliku od simboličnih zahvata, ovdje je bila riječ o stvarnim, konkretnim potrebama sustava. Revitalizacija nije bila luksuz i *kozmetika*, nego nužnost kako bi postrojenje elektrane moglo i dalje proizvoditi sigurno, učinkovito i u skladu s okruženjem u kojem se nalazi. Tijekom Domovinskog rata (1991.–1995.), HE Jaruga se nalazila na crti razdvajanja između okupiranih područja i teritorija pod nadzorom Republike Hrvatske. Elektrana je radila u ograničenom režimu zbog: nesigurnosti pristupa, mogućnosti diverzija i granatiranja, oštećenja na elektroopremi i dalekovodima uslijed ratnih djelovanja.

Nakon osloboditeljske akcije *Oluja* 1995. godine, prigodom obilježavanja 100. obljetnice Hrvatske elektroprivrede, izvedeni su značajni radovi na postrojenju HE Jaruga i to: zamjena visokonaponskog postrojenja, kućnog transformatora i niskonaponskog postrojenja, ugradnja upravljačke, zaštitne, mjerne i signalne te informatičke,

kao i telekomunikacijske opreme, građevinska obnova strojarnice uz izmjenu pokrova, ugradnja nove dizalice, uređenje novih pomoćnih prostorija — ureda, blagovaonice, skladišta, radionica, prostorije za strojara i sanitarne prostorije, a izrađena je ograda s rasvjetom, gro-mobranska instalacija i nova rasvjeta u strojarnici. [Mrša, 2001]

Valja naglasiti da je zamjenom starog visokonaponskog postrojenja novim oslobođeno toliko prostora da su stvoreni uvjeti za izgradnju svih novih pomoćnih prostorija. Taj podatak zorno prikazuje veliči-nu starog postrojenja (6,3 kV), odnosno prostora koji je bio za njega potreban. Također je iz pogona uklonjena transformacija 6,3/15 kV, koja se na tom području zadržala, jer ju je preuzela distribucijska djelatnost.

Spomenuti radovi su značajno smanjili opasnost od onečišćenja oko-liša. Naime, ugradnjom prekidača s vakuumskim komorama, suhog transformatora za kućnu potrošnju te uklanjanjem transformacije 6,3/15 kV, potpuno je prestalo korištenje transformatorskog ulja u pogonu HE Jaruga, čime je uklonjena mogućnost onečišćenja okoliša.

STOTINU GODINA OD GRADNJE PRVE HRVATSKE HIDROELEKTRANE

Priredio: Ante ČAGALJ,
prema predlošku Gojka
ZUBOVICA

4



HE Krka i njezini graditelji: E. Zorzanone, A. Supuk, M. Supuk, Berginocchi i V. Mechnner

Javna je rasvjeta dugo vremen-a bila jedini potrošač jer su se privatne osobe i kućanstva protivila uvođenju električne energije u zgrade zbog straha od groma i požara. Supuk prvi na svojim mlinovima na Krki uvodi električni pogon, a nakon toga slijedi uvođenje električne rasvjetu u si-bensku bolnicu, kavanu Zanchi i kazalište. Za rasvjetu se koriste Jaruga s ugljenim vlaknom u plinu.

Početkom 1896. godine, Mechnner dobiva konačno odobrenje šibenske općinske uprave za uporabu objekta na Krki. Nužno je spomenuti i da je prva hrvatska hidroelektrana bila prvi na-sadnik elektroenergetičara u Hrvatskoj. Iako su u početku sve stručne tehničke poslove obavljali inženjerski i stručnjaci mađarskog GANZ-a, oni su i školovali prve domaće struč-nike koji su poslije mogli pru-žiti samostalno upravljanje ra-dom hidroelektrane.

Prva kućanstva sa strujom

Nova elektrana na Krki po-stala je svojevrsna turistička at-rakcija svojega vremena. Sve vi-se znatiželjnika željelo je vidjeti struj-ku koju proizvodi i pogoni elek-tričnu svjetlost kojom se ponosi

Krešimirov grad i diviti se na-predujućoj znanosti — kako to opisuju zadarski Narodni list u listopadu 1895. godine. Novine bilježe i običaj da se povodom smrti uglednih osoba vrši za-mračenje rasvjetu u gradu, a ko-mentiraju se i prvi kvarovi.

Ukoro se javlja sve veći broj zahtjeva za izgradnju novih hid-roelektrana na Krki. Posebno su za to bili zainteresirani strani fi-nancijeri koji su u to vrijeme po-kazivali zanimanje za eksploata-ciju rudnog i vodnog bogatstva u Dalmaciji. Uz nove elektrane, željeli su podignuti i kemijsku industriju. Vodio su se velike rasprave oko jedne takve koncepcije za stanovitoga L. de Pietta. Nakon njegovih sve većih zahtje-va glede zalivanja vode na rijec-nom toku, konačno poglavari-stvo, unatoč naklonosti vlasti, ni je mu odobrio koncepciju zbog velikih protesta postojećih vlas-nika mlina na Krki.

Godine 1887. Mechnner je ustupio svoja prava koja pro-izlaze iz dobivenih odobrenja i koncesija za korištenje vodne snage rijeke Krke. Naime, on je izradio projekte za izgradnju druge hidroelektrane na desnoj (iskradinskoj) strani slapova koju je trebao graditi de Pietta i time je izazvao raslad tvrtke Supuk i Mechnner. Razlad sa Supukom

bio je definitivna, što potvrđuju kasniji dokumenti na kojima se nalazi njegovo ime uz Supukove protivnike.

Nakon požara u kojem je po-garano stradal, novoizgrađena tvornica karbida, hidroelektra-na je imala višak električne energije. Stoga se priključio priključenju kućanstava u gradu 1895-1900. godine. Među prvima su priključeni Supuk, Inchostr, Kovacević, Makule, Tambaca, Rora i još neki drugi ugledni i bogati šibenčani. Ukoro se na mrežu priključio i tvornica tes-tenine. Napredovanjem i širen-jem mreže priključila na elek-tričnu struju stječu se prva is-kustva u distribuciji i industrijskoj primjeni nove tehnologije.

Raste i povjerenje potrošača ko-se se najbolje vidi iz prikaza rasta potrošnje od 1895. do 1900. go-dine. Od početnih 20.000 kWh došlo se u 1900. godini na potroš-nju od 100.000 kWh, što predstavl-ja povećanje za pet puta! Grad Jaruga broji 18.072 stanovnika. Ka-da bi se ukupna šibenska godiš-nja potrošnja iz 1900. godine po-ređevala s današnjom potroš-njom električne energije u Hrvatskoj, onda bi ona odgo-varala godišnjoj potrošnji oko 35 suvremenih kućanstava. U to vrijeme, novine bilježe i prvi ne-sretni slučaj: 15. travnja 1901. po-

Sve više znatiželjnika že-ljelo je vidjeti stroj koji proizvodi i pogoni elek-tričnu svjetlost kojom se ponosi Krešimirov grad i diviti se napredujućoj znanosti, kako to opisu-je Narodni list u listopadu 1895.

gino je radnik Supukove tvrtke od strujnog udara radeći na kući kavanu Zanchi.

Dana 12. siječnja 1901. g. pot-pisan je u Trstu dogovor o iz-građnji nove hidroelektrane Ja-ruga (poslije poznata pod ime-nom Jaruga II). Potpisnici su bili tvrtka Ante Supuk i Sin, talijan-ski koncesionari za proizvodnju kalici karbida, i Societa venetza-na elettrochimica, kao invest-i-tor. Ovim ugovorom Supuk ustup-a koncesiju Talijanima za nei-koristi dio protoka vode dijela Škradinskog buka na vrijeme od 29 godina, a Talijani grade novu tvornicu karbida i elektranu. Gradnja je započela 23. travnja 1902. godine. Zanimljivo je da su Talijani dopuštali nacofniku Su-puku da udarcem bata svečano označi početak radova iako je on bio njihov politički protivnik. Ovaj lijepo ukrašen bat sačuvan je do danas i nalazi se u ostaci-ni obitelji Supuk.

Industrija osvaja grad

HE Jaruga II ima dvije hori-zontalne Francis turbine snage 2 x 3.000 KS, dva dvofazna alter-natora na zajedničkoj osovini s turbinom snage 250 kVA, dva ki. (cos = 0,8, 215 o/min, 42 Hz) proizvodnje GANZ iz Budimpe-šte. Pored starog dalekovođa iz 1895. g. podignut je novi daleko-

vođ duljine cca 12 km na drve-nim stupovima i s porculanskim izolatorima. Na svakom trećem stupu bilo je upozorenje na hrvatskom i talijanskom jeziku. U izgradnji ovog dalekovođa bi-le su primijenjene mnoge zašti-tne mjere. Posebno vrijede istak-nuti mjere zaštite od atmosfe-rskih pražnjenja kao i zaštita na prijelazima preko puteva. Trasa dalekovođa bila je vrlo nepravil-na i krivudava, jer seljaci, vlasni-ci čestica na trasi, nisu dopuštali postavljanje stupova na svojem zemljištu.

Tvornica u Cnici imala je osam monofaznih peći od 750 kVA, što je približno odgovaralo kapacitetu nove hidroelektrane. Nakon mnogih pokušnih poku-saja i problema s protokom vode i, prosinca 1903. godine počinje paralelni rad obaju generatora, a 3. prosinca počela je rad tvor-nica karbida u Cnici sa šest pe-ći, odnosno snagom od 4500 kVA.

Električna energija osvaja grad Otvaraju se novi industrijski pogoni i priključuju se na mrežu. Bavarska tvrtka Otto Sie-menss gradi skladište za izvoz drva iz Bosne koja će s izlazi us-kočakom željeznicom iz Prie-dora preko Krkine, dok Ante Su-puk gradi nove mlince na struji u uvaku Vruće. Nova Supukova mlina bila je najmodernija za to vrijeme i mogla je snajmiti de-set tona bradno drvno mlinice snaznim mlinovima od ukupno 120 KS. Mlinovi su imali i elektri-ke posebno pogodovale otocni-ma koji više nisu morali jedriti preko Proklatca.

Premia izvorima iz tog vremen-a, na mlinci su radili mlina-ri s Krke: Cerban, Rudic, Mujc i dr., dok su za strujom bili M. Gu-tin, J. Antunac, D. Alekac i drugi. Dana 4. lipnja 1903. g. umire Marko Supuk, sin nacofnika An-te Supuka i idejni tvorca elektri-fikacije Šibenika od srčanog ble-voja u 46. godini života. Bio je to veoma težak udarac za već os-tarelog nacofnika. Iako je bio običaj da se u znak žalosti javna rasvjeta na ovaj crni volont Go-vođom njegove smrti bila je pu-nih pet dana ugašena.

Posebno je važno to naglasiti, jer stari transformatori 6,3/15 kV nisu imali uljnu jamu — ispod njih je bila riječna voda, što je predstavljalo iznimno veliku opasnost u slučaju incidenta

Obnovom su ostvareni svi zacrtani ciljevi:

- Elektrana je vratila potpunu proizvodnu funkcionalnost do kraja 1995. godine;
- osigurana je stabilna opskrba električnom energijom Šibenika, Skradina i Dalmacije u poslijeratnom razdoblju obnove;
- povećana je sigurnost rada postrojenja elektrane do potpune revitalizacije, koja je uslijedila 2001. godine.

Radovi tijekom opisanog tehničkog pothvata su izvedeni iznimno brzo, u samo nekoliko mjeseci nakon akcije *Oluja*, zahvaljujući pomnoj organizaciji HEP Proizvodnje i lokalnih podružnica. Naime, Elektrana je cijeli rat *preživjela* bez teških strukturalnih oštećenja. Unatoč izloženosti granatiranju, većina oštećenja bila je na opremi, a ne na konstrukciji, što je omogućilo brzu sanaciju.

Veliki dio tehničkog pothvata izveli su inženjeri i tehničari HEP-a iz Šibenika i Splita, često u teškim terenskim uvjetima, neposredno nakon oslobođenja okupiranih dijelova na tom području.

Zaključno se može ustvrditi da je rekonstrukcija i sanacija HE Jaruga 1995. godine bila je ključni zahvat za stabilizaciju elektroenergetskog sustava Dalmacije u poslijeratnoj obnovi i dokaz otpornosti te strateške hidroelektrane na rijeci Krki.

Rekonstrukcija Hidroelektrane Jaruga u razdoblju od 2002. do 2004. godine bila je najopsežniji projekt osuvremenjivanja postrojenja nakon Drugog svjetskog rata. Za razliku od sanacije iz 1995., koja je imala infrastrukturno i sigurnosno obilježje, ta je obnova imala za cilj cjelovitu revitalizaciju proizvodnih grupa A i B, povećanje instalirane snage te uvođenje digitaliziranog sustava upravljanja.

Konkretni rezultat spomenute rekonstrukcije bilo je povećanje snage. Naime, snaga turbina porasla je s 2 942 kW na 3 650 kW po agregatu, dok je nazivna snaga generatora povećana sa 4 MVA na 4,5 MVA, čime je ukupna instalirana snaga HE Jaruga iznosila 7,2 MW. U tehničkom smislu to je omogućilo širi radni prostor agregata i bolju naponsko–jalovinsku regulaciju u paralelnom radu, što je od posebne važnosti za stabilnost mreže u stanjima prijenosa [Kuzle & Filipović–Grčić, 2005].

Hidraulička osnova elektrane ostala je nepromijenjena: HE Jaruga je i nakon rekonstrukcije zadržala konfiguraciju dviju Francis turbina s instaliranim protocima $2 \times 15,5 \text{ m}^3/\text{s}$ i iskorištavanjem bruto pada od približno 26 metara na Skradinskom buku. Hidraulički sustav — tunel u sedri, samoregulacijski kanal, vodna komora, razdjelna građevina i tlačni cjevovodi — očuvan je u izvornom obliku, ali su turbinski sklopovi, regulacija i generatori osuvremenjeni u skladu s tadašnjim europskim standardima. Sve u svemu, tim se projektom poštovala povijesna i tehnička baština Elektrane, dok su istodobno implementirani suvremeni elementi koji su povećali sigurnost i učinkovitost pogona.

Digitalizacija sustava upravljanja i nadzora predstavljala je ključni iskorak. Umjesto isključivo analognih pokazivača i elektromehaničkih releja, uvedeni su digitalni nadzorni sustavi (SCADA), koji omogućuju daljinsko praćenje rada, dijagnostiku kvarova i integraciju s dispečerskim centrom HEP-a. Prema Kuzleu i Filipović–Grčiću (2005), upravo je digitalizacija malih i srednjih hidroelektrana početkom 2000-ih godina bila preduvjet za uspješno uklapanje u liberalizirano i europsko tržište električne energije.

Rekonstrukcija je obuhvatila i građevinske zahvate: sanirane su betonske konstrukcije strojarnice, očišćeni i ojačani hidrološki kanali te osuvremenjeni sustavi hlađenja. Sušec (2010) naglašava da su takvi radovi, premda često manje vidljivi, ključni za dugoročno trajanje postrojenja, jer sprječavaju degradaciju betona i prodore vlage u elektroopremu.

Važnost rekonstrukcije 2002.–2004. godine nadilazi HE Jaruga. Osuvremenjivanje je izvedeno u razdoblju kada se hrvatski elektroener-

ZAPISNIK

sastanka u Turboinstitutu dne 24. 1. 2001

Prisutni:
Hrvatska elektroprivreda: Radovan Miškov,
Željko Koren,
Goran Laušić,
Marko Lovrić,
Vladimir Kercan,
Miha Piljgar,
Andrej Lapajner

Namjera sastanka je bila odrediti uvjete za uspješno revitalizaciju HE Jaruga. Osnovna ideja revitalizacije je definirana zapisnikom od 31. 8. 2000 u HE Jaruga i ona treba biti dopunjena sledećim zahtjevima:

1. potrebno je analizirati povećanje protoka u dovodnom sistemu, vodostanu i cevovodu i to maksimalno mogućeg budući je koncesija hidroelektrane odobrena na maksimalno 50 m³/s.
2. matematički modelirati dvostruku Francis turbinu s postojećim difuzorom i utjecajem difuzora na karakteristike turbine.
3. povećati korisnost turbine na maksimalnu moguću uzimajući u obzir utjecaj postojećeg difuzora.
4. rezultate matematičkog modeliranja je potrebno potvrditi s izvedenim obnovama postojećih sličnih turbina.
5. analizirati mogućnost smanjenja taloženja sedre na turbinske elemente.
6. konstrukciju turbine prilagoditi jednostavnom čišćenju sedre na svim turbinskim elementima.

za Hrvatsku elektroprivredu

za Turboinstitut

HE "Jaruga", 31.08.2000.

BILJEŠKA O REVITALIZACIJI HE "JARUGA" - varijante obnove

Prisutni:

HE na Krki dir. Krstulović	HE "Jaruga" Despot	Turboinstitut Kercan Lapajner	PP HE Jug - Split Srženčić Miškov Laušić
-------------------------------	-----------------------	-------------------------------------	---

Sektor za HE HEP- Zagreb
Mačković
Šutla

Na temelju elaborata "Elektroprojekta", uvida u demonstrirane agregate na licu mjesta i elaborata o defektu "Ekonerpa" prisutni su suglasni da:

1. Agregati ostaju u istim gabaritima.
2. "Bačve" se ne mijenjaju.
3. Sve ostalo: vratila, rotor, spirovalni aparati (uključivo lopatice), poklopci, statorski dijelovi itd. - nova konstrukcija !
4. Ležajni poredak ostaje isti, ali vireći ležaji trebaju se rekonstruirati u čvrste oslonce na vlastitim temeljima.
5. Novi sustav turbinske regulacije.
6. Novi sustav opskrbe ležajeva medija za podmazivanje.
7. S obzirom da nema predturbinskih zatvarača, a bilo bi neopravdano i tehnički teško ugraditi nove, izvršiti temeljitu rekonstrukciju zatvarača na vodostanu (konstrukciju i upravljanje).
8. Temeljni zahtjev na nove konstrukcije turbina i zatvarača je uvažavanje problema taloženja kamencu (sedre), kako sa staljačita korisnosti turbine, tako jednostavne demontaže sklopova i čišćenja.

dir. Krstulović
Despot
Kercan
Lapajner
Srženčić
Miškov
Laušić

Smjernice rekonstrukcije postrojenja HE Jaruga

getski sustav pripremao za ponovno ujedinjenje s europskim sinkronim područjem UCTE 2004. godine. HEP (2004) bilježi da je tehnička obnova, uključujući revitalizaciju malih hidroelektrana, bila važna komponenta povratka u zajednički europski elektroenergetski prostor. *Jaruga*, kao najstarija dalmatinska hidroelektrana, time je dobila ne samo novu tehničku funkcionalnost, nego i simboličku ulogu *mosta* između pionirskog doba i europske integracije.

Ta se rekonstrukcija s pravom može nazvati *revitalizacijom za novo stoljeće*. Ujedinila je poštovanje prema baštini — očuvanjem izvorne mehaničke arhitekture — s ugradnjom suvremenih digitalnih i regulacijskih rješenja. Time je *Jaruga* osigurala produljeni radni vi-

jek, povećanu operativnu elastičnost i veću mrežnu kompatibilnost, a elektroenergetska baština rijeke Krke očuvala je svoj izvorni identitet, uz osjetno poboljšane performanse.

Zaključno se može ustvrditi: rekonstrukcija HE Jaruga 2002.–2004. bila je najveći tehnički zahvat od izgradnje 1903., preoblikujući elektranu u suvremenu, visoko učinkovitu hidroelektranu spremnu za energetske izazove XXI. stoljeća.

Revitalizacija dovodnog sustava 2014. godine

Godine 2014. je prvi put provedena cjelovita sanacija dovodnog sustava Hidroelektrane Jaruga, nakon skoro 50 godina. Sustav se sastoji od sljedećih građevina: ulazne građevine sa četiri otvora koji se zatvaraju tablastim kliznim zatvaračima, dovodnog tunela, dovodnog kanala, vodne komore otvorenog tipa i razdjelne građevine opremljene s dvije skupine po pet tablastih zatvarača, dva tlačna cjevovoda i strojarnice.

Obuhvat Projekta revitalizacije dovodnog sustava sadržavao je: rekonstrukciju ulazne građevine s obnovom hidraulike za pokretanje zatvarača, sanaciju dovodnog tunela i dovodnog kanala, rekonstrukciju vodne komore te obnovu hidraulike pripadajućih tablastih zatvarača i tlačnih cjevovoda [Šander & Kuntić, 2015]

Naime, višegodišnje nakupljanje sedre, granja i nanosa smanjilo je efektivni presjek dovodnog kanala, čime su rasli: hidraulički gubici, kavitacijska opterećenja turbina zbog promjena protoka te rizik od zagušenja rešetki u vremenu visokih voda.

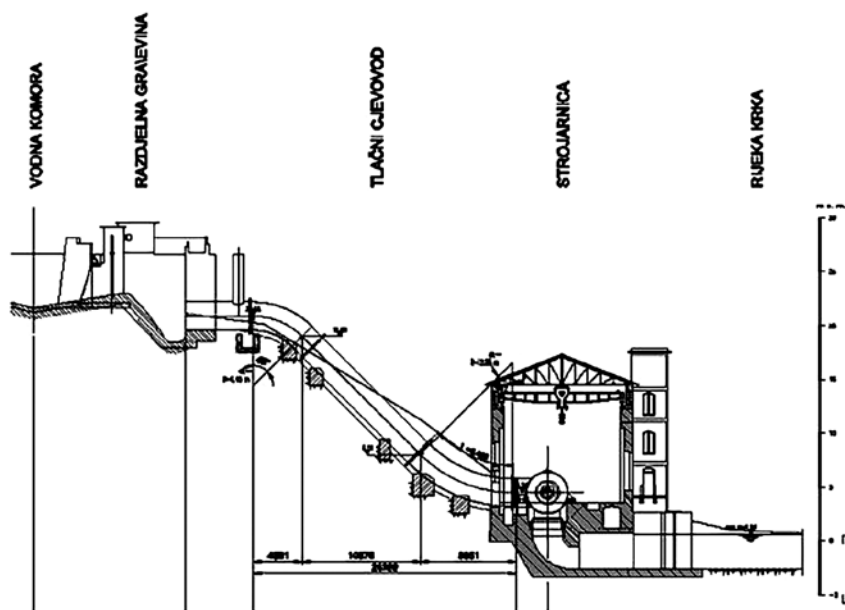
Osim toga, betonske obloge kanala bile su dotrajale, s pojavom: mikropukotina, lokalnih odljuštenja, oštećenja spojeva uslijed hidrauličke erozije i starenja materijala.

Tom rekonstrukcijom ostvareni su svi zacrtani ciljevi i to: povećan je efektivni presjek dovodnog kanala, smanjeni hidraulički gubici i osigurana optimalna količina dotoka za oba agregata; produljen je vijek trajanja betonskih obloga kanala za minimalno 30 godina te je smanjen rizik od začepljenja zaslona i neželjenih zastoja agregata, a poboljšana je sigurnost i funkcionalnost sustava zatvaranja vode za potrebe remonta ili hitnih stanja.

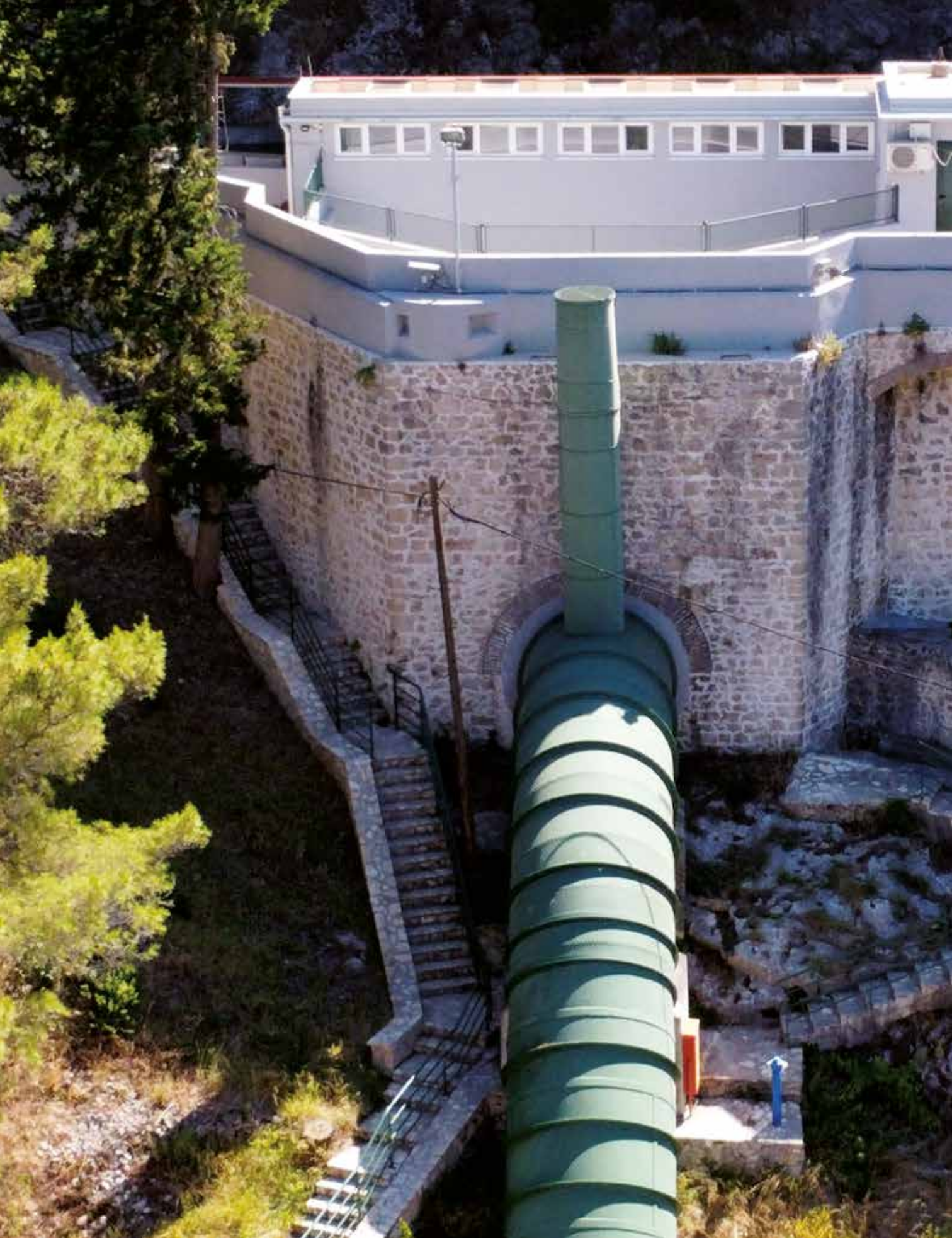
S pravom se može zaključiti da je rekonstrukcija dovodnog sustava HE Jaruga 2014. godine bila ključna za osiguranje optimalnog dotoka vode, povećanje učinkovitosti rada agregata i dugoročno očuvanje hidrotehničke infrastrukture. Time je produljen životni vijek postrojenja Elektrane u skladu sa strategijom HEP-a za XXI. stoljeće.

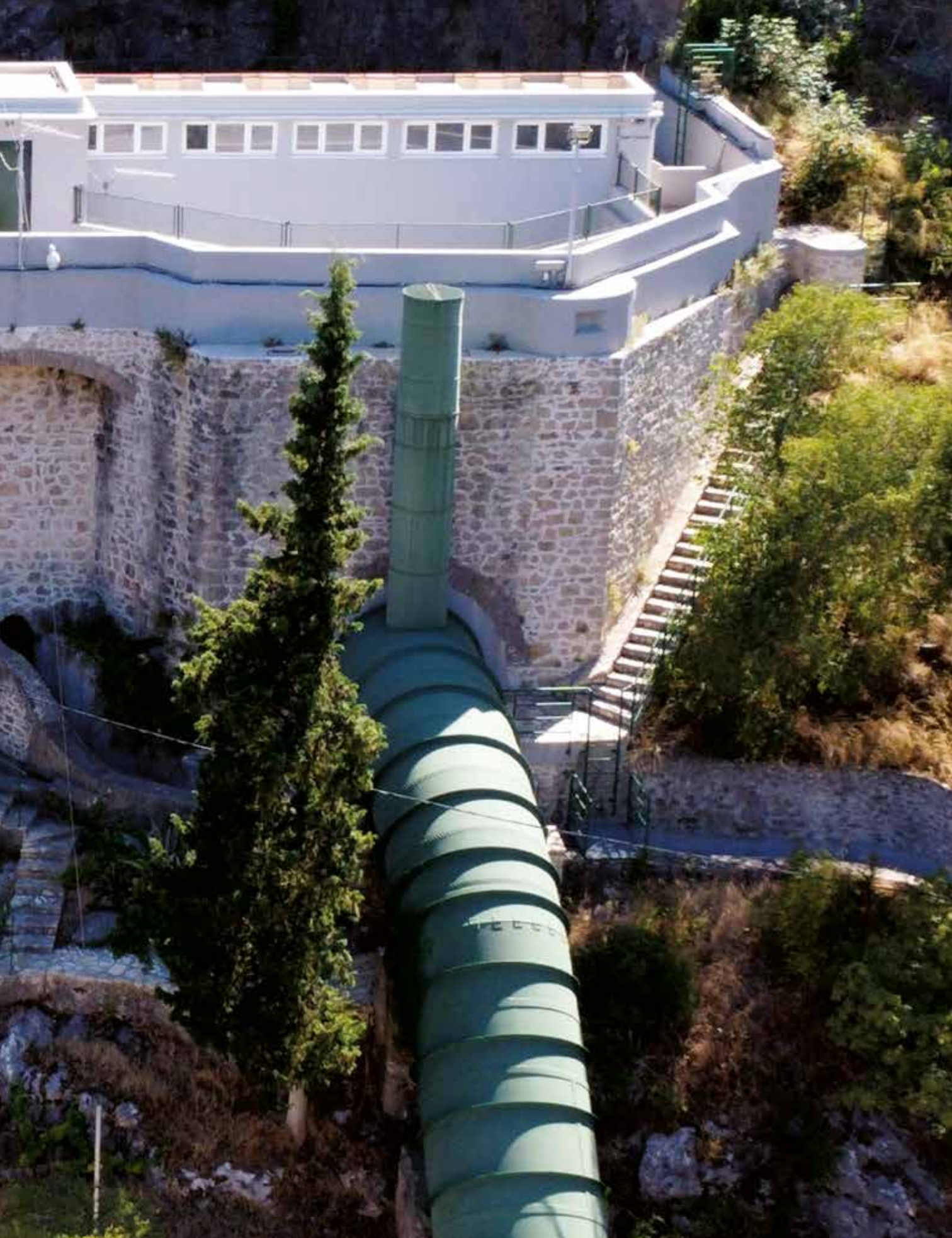


Ulazna građevina s tablastim zatvaračima s cilindrima za pokretanje zatvarača



Dovodni sustav HE Jaruga–presjek







Ulaz tlačnog cjevovoda u strojarnicu HE Jaruga — priključena je mala Pelton turbina koja nije u pogonu



Sedra na ulaznom kanalu

REVITALIZACIJA 107 GODINA STARE HE JARUGA

STARE "BAČVE" ČEKAJU NOVE SOFTVERE



Demontirani agregat 2 - "bačva" turbine i sklop generatora čekaju nove softvere

U POVIJESTI naše prve HE Jaruga, ona i sljedeća godina ostali će zabilježene kao godine velikih zahvata. Uostalom, tako društvo imenovati radove koji uključuju zamjenu turbinske opreme i sustava regulacije na agregatima 1 i 2? Ove godine predoči je dana u radu manje pouzdanosti agregata 2, a 2005. bili smo svjedoci istovrsnih radova na jedinici.

U spranju i kolovozu obavljena je demontaža cjelokupne opreme na turbini agregata 2, pa se sada možemo a strojnici neposredno druži s dijelovima koji se odnose na imena poput: privodni aparati, turbinsko valilo s rotorima, ležajevi, stari sustav turbinske regulacije i slično. S Turbobudžetom d.d. iz Ljubljane već je ugovorena izrada novih i kvalitetnijih zamjenskih dijelova, a on je za svoje podizvođače zapošlio hrvatske tvrtke, ALSTOM iz Karlova i Brodarski Institut iz Zagreba.

- Od postojeće opreme iskoristit će se samo turbinske "bačve" oba agregata, a što da će se obaviti posebna strojna prilagodba mostažbi priključna za potrebe uspjeha ugradnje novih dijelova. Na pripremi podloga vezanih uz pravo stanje kvalitete geometrije priključnika "bačvi", koje su korištene kod samog projekta obnove, radili su Geodetski zavod iz Splita i Institut građevinarstva Hrvatske iz Zagreba, obje tvrtke mi španska sile Goran Laušić, nadzorni inženjer na ovim vrlo zahtjevnim i opsežnim poslovima revitalizacije, i dodaje.

- Vjerujemo da ćemo obnovom tvrtke agregata 1 i 2 dobiti pouzdanije i snažnije strojeve koji će, uz jednaku potrošku, davati više kilovatsa u našu mrežu.

ZBOG KAPITAŽE "KAPITULIRAO" AGREGAT 1

Premda od 1996. godine vode Krke nisu bile ovako obilne, ni agregat 1 na kojem se ove godine ne izvođe sanacijski radovi, još uvijek ne radi. Čemu treba pripisati i njegov muk saznajem od Ante Despetta, rukovoditelja Elektroane.

- Ne radimo od 15. srpnja o.g. kada smo započeli i redoviti godišnji remont na agregatu 1. Međutim, premda je posao bio dovoljan, ne možemo ga pustiti u pogon jer moramo ispodpisati dogovor sa šibenskim Vodovodima koji upravu obavlja kapitala - izvra pika vode održavati



Trebalo je poručiti, pita kolega Goran Laušić?

pri remantu prije dvije godine. Oni bi trebali to završiti do 15. rujna, kada mi pokrećemo agregat 1. Do 23. studenog trebali bismo osposobiti za rad i agregat 2, bilo da ugradimo novi "molin" u stari "karoseriju", bilo da postavimo dijelove valila na mjestu i eksploativno još neko vrijeme.

HOĆE LI HE JARUGA BITI DOSTUPNA POSJETITELJIMA?

- Ovim načinom zamjene turbine i regulacije u opekost smo se prilagodili Nacionalnom parku i kvadratu šibenskog Vodovoda. Očuvanjem starih "bačvi" i regulacijskog paketa, strojnica će zadržati postojeći izgled. Optimisti smo i očekujemo da će nam suvremena tehnologija omogućiti povećanje snage turbine čak do 35 posto, odgovor je direktora Pogona HE na Krki Rajko Kristalovića na pitanje hoće li revitalizacija pomisliti dogovorenu ravnotežu u suživotu elektrane i zaštićenog okoliša a kojem je smještena.

Uprava NP Krka već je nekoliko puta kontaktirala s direktorom Pogona HE na Krki o mogućnosti organiziranja posjeta turistima Elektranama za koji postoji veliki interes. Premda naše objekte štiti strogi sigurnosni propis, direktor K. Kristalović vjeruje da će Uprava HE-a vjerojatno dati svoj pristanak, s obzirom na specifičan smisao ove elektrane i njeno povijesno značenje.

Marica Žanetić Malenica

Kapitalni remont 2019.–2021.

Nakon rekonstrukcije 2002.–2004., HE Jaruga je radila skoro dva desetljeća bez većih zastoja. No, zbog prirodnog trošenja turbinskih i generatorskih dijelova, potrebe za usklađivanjem s novim standardima HEP-a i EU regulativom te pripreme za daljnje produljenje radnog vijeka do 2050. godine, pokrenuto je osuvremenjivanje.

Osnovne sastavnice obuhvata rekonstrukcije bile su kako slijedi.

- **Turbinska oprema** — Radovi na Francis turbinama (*Litostroj Power*, ugrađene 2002. – 2004.): (a) Poboljšan iznos aksijalne zračnosti lopatica / obloga i njeno očuvanje — ugradnjom novih obloga (nemogućnost bubrenja) te doradom čela lista lopatica. (b) Poboljšana zračnost protočnog dijela i njeno očuvanje — izradom i ugradnjom novih obloga od aluminijske bronce (nemogućnost bubrenja). (c) Poboljšana kinematika lopatica i međusobna zračnost pri zatvaranju — izradom i ugradnjom novih ručica te nanošenjem nove gumene obloge na listove lopatica. (d) Olakšano umetanje distantnih limova pod turbinske poklopce — strojnom doradom čela pretrivodnog kola. (e) Osiguranje linije agregata — ugradnjom konusnih zatika za pozicioniranje kućišta ležaja.
- **Generatorska oprema:** (a) Pregled statora i rotora generatora; vizualna i instrumentacijska kontrola izolacije. (b) Čišćenje i impregnacija statorskih namota. (c) Zamjena dotrajalih dijelova ventilatora i ležajeva. (d) Balansiranje rotora generatora radi smanjenja vibracija i stabilnog rada.
- **Transformatori i rasklopna postrojenja:** (a) Ispitivanje izolacijskog ulja i dielektričke čvrstoće. (b) Zamjena ulja u transformatorima gdje je utvrđena degradacija. (c) Kontrola i ispitivanje visokonaponskih sklopki i zaštitnih sustava, zamjena dotrajalih komponenta.
- **Sustav automatizacije i SCADA:** (a) Nadogradnja SCADA sustava s novim verzijama softvera i hardverskih komponenta. (b) Uvođenje dodatnih sigurnosnih protokola i sustava zaštite od kibernetičkih prijetnji u skladu s novim standardima HEP-a.
- **Građevinski radovi:** (a) Lokalna sanacija temelja turbinskih blokova (injektiranje pukotina gdje su pronađene). (b) Obnova podova u strojarnici, zamjena dijela obloga i popravak oštećenja nastalih dugotrajnim vibracijama. (c) Antikorozijska zaštita metalnih konstrukcija u strojarnici hidroelektrane.

Rekonstrukcijom su ostvareni svi zacrtani ciljevi: produljen radni vijek HE Jaruga za minimalno 20–25 godina, do sredine XXI. stoljeća; povećana pouzdanost i smanjeni rizici iznenadnih kvarova agregata;



HE JARUGA- Kapitalni remont turbine, montaža pregradne bačve (Interna dokumentacija HEP-a)

turbine vraćene u hidrauličko stanje skoro jednako stanju nakon revitalizacije 2004., s efikasnošću od približno 93 posto; usklađenost s najnovijim HEP i EU standardima sigurnosti i automatizacije.

Zbog specifičnosti lokacije HE Jaruga, koja se nalazi u okviru Nacionalnog parka Krka, osim radova na agregatu, iznimna pozornost posvećena je pripremi i izvedbi transporta pozicija, koji je ograničen zbog nosivosti, oblika i širine pristupnih putova, ali i vremenskim okvirom koji određuje Uprava NP Krka.

Kapitalni remont 2019.–2021. bio je ključna tehnička intervencija za dugoročno očuvanje funkcionalnosti i učinkovitosti postrojenja Elektrane, osiguravši joj status suvremene, stabilne i ekološki optimirane hidroelektrane za iduće desetljeće.

Utjecaj tehničkih zahvata na proizvodnju, okoliš i sustav

Revitalizacijski zahvati na postrojenju Hidroelektrane Jaruga nisu bili puki tehnički popravci, već strateški potezi s dugoročnim posljedicama za proizvodni kapacitet postrojenja, njegov okolišni otisak i ulogu u elektroenergetskom sustavu. Svaka provedena obnova, a osobito one 1995. i 2002.–2004., imala je mjerljive učinke, kako na lokalnoj, tako i na razini hrvatskog elektroenergetskog sustava. Te promjene najbolje se očituju u tri glavna područja: povećanju proizvodnje, smanjenju negativnih utjecaja na okoliš i boljoj integraciji u suvremene zahtjeve upravljanja mrežom.

Počevši od proizvodnje, sve revitalizacije su omogućile stabilniji i učinkovitiji rad turbinskih i generatorskih sklopova, što je u konačnici rezultiralo porastom godišnje proizvodnje električne energije. Premda je hidrološki potencijal rijeke Krke ograničen i podlozan sezonskim varijacijama, bolja iskoristivost dotoka i brži odziv agregata omogućili su korištenje više energije iz jednakog volumena vode.

Taj porast nije rezultat povećanja instalirane snage, nego kombinacije čimbenika: smanjenja zračnosti u regulatorima, veće preciznosti u upravljanju lopaticama, poboljšane energetske učinkovitosti generatora te smanjenja tehničkih zastoja. Elektrana je, zahvaljujući obnovljenoj opremi, sposobna dulje raditi bez prekida i lakše se prilagođavati promjenama protoka. Time je smanjen broj dana kada postrojenje ne proizvodi radi tehničkih razloga, a povećana mogućnost iskorištavanja kratkotrajnih hidroloških viškova, osobito u proljetnim mjesecima.

S okolišnog aspekta, revitalizacije su imale još dublji i širi učinak. Uklanjanjem starih transformatora s uljnim punjenjem, zamjenom



HE JARUGA — kapitalni remont turbine, poliranje
radnog kola (Interna dokumentacija HEP-a)

uljnih prekidača vakuumskim i uvođenjem suhog kućnog transformatora, uklonjeni su skoro svi izvori potencijalnog onečišćenja voda rijeke Krke. Takva tehnologija bez ulja predstavlja neprocjenjivu važnost za hidroelektranu unutar Nacionalnog parka Krka, čime se dokazalo da tehnološki i okolišno to 130 godina staro energetske postrojenje može zadovoljavati sve zakonske zahtjeve, čime pridonosi zaštiti prirodnih vrijednosti u svom okruženju.

Revizijom sustava hlađenja i provjetravanja postignuta je i bolja energetska učinkovitost postrojenja, čime se smanjuje ukupna vlastita potrošnja električne energije.

Jednako važno bilo je i usklađivanje rada postrojenja Elektrane s režimima propisanim u prostornim planovima Nacionalnog parka Krka. Nova oprema omogućuje preciznije praćenje protoka i točno upravljanje režimom rada tijekom ljetnih mjeseci, što znači da se hidrološke okolnosti i proizvodnja električne energije usklađuju s turističkom i zaštićenom funkcijom prostora u kojem se nalazi.

Na razini elektroenergetskog sustava, revitalizirana *Jaruga* pokazala se kao stabilan, prilagodljiv i tehnički pouzdan objekt. Uvođenjem osnovnih daljinskih funkcija i nadzora, omogućena je bolja koordinacija s dispečerskim centrom, čime se elektrana učinkovitije uključuje u balansiranje opterećenja i sudjeluje u pokrivanju vršnih potreba u sustavu. Premda njena ukupna snaga nije velika, u usporedbi s velikim hidroelektranama ili termoeenergetskim objektima, njena sposobnost brzog pokretanja i zaustavljanja te stabilan rad u varijabilnim uvjetima čine ju sastavnim dijelom upravljanja energetske sustavom.

U suvremenim uvjetima, gdje mreža sve više uključuje nepredvidive izvore, poput sunčanih i vjetroelektrana, hidroelektrane poput *Jaruge* — male, brze, prilagodljive i pouzdane — ponovno dobivaju na vrijednosti, posebice na razini EU-a. One predstavljaju lokalne stabilizatore, koji mogu trenutačno odgovoriti na poremećaje i pomoći održavanju frekvencije i napona u mreži.

Revitalizacije *Jaruge* dokaz su uspješne sinergije tehnološke obnove, okolišne odgovornosti i funkcionalne prilagodbe. Elektrana od svog osnutka radi pouzdano, sigurno i s minimalnim utjecajem na okoliš, a sve to uz zadržavanje izvorne arhitekture i tehnološkog identiteta.

Premda je Hidroelektrana Jaruga nastala kao lokalni projekt namijenjen opskrbi jednog grada, tijekom vremena se njena uloga znatno proširila. Danas ona nije samo lokalni izvor energije, već sastavni dio elektroenergetskog sustava Dalmacije i Hrvatske. Povezana je prijenosnom mrežom srednjeg napona, a njeni agregati redovito sudjeluju u regulaciji opterećenja, posebno u uvjetima varijabilne potrošnje i fluktuacija u proizvodnji iz obnovljivih izvora energije.

Veza elektrane s mrežom ostvaruje se preko trafostanice Lozovac, koja se nalazi nedaleko od strojarnice HE Jaruga. Od tamo se energija vodi u širu srednjonaponsku mrežu, a prema potrebi i prema visokonaponskom sustavu putem transformatorskih stupnjeva. Trafostanica je tijekom desetljeća, također, bila nadograđivana i osuvremenjivana, osobito u dijelu zaštitnih sklopki, komunikacijskih uređaja i nadzorne opreme. Preko nje, *Jaruga* se može uključivati i isključivati prema signalima iz nadzornog dispečerskog centra, što je ključna pretpostavka za rad u suvremenom režimu mreže.

Zbog svoje snage i tehničkih obilježja, *Jaruga* nije temeljni izvor proizvodnje u mreži, ali ima važnu ulogu u balansiranju. Budući da je riječ o hidroenergetskom postrojenju, njeno uključivanje i isključivanje može se provesti brzo — u roku od nekoliko minuta — što je važno u uvjetima kada se naglo pojavi potreba za dodatnom snagom ili kad treba kompenzirati manjak proizvodnje iz drugih izvora, poput solar-nih elektrana u danima bez energije Sunca. U tom smislu, *Jaruga* se ponaša kao fleksibilan izvor, koji ne proizvodi kontinuirano u punom kapacitetu, nego u skladu s operativnim potrebama sustava.

Također, budući da postrojenja koriste prirodni dotok vode, njihov se rad mora usklađivati s hidrološkim uvjetima i, što je posebno važno, s ograničenjima koja proizlaze iz položaja HE Jaruga unutar Nacionalnog parka Krka. Prema odredbama Prostornog plana i režimu upravljanja Parkom, u određenim dijelovima godine, a osobito ljeti kada je broj posjetitelja najveći, postrojenje proizvodi u ograničenu vremenu tijekom dana. Biološki minimum koji se mora propuštati preko slapova danju iznosi 14 m³/s, dok noću iznosi 5 m³/s. Također, u razdoblju od 1. lipnja do 30. rujna postrojenja ne smiju raditi između 8 i 20 sati.

Premda tehnički ograničavajuća, ta pravila definirana su s ciljem zaštite okoliša i očuvanja vizualnog doživljaja slapova, koji su ključna atrakcija Parka. Ipak, usprkos tim ograničenjima, HE Jaruga i dalje uspijeva ostvarivati značajnu godišnju proizvodnju, krećući se između 27 i 33 GWh. Zahvaljujući prilagodljivom režimu rada i stalnom nadzoru, ona se učinkovito uključuje u razdobljima kada je protok dovoljan i kada mreža to zahtijeva. Uspostavljen je i režim suradnje između operatora elektrane, Uprave Parka i dispečerskog centra, kojim se osigurava koordinacija rada bez narušavanja prirodne ravnoteže.

S obzirom na ograničenja, osobito ona vezana uz okoliš i turizam, sustav *Jaruga* danas funkcionira više kao pomoćna, balansna i simbolična elektrana, nego kao glavni proizvodni objekt. No, upravo u toj ulozi ima svoju dugoročnu vrijednost. U vremenu energetske tranzicije i sve veće potrebe za fleksibilnim izvorima, postrojenja poput

Jaruge, koja mogu raditi povremeno, brzo i sigurno, ponovno dobivaju na važnosti. Osim toga, njena prisutnost u sustavu podsjeća da su i stari objekti, uz brižno održavanje i osuvremenjivanje, itekako sposobni zadovoljiti kriterije suvremene mreže.

U regionalnom kontekstu, HE Jaruga ima i strateško značenje. U Dalmaciji, gdje su energetske tokove često uvjetovani topografijom, sezonalnošću i ograničenom lokalnom proizvodnjom, svaka hidroelektrana ima važnu ulogu u osiguranju stabilnosti napona i opskrbe. *Jaruga* nije izolirani otočni sustav, nego dio šire mreže u kojoj sudjeluju i druge hidroelektrane, termoelektrane, trafostanice i novi izvori, poput solarnih elektrana i baterijskih spremnika. U tom kontekstu, njena pouzdanost, trenutna dostupnost i uhodani režim rada čine ju vrijednim dijelom tog složenog mozaika.

Na kraju, treba spomenuti i simboličku povezanost Elektrane sa zajednicom i regijom. Premda više ne napaja izravno gradske potrošače kao u prošlosti, njena povijest i kontinuitet rada čine ju važnim elementom tehničke, kulturne i lokalne identitetske baštine. Upravo zato, prisutnost HE Jaruga u mreži nije samo stvar fizike i energije, nego i znak kontinuiteta lokalnog znanja i tradicije u službi suvremenog elektroenergetskog sustava.

Hidroelektrana Jaruga ostaje trajni simbol spoja prirodnih potencijala rijeke Krke, vizije, znanja i hrabrosti ljudi šibenskog područja. Od svoje izgradnje 1903. godine te kroz faze rekonstrukcije i osuvremenjivanja tijekom XX. i XXI. stoljeća, HE Jaruga svjedoči o neprekidnoj težnji društva za napretkom, stabilnošću i održivošću. U temelje njene izgradnje utkani su rad i znanje začetnika Ante Šupuka, Vjekoslava Meichsnera i Ettorea Zorzenonija, čiji je zajednički trud omogućio da Šibenik bude prvi grad u svijetu osvijetljen izmjeničnom strujom proizvedenom u hidroelektrani.

Rekonstrukcije provedene proteklih desetljeća nisu bile samo tehničke intervencije, nego i izraz poštovanja prema industrijskoj baštini. Očuvanjem autentičnih elemenata, poput originalnih turbina i dijelova opreme, HE Jaruga je zadržala svoju kulturnu i povijesnu vrijednost, čineći *most* između prošlosti i budućnosti. Danas, 130 godina od prvog svjetla koje je obasjalo šibenske ulice, Hidroelektrana Jaruga ostaje izvor energije, znanstvene inspiracije i ponosa — dokaz da su vizija, znanje i poštovanje prirode temelj održivog razvoja.

Literatura

- Begonja, M. (2011). *Energetska tranzicija Hrvatske: izazovi i mogućnosti*. Zagreb: Školska knjiga.
- Bilić, M. (2010). *Razvoj prometne infrastrukture u Dalmaciji tijekom 19. stoljeća*. Split: Književni krug Split.
- Buzov, S. (2009). *Kad su gospođe Sejdića i Fatima imale mlinove na Krki: o (preko) graničnoj ekonomiji u Skradinskoj nahiji*. Titius, br. 2
- Ćosić, S. (1995). *Ante Šupuk i razvoj Šibenika u 19. stoljeću*. Šibenik: Muzej grada Šibenika.
- HEP Proizvodnja. (n.d.). *HE Jaruga. Hrvatska elektroprivreda*. Dostupno na: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1534/1534> [preuzeto:19.07.2025]
- HEP Proizvodnja. (n.d.). *HE Jaruga. Hrvatska elektroprivreda*. Dostupno na: <https://www.hep.hr/proizvodnja/osnovni-podaci-11/11> [preuzeto: 22.01.2025]
- HEP Proizvodnja. (n.d.). *Povijest. Hrvatska elektroprivreda*. Dostupno na: <https://www.hep.hr/proizvodnja/o-nama/povijest/7> [preuzeto: 18.04.2025]
- Holjevac, N., & Kuzle, I. (2019). *Prvi cjeloviti višefazni elektroenergetski sustav na svijetu — Krka-Šibenik*. Godišnjak Akademije tehničkih znanosti Hrvatske, 2019(1), 162–174. Dostupno na: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3609896> [preuzeto:12.03.2025]
- Hrvatska elektroprivreda. (n.d.). *Hydroelectric power plants in Croatia* [Brošura]. Dostupno na: https://www.hep.hr/proizvodnja/katalog/pdf/Hydro_power_plants.pdf [preuzeto:29.05.2025]
- IEEE History Center. (2004). *Milestone: Jaruga Hydroelectric Power Plant, 1895*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. s Dostupno na: https://ethw.org/Milestones:Jaruga_Hydroelectric_Power_Plant_1895 [preuzeto: 20.06.2025.]
- Institut za povijest tehničkih znanosti. (2021). *Stoljeće struje u Hrvatskoj: monografija povodom 100 godina elektrifikacije Šibenika*. Zagreb: HEP d.d.
- Jakovčić, D., & Begonja, M. (2007). *Industrijalizacija i elektroenergetika u Hrvatskoj*. Pula: Povijesni institut Istre.
- Krešić, N., & Radić, R. (2004). *Hrvatska tehnička baština: Željeznice*. Zagreb: Tehnička enciklopedija LZMK.
- Kuzle, I., & Filipović-Grčić, A. (2005). *Razvoj elektroenergetskih mreža u Hrvatskoj*. Energija, 54(3), 81–95.
- Markovčić, B., Prpić, I., Pilc, F., & Busatto, A. (Eds.). (1984). *Razvoj elektrifikacije Hrvatske: Od početaka do 1945. godine (I. dio)*. Zagreb: Institut za elektroprivredu.
- Markovčić, B., Prpić, I., Pilc, F., & Busatto, A. (Eds.). (1987). *Razvoj elektrifikacije Hrvatske: Od 1945. do 1983. godine (II. dio)*. Zagreb: Institut za elektroprivredu.
- Marković, I. (2002). *Elektrifikacija Hrvatske 1895.–1945*. Zagreb: Školska knjiga.
- Moser, J. (1998). *Šibensko munjivo: Crtice o izgradnji i korištenju prvog cjelovitog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj*. Šibenik: Gradska knjižnica »Juraj Šizgorić«.
- Mrša, I. (2001). *Revitalizacija HE Jaruga*. U Zbornik radova 1. međunarodnog simpozija: »Hidroelektrane — Obnovljiva energija za danas i sutra«, Šibenik, Hotel »Ivan«, 11–12. lipnja 2001. Hrvatska.
- Nacionalni park Krka. (n.d.). *Povijest elektrifikacije u Šibeniku i HE Jaruga*. Dostupno na: <https://www.npkrka.hr> [preuzeto:19.07.2025]
- Obradović, B. (2015). *Hidroenergetski potencijali rijeke Krke — pregled povijesnog razvoja*. Građevinar, 67(4), 321–330. Dostupno na: <https://doi.org/10.14256/JCE.1076.2014> [preuzeto:19.07.2025]
- Perković, M. (1990). *Energetska politika Jugoslavije*. Zagreb: Sveučilišna naklada Liber.
- Požar, D. (1995). *Povijest elektrotehnike u Hrvatskoj*. U M. Zenić (Ur.), *Stoljeće hrvatske elektroprivrede* (str. 19–46). Zagreb: Hrvatska elektroprivreda.
- Požar, H. (1961). *Razvoj elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj*. Zagreb: JAZU.
- Požar, H. (1978). *Energetska bilanca i razvoj elektroprivrede u Jugoslaviji*. Zagreb:
- Radović, P. (2020). *Digitalna elektroprivreda: tranzicija energetske sustava u Hrvatskoj*. Zagreb: Element.
- Slipac, G. (2020). *HE u Hrvatskoj*. Zagreb: HEP d.d.
- Sušec, Đ. (2010). *HE Krka — neizbrisiva u povijesti elektroenergetike*. HEP Vjesnik, 235(275), 3–8.
- Šander, M., & Kuntić, Z. (2015). *Revitalizacija dovodnog sustava HE Jaruga*. HKIS, Zbornik IV: dani inženjera strojarstva. Vodice
- Šiško, M., Vućak, S., & Dabro, M. (2001). *Aspekti obnove HE Jaruga* [Aspects of refurbishment of Jaruga HPP]. U Zbor-

nik radova 1. međunarodnog simpozija: »Hidroelektrane — Obnovljiva energija za danas i sutra«, Šibenik, Hotel »Ivan«, 11–12. lipnja 2001. Hrvatska.

Šprljan, I. (2013). *Industrijski objekti u Šibeniku*. Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske, 37, 37–58.

Vukičević, I. (2018). *Energetski razvoj Dalmacije od 19. stoljeća do danas*. Zbornik radova Hrvatskog energetskeg društva, 12(2), 45–58.

Zenić, M. (Ur.). (1995). *Stoljeće hrvatske elektroprivrede*. Zagreb: Hrvatska elektroprivreda.

Zenić, M., & suradnici. (1995). *Prvih sto godina hrvatske elektroprivrede*. Zagreb: Hrvatska elektroprivreda. Dostupno na IEEE Global History etwork: https://ethw.org/First_Hundred_Years_of_Electricity_in_Croatia [preuzeto:19.07.2025]



Издавач — Милош Доброта.
 Editore — Miloš Dobrota.

ПАД РИЈЕКЕ КРКЕ. — СКРАДИН.
 CASCATA DEL KERKA. — SCARDONA.











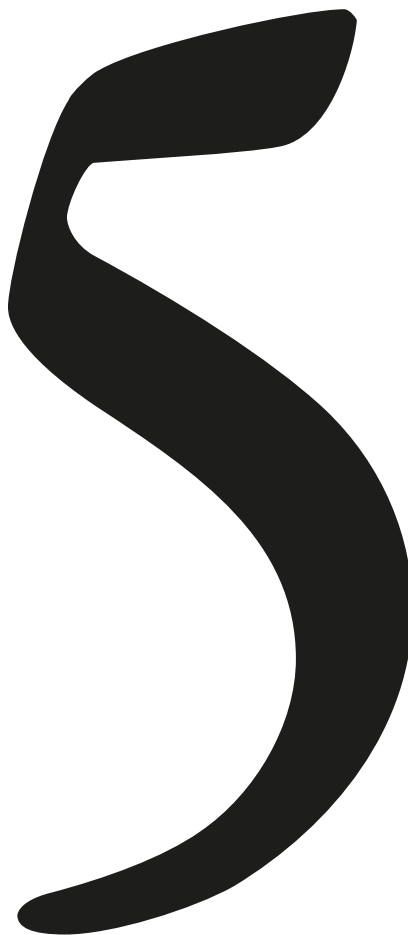


VIZIONARSKA RAZGLEDNICA

Politička mudrost, tehničko znanje,
financijski kapital

Marija Šiško Kuliš, Marija Čulina Rapo, Maja Žunić

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta



Graditelji hidroelektrane Krka, otrgnuti zaboravu

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Kraj XIX. stoljeća bilo je vrijeme ubrzanog osuvremenjivanja. Europa i Sjedinjene Američke Države *ulazile* su u doba električne energije, a rasprava o prednostima istosmjerne i izmjenične struje bila je više od tehničkog pitanja — bila je pitanje civilizacijskog smjera. Pobjedom Teslina i Westinghouseova sustava izmjenične struje stvoren je preduvjet da električna energija postane oslonac svakodnevnog života [Hughes, 1983; Seifer, 1996].

U tom globalnom kontekstu, Šibenik je 1895. godine postao jedan od prvih gradova u svijetu osvijetljen izmjeničnom strujom. Puštanjem u rad hidroelektrane na Skradinskom buku (Hidroelektrana Krka, kasnije Jaruga) 28. kolovoza 1895. godine, mali dalmatinski grad ušao je u svjetsku povijest tehnike [Matas, 2010; Žić, 1998]. Električna rasvjeta na trgovima i ulicama Šibenika postala je znak da i periferija Carstva može kročiti jednakim koracima kao velike metropole.

Iza tog pothvata stajali su ljudi, čija imena zaslužuju da budu otrgnuta zaboravu. Ante i Marko Šupuk, Vjekoslav Meichsner, Ettore Zorzenoni i Giuseppe Franzotti bili su glavni nositelji Projekta. Uz poznata imena stoje i neimenovani graditelji — radnici, majstori i obrtnici, koji su svojim rukama iznijeli teret elektrifikacije. Njihova tiha uloga podsjeća da velike vizije nikada ne zažive bez vrijednih ruku, koje ih pretvaraju u stvarnost.

Naime, taj povijesni trenutak 28. kolovoza 1895. godine, kada je Šibenik zasjao pod svjetlima izmjenične električne struje nije bio tek tehnički pothvat. Bila je to kulminacija vizije, političke odvažnosti, tehničke stručnosti i predanog tinskog rada ljudi koji su razumjeli da energija budućnosti dolazi iz snage prirode — rijeke Krke.

Ante vitez Šupuk — vizionar, gradonačelnik, gospodarstvenik

U tebi je izvor životni, tvojom svjetlošću mi svjetlost vidimo

Ps 36,9.



Ante vitez Šupuk

Ante vitez Šupuk je rođen 21. kolovoza 1838. godine u Šibeniku, u uglednoj obitelji brodovlasnika i trgovaca, čiji se tragovi prate od XVII. stoljeća. Preminuo je u rodnom gradu 11. svibnja 1904. godine. Šibenski gradonačelnik bio je skoro 30 godina — od 1873. do 1903. godine. Bio je ključna osoba u osuvremenjivanju grada Šibenika. U njegovu se mandatu gradio vodovod, uređivala luka, podizale škole, kazalište i ceste. No, najvažnija je bila odluka da grad dobije električnu energiju.

A. Šupuk je bio svjestan da je elektrifikacija više od prestiža: ona je značila gospodarsku konkurentnost i ulazak u novu epohu. Njegova sposobnost da političku volju pretvori u infrastrukturni zahvat pokazuje rijetku kombinaciju odvažnosti i vizije. Podozrivost dijela Gradskog vijeća i financijski rizici nisu ga zadržali. Šibenčani su ga, ne slučajno, pamtili kao *gradonačelnika svjetlosti* [Grubišić, 1995; Peričić, 2004].

On je kao osoba nadilazio granice vremena i prostora. Onomad je rušio *staklene stropove* i svjetlost širio u sva područja ljudskog djelovanja. Naime, na ovim našim krševitim prostorima, čovjek i stablo moraju imati snažno korijenje da ih ne polomi *vjetar s Dinare*. Upravo tako snažno obiteljsko korijenje imao je i A. Šupuk, a ono ga je čuvalo, i očuvalo.

A. Šupuk je svoje obiteljsko stablo nadopunio s dvije grane koje je stvorio sa suprugom Pilomenom Carbonetti, a one žive i danas ... Imali su dvoje djece: kćerka Beatrice, poznato je da je umrla mlada, bez potomaka. Nasreću, imali su i sina Marka koji je sa suprugom Matildom imao čak petero djece (Klaudio, Miloš, Ljubo, Leo i Olga). Dio Šupukovih potomaka danas živi u Italiji te u Šibeniku, Splitu, Zadru i u Zagrebu. Nekolicina potomaka i danas održava obiteljsko naslijeđe, uključujući i obnovu posjeda uz slapove Krke.

U mladosti je upravljao obiteljskim gospodarstvima na Skradinskom buku i u Konjevratima, gdje je razvio mlinarstvo, što je postavilo temelje njegovom kasnijem poduzetničkom duhu i izgradnji HE Krka.



Obitelj Ante Viteza Šupuka

Izgradnja HE Krka, pod njegovim vodstvom, predstavlja prijelomnicu u povijesti elektrifikacije Šibenika i obuhvatnijeg područja, a nje-na uloga nadilazi tehnička postignuća, jer je izravno utjecala na urbanizaciju, industrijalizaciju i kvalitetu života stanovnika Šibenika.

Nakon Drugog svjetskog rata, Šupukova obitelj izgubila je Hidroelektranu i veći dio imanja, zbog nacionalizacije.

Politički angažman i uloga Gradonačelnika

Politički angažman Ante viteza Šupuka kao gradonačelnika Šibenika započeo je 1873. godine. Na izborima za Dalmatinski sabor 1870. godine, bio je izabran kao kandidat Narodne stranke, zastupnik vanjskih općina Šibenika i Skradina.

To je bio prvi veći grad u tadašnjoj austrijskoj pokrajini Dalmaciji, gdje je Narodna stranka uspjela osvojiti vlast. Taj Sabor izabrao je A. Šupuka za gradonačelnika Šibenika.

Jednako tako, bio je zastupnik u domu Carevinskog vijeća u Beču, gdje mu je car Franjo Josip I. udijelio titulu viteza.

A. Šupuk je bio gradonačelnik u razdoblju značajnih društvenih i političkih promjena, koje su otvarale nove mogućnosti za urbani razvoj. Te promjene pružale su okvir u kojem su inovativna inženjerska i

upravljačka rješenja mogla biti i primijenjena. Izbor A. Šupuka na ovu funkciju treba sagledavati u kontekstu njegove sposobnosti prepoznavanja i iskorištavanja tih mogućnosti za unaprjeđenje grada [Šprljan, 2014].

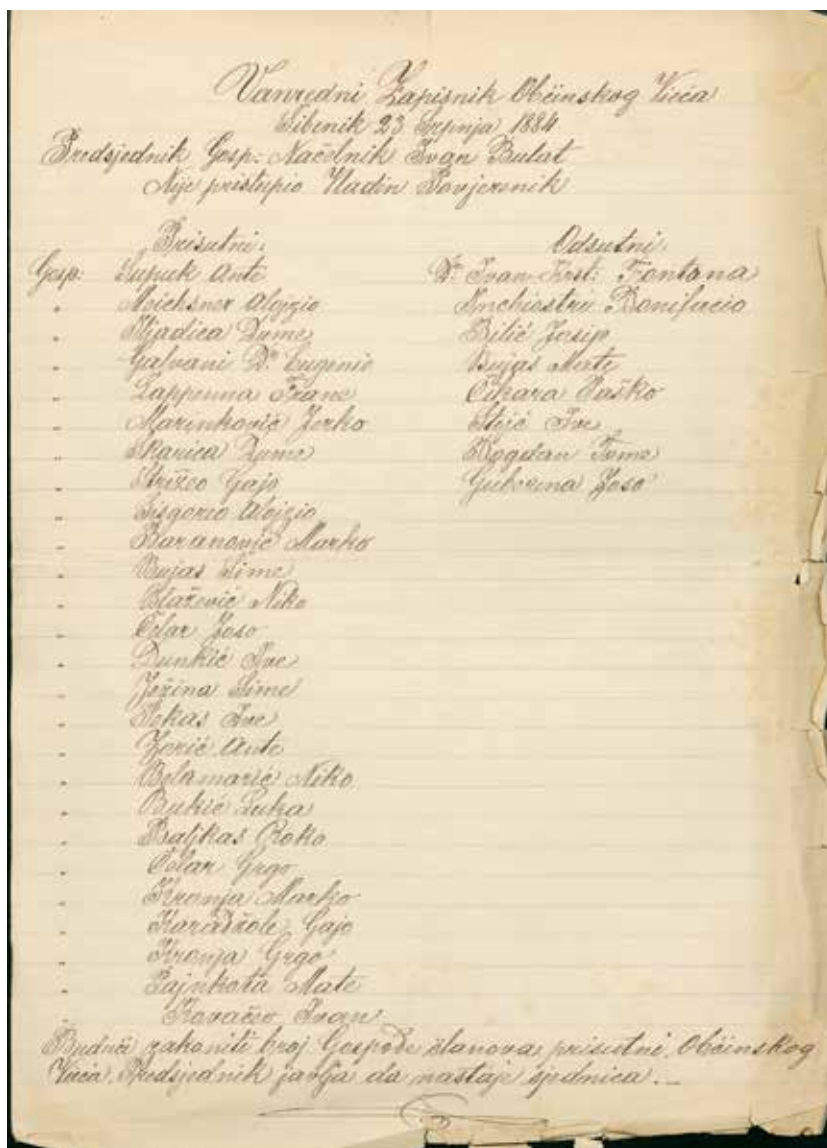


Portreti svih zastupnika Narodne stranke u sazivu Pokrajinskog sabora 1870. godine (izvor: Muzej grada Šibenika). Arhivska fotografija

Njegovo stratezijsko upravljanje bilo je usredotočeno na racionalno korištenje i poboljšanje gradskih resursa, posebno kroz projekte vezane uz unaprjeđenje javne infrastrukture. Ključni prioriteti bili su usmjereni na razvoj vodovodne mreže, poboljšanje sanitarnih uvjeta te širenje komunalnih usluga. Te su inicijative značajno podigle razinu javnog zdravlja te omogućile Šibeniku da se bolje prilagodi industrijskim izazovima s kraja XIX. stoljeća [Pokrivač i sur., 2013].

Kritička analiza građe iz relevantnih izvora pokazuje da je A. Šupuk nerijetko prikazivan samo kao tehnički inovator, dok su njegove političke kompetencije i sposobnost objedinjavanja tehnološkog i političkog vodstva često zanemarene [Pokrivač i sur., 2013; Šprljan, 2014]. Jednako tako, uloga A. Šupuka kao gradonačelnika nadišla je puko administracijsko upravljanje, jer je aktivno sudjelovao u planiranju i provođenju strategija osuvremenjivanja. Njegova vizija dugoročne urbanizacije uključivala je tehnološki napredak, koji je omogućio razvoj grada. Takav pristup pokazuje da je A. Šupuk bio svjestan dinamike procesa osuvremenjivanja te potreba lokalne zajednice, čime se nametnuo kao ključna osoba u razvoju Šibenika [Šprljan, 2014].

Jedan od bitnih elemenata Šupukova političkog stila bila je njegova spremnost na suradnju s tehničkim stručnjacima i industrijalcima. Osnivanje društva *Prva povlaštena električna centrala u Dalmaciji — Krka* 1895. godine, predstavlja primjer institucionalizacije inovacija, koja je osigurala održivost projekta i stvorila temelj za daljnji ekonomski rast grada [Teklić & Čipčić, 2022]. Takvo partnerstvo s privatnim sektorom rijedak je primjer u tadašnjoj hrvatskoj urbanističkoj praksi, što dodatno naglašava Šupukovu pionirsku ulogu u objedinjavanju javnih i privatnih resursa, danas poznatih kao *joint venture* partnerstvo. Taj model posljedično je utjecao na stvaranje povoljnijeg ekonomskog okruženja u Šibeniku.



Zapisnik općinskog vijeća — Šibenik od 23. srpnja 1881. godine (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku) Izvorni zapisnik Obćinskoga Vijeća.

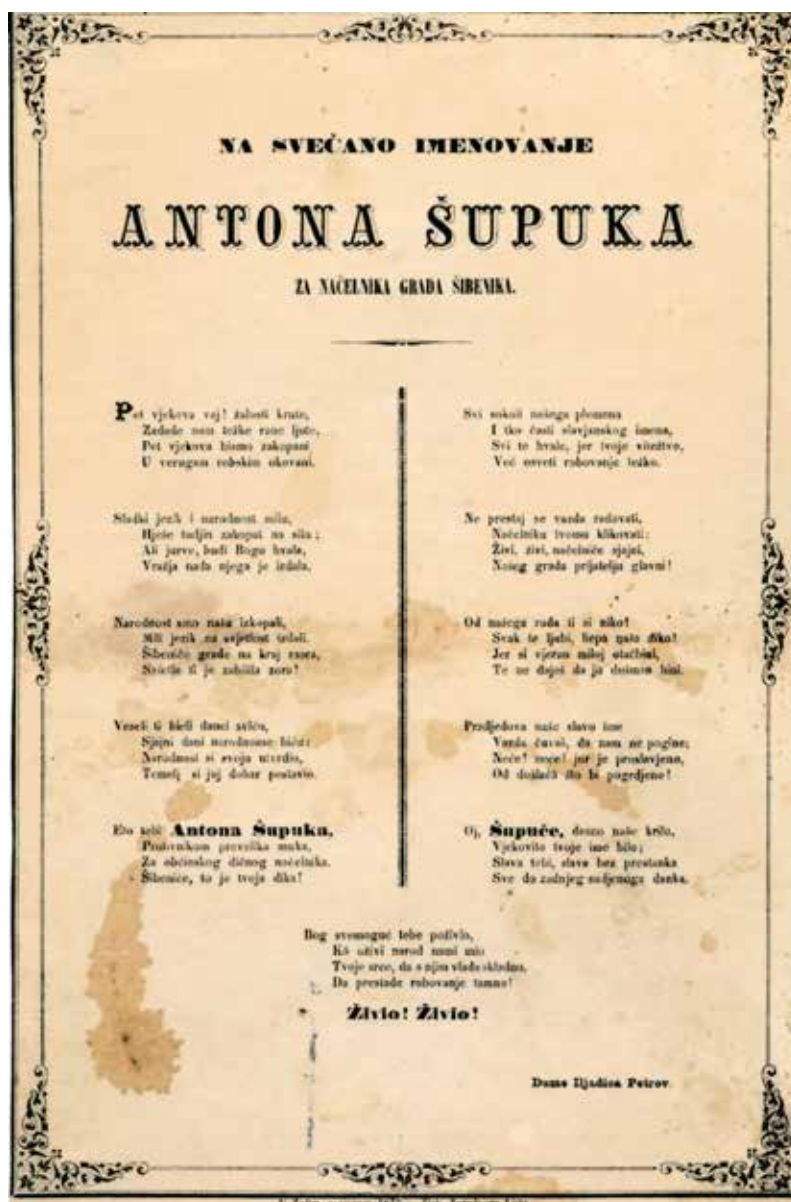
Rukopisni zapisnik sjednice Općinskog vijeća u Šibeniku od 23. srpnja 1881. godine donosi dragocjen uvid u lokalnu samoupravu krajem XIX. stoljeća. Dokument, pisan tintom na bilježničkom papiru s mrežastom podlogom, svjedoči o administrativnoj praksi i društvenim strukturama grada u doba Austro-Ugarske Monarhije. Sjednici je predsjedao načelnik Šime (Šimun) Bulat, uz asistenciju povjerenika. U zapisniku se navodi popis vijećnika. Prisutni: Ante Šupuk, Alojzije Meichsner, Šime Vujasin, Niko Vujasin, Šimun Kapunar, Jerko Novaković, Šime Vranica, Gjuro Šiško, Alojzije Grgores, Nikola Bulumović, Šime Bujas, Niko Blažević, Jozo Cifka, Šime Šunko, Šime Vrlja, Šime Pulić, Ante Zorić, Niko Bulumarić, Luka Perčić, Roko Bačić, Gjuro Pulić, Anto Strenja, Gjuro Hundidić, Gjuro Šimunac, Stane Pavletić i Šimun Živković. Odsutni: dr. Ivan Katličić, Bonifacije Sordetto, Josip Billić, Mate Vujalović, Šisko Cifora, Šime Šipo, Tome Bogdan i Jozo Guberina. Na kraju je istaknuto da je, budući da je zakonski broj članova bio nazočan, sjednica mogla pravovaljano započeti. Ovaj dokument predstavlja vrijedan povijesni izvor za istraživanje političkog, društvenog i tehničkog razvoja Šibenika u drugoj polovici XIX. stoljeća, posebno jer se u popisu vijećnika nalaze ključne osobe poput Ante Šupuka, kasnijeg gradonačelnika i pokretača elektrifikacije grada, te Alojzija (Vjekoslava) Meichsnera, inženjera zaslužnog za razvoj hidroenergetskih projekata

Uz to, takvim načinom A. Šupuk je osigurao održivost elektroenergetskog projekta i otvorio mogućnost za širenje industrijskih kapaciteta i otvaranje novih radnih mjesta [Pokrivač i sur., 2013].

Politička i infrastrukturna ostavština Ante viteza Šupuka ogleda se u snažnom gospodarskom i demografskom razvoju Šibenika. Grad je skoro udvostručio broj stanovnika između 1880. i 1910. godine, što ukazuje na izravnu povezanost strateških investicija i rasta životnog standarda [Škarica, 2006; Pokrivač i sur., 2013].



Car Franjo Josip I (izvor: Muzej grada Šibenika)



Svečana pjesma povodom izbora Ante Šupuka za načelnika općine Šibenik (izvor: Muzej grada Šibenika)



Pečati Ante Šupuka (Izvor: Muzej grada Šibenika)



Pečat Šibenskog obćinskog
upraviteljstva (Izvor: Muzej
grada Šibenika)

Šupukova era velikih infrastrukturnih projekata

U drugoj polovici XIX. stoljeća Šibenik je bio grad na razmeđi provincije i suvremenog napretka. Tada je to bio grad u kojemu je većinu stanovništva činila radnička i pućanska populacija, dok je bilo približno 95 posto građana kojima su bila uskraćena osnovna građanska prava [Mikulandra, 2023]. Takva društvena struktura stvorila je poseban okvir, unutar kojeg se razvijala svijest o potrebi za društvenim i gospodarskim promjenama. U takvom ozračju oblikovao se i Ante vitez Šupuk, koji je od ranih godina pokazivao iznimnu ambiciju i snažan osjećaj odgovornosti prema lokalnoj zajednici.

Upravo je on prepoznao da se napredak ne može temeljiti samo na obrtima i trgovini, nego na infrastrukturi koja povezuje prirodne resurse — vodu, rude i promet — u jednu razvojnu cjelinu [Hrvatski povijesni muzej [HPM], 2018]. Veliki infrastrukturni projekti, koje je inicirao ili prepoznao njihovu srž i potaknuo ostvarenje, imali su svoj slijed i svrsishodnu poveznicu.

Svako putovanje i napredak započinje prvim korakom, a A. Šupuk je svoje vizionarsko putovanje započeo željezničkom prugom.



Željeznička pruga: Šibenik–Perković: promet, ruda, luka

Godine 1877. puštena je u promet željeznička pruga Šibenik–Perković, projekt koji je A. Šupuk energično zastupao u Dalmatinskom saboru i u Carevinskom vijeću u Beču. Ona je imala višestruko značenje: (1) povezala je šibensku luku s unutrašnjošću Dalmacije i Monarhije, (2) omogućila izvoz ruda i sirovina, osobito iz rudnika ugljena u Siveriću i okolice Drniša, (3) postala logistička osnova za razvoj industrije u gradu i luci.

Rudnik u Siveriću, otvoren još sredinom XIX. stoljeća, bio je najstariji organizirani ugljenokop u Dalmaciji. Njegova proizvodnja bila je toliko važna da je upravo izgradnja željezničke pruge Šibenik–Knin

bila opravdana, prvenstveno izvozom ugljena iz Siverića [Grubišić, 1995]. Ugljen je tada bio glavno gorivo za parne strojeve, brodove i industriju, a time i preduvjet osuvremenjivanja.

Željeznica je, dakle, Šibeniku otvorila perspektivu: grad je postao izlazna luka za rudnike i prometni čvor za energente, što će kasnije u potpunosti doći do izražaja s izgradnjom hidroelektrane na Krki [Ćosić, 1995; Krešić & Radić, 2004]. Naime, pruga je omogućila prijevoz teških dijelova turbina, generatora i građevinskog materijala iz šibenske luke prema unutrašnjosti, uključujući i područje oko rijeke Krke, gdje su izvođeni radovi izgradnje HE Krka te nekoliko godina kasnije i izgradnje HE Jaruga, a potom HE Manojlovac i MHE Roški slap. Tako je graditelj HE Krka inženjer Vjekoslav Meichsner, koristeći postojeću prometnu povezanost, mogao brže i sigurnije koordinirati isporuku, što je značajno smanjilo ukupne troškove i trajanje gradnje HE Jaruga [Ćosić, 1995; Skoko, 2016; Bilić, 2010; Vukičević, 2018]. Kako je spomenuto, izgradnja željezničke pruge potaknula je brojne gospodarske projekte, a jedan od značajnih je izgradnja gradskog vodovoda. Naime, A. Šupuk je znao da će za potrebe željeznice Državna uprava morati dovesti vodu do grada. I prije puštanja u promet pruge Šibenik — Perković, potpisao je ugovor s Upravom državnih željeznica o gradnji vodovoda od rijeke Krke do Krešimirova Grada.



Situacija Šibenskog vodovoda prvog suvremenog vodovoda u Dalmaciji 1879. godine (Izvor: Muzej grada Šibenika). Arhivska grafika.

Gradski vodovod: Skradinski buk i Jaruga kao preteče hidroelektrane Krka

Dvije godine nakon puštanja u rad pruge, 1879., Šibenik je dobio gradski vodovod s izvorištem na Skradinskom buku i crpnom stanicom ispod Skradinskog buka, spremnicima, cjevovodom te gradskom vodovodnom mrežom sa šest javnih česmi.

Bio je to prvi suvremeni vodovod u Dalmaciji, namijenjen istodobno stanovništvu i parnim lokomotivama. Na otvorenju su građani Šibenika prvi put svjedočili korištenje tekuće vode iz slavina. [Vrančić, 2012]. Taj infrastrukturni pothvat značajno je unaprijedio sigurnost i stabilnost opskrbe pitkom vodom, čime su se poboljšali javno zdravlje i higijenski uvjeti u Šibeniku. Jednako tako, smanjenje broja zaraznih bolesti zabilježeno nakon uvođenja vodovodnog sustava svjedoči o izravnom utjecaju tog projekta na kvalitetu života lokalnog stanovništva [Škarica, 2006].

Ono što je posebno važno u kontekstu ove Monogra-



Javna česma s kraja XIX. stoljeća u Šibeniku. (Izvor: Muzej grada Šibenika). Arhivska fotografija.

fije, hidrološki potencijal Skradinskog buka prvi je put sustavno bio iskorišten upravo u vodovodnom projektu — i to će se pokazati odlučujuće za energetska iskorak 1895. godine.

Sve u svemu, politički i tehnički značaj vodovoda je golem: (1) omogućio je higijenu i kvalitetniju svakodnevicu, (2) osigurao stabilnu vodoopskrbu za promet i industriju, (3) izgradio infrastrukturu (zahvat na Jaruzi, tlačni vodovi) koja će kasnije biti iskorištena za izgradnju HE Krka [Matić, 2016; HPM, 2018].

Gradska rasvjeta (1895.): od plinskih lampi do *noći svjetlosti*

Javna rasvjeta bila je projekt koji su građani najizravnije osjetili. Početkom 1870-ih, Šibenik je imao uljne i plinske lampe u središtu grada, što je već predstavljalo civilizacijski iskorak. No, A. Šupuk je razmišljao dalekosežnije — o električnoj rasvjeti kao simbolu ulaska u novu epohu.



Šibenski perivoj (Izvor: Muzej grada Šibenika) Arhivska fotografija.

To se ostvarilo 28. kolovoza 1895., kada je proradila hidroelektrana na Krki. Te večeri grad je zasjao s nekoliko stotina električnih žarulja raspoređenih na tridesetak mjesta [Grubišić, 1995]. Prva električna žarulja zasvijetlila je na Trgu Republike Hrvatske (današnja Poljana). Šibenik je time postao prvi potpuno elektrificirani grad u svijetu [Karaman, 2004]. Za građane je to bio prvi susret s električnom energijom, a za Šibenik trenutak ulaska u svjetsku povijest tehnike: postao je prvi grad u Europi i drugi u svijetu s izmjeničnom javnom rasvjetom [HPM, 2018]

Električna energija omogućila je da grad ima sigurnu rasvjetu, ali i da napreduje industrija prerade ruda i metala. [Grubišić, 1995; HPM, 2018]. Jednako tako, taj projekt svjedočio je o brzini primjene tada najsuvremenijih tehnologija te spremnosti Gradske uprave da ulaže u suvremeno opremanje javnih prostora, što je dodatno osnažilo ugled Šibenika na europskoj razini [Meichsner i sur. 1895].

Pokretanje inicijative za izgradnju Hidroelektrane Krka (1895.) — spoj vode, pruge i rudnika

Kada je proradila Hidroelektrana Krka, jasno se pokazao kontinuitet Šupukove vizije. Lokacija i tehničko iskustvo vodovoda iz 1879. omogućili su gradnju elektrane, a željeznica i luka dali su joj gospodarski smisao.

HE Krka, komercijalna hidroelektrana u Europi, ono je po čemu A. Šupuka pamti njegov Šibenik, Hrvatska i svijet. Naime, njegova suradnja s inženjerom V. Meichsnerom rezultirala je razvojem i gradnjom jednog od prvih višefaznih elektroenergetskih sustava u svijetu [Meichsner i sur., 1895; Dukić, 2015, Teklić & Čipčić, 2022. Njegovi doprinosi uspjehu tog projekta su, primjerice:



Šibenska lučna svjetiljka iz 1895. godine (Izvor: Muzej grada Šibenika, Snimio. Ž. Krnčević)

- vizija i inicijativa: prvi je prepoznao da HE Krka može napajati grad električnom energijom, u vrijeme kada su mnogi smatrali da je to nedostižno;
- osiguranje koncesije: pregovarao je s austrougarskim vlastima i dobio dozvolu za iskorištavanje Skradinskog buka, što je u tadašnjem administracijskom sustavu bio izniman uspjeh;
- financiranje projekta: uložio je znatan dio vlastitog kapitala, ali i osigurao kredite i potporu Grada, riskirajući osobnu imovinu;
- organizacija izgradnje: svakodnevno je obilazio gradilište, pozna-
vao svakog majstora i radnika, brinući o motivaciji, opskrbi i ro-
kovima.

Priču o ulozi A. Šupuka može se vizualizirati kao *razvojnu matricu svjetlosti i energije*. Ako se promatraju odvojeno željeznica, vodo-
vod, rasvjeta i hidroelektrana — mogu izgledati kao različiti
gradski projekti. No, u kontinuitetu oni pokazuju jasnu razvoj-
nu logiku:

- željeznica (1877.) povezala je rudnike i luku,
- vodovod (1879.) donio higijenu i stvorio hidrotehničku osnovu,
- rasvjeta (1895.) bila je vidljivo *lice* osuvremenjivanja,
- hidroelektrana (1895.) pretvorila je vodu Krke u električnu ener-
giju i industrijski rast.

Vrhunac tog procesa bila je noć 28. kolovoza 1895., kada su ulice Ši-
benika zasjale električnim svjetlom. Za građane je to bio trenutak u
kojem je grad *izišao* iz mraka i zakoračio u budućnost.

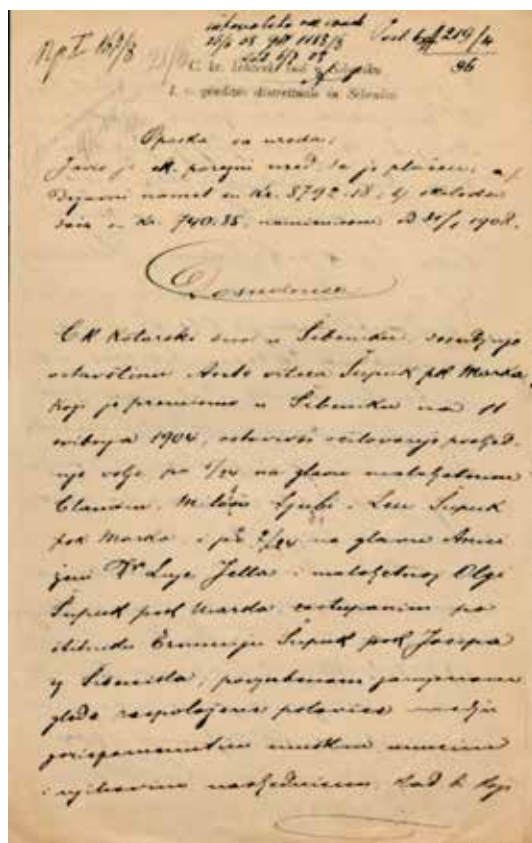
Bogata ostavština Ante viteza Šupuka

Ante vitez Šupuk tako je ostao zapamćen, ne samo kao gradonačel-
nik, nego kao strateg industrijskog i energetskog osuvremenjivanja,
koji je povezao rudnike Siverića, vodu Krke i tehniku izmjenične
struje u jedinstvenu povijesnu priču.

Jednako tako, zahvaljujući opskrbi električnom energijom iz HE Krka,
ubrzan je razvoj industrije u Šibeniku, što je omogućilo pokretanje
novih industrijskih pogona i preoblikovalo grad u jedno od ključnih
industrijskih središta Dalmacije. Do početka Prvog svjetskog rata,
šibensko područje činilo je 17 posto ukupne dalmatinske površine
pod vinovom lozom, što pokazuje kako su industrijski i poljoprivred-
ni sektor rasli usporedo, omogućujući raznolikost lokalne ekonomije
[Anić, 2020].

Šupukova uloga je daleko nadilazila granice uobičajenog gradonačelničkog djelovanja. Njegova sposobnost prepoznavanja i primjene tada najsuvremenijih tehnoloških postignuća, osobito kroz izgradnju HE Krka i sustava elektrifikacije grada, omogućila je Šibeniku brzo prihvaćanje inovacija, koje su izravno utjecale na poboljšanje životnog standarda. Elektrifikacija nije bila samo infrastrukturno rješenje, već i poticaj razvoju industrije, otvaranju novih radnih mjesta te širenju obrazovnih i kulturnih institucija, čime su stvoreni preduvjeti za dugoročni demografski i gospodarski razvoj. Sustavna ulaganja u komunalnu infrastrukturu, među kojima se posebno izdvaja i projekt vodovoda, osigurala su javno zdravlje i povećala otpornost zajednice na društvene izazove te istodobno poslužila kao model i nadahnuće za druge urbane sredine.

Ostavština Ante viteza Šupuka ostaje ključni temelj hrvatske industrijalizacije i osuvremenjivanja, posebno kroz njegov rad na izgradnji HE Krka i razvoju elektroenergetike. Njegove vizije i projekti pridonijeli su preoblikovanju Šibenika u tehnološki napredan grad te postavili temelje za buduće gospodarske i društvene promjene.



Prva stranica ostavinske rasprave nakon smrti Ante viteza Šupuka (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku)



Prva stranica oporuke Ante viteza Šupuka (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku)



Natpis na grobu Ante viteza Šupuka u Šibeniku (Snimio Ž. Krnčević, 2018)

Njegov angažman oblikovao je nasljeđe, koje i danas nadahnjuje za razvoj hrvatskog urbanog i energetskeg sektora.

Njegova kombinacija političke vizije, tehničke pismenosti i poduzetničkog duha omogućila je primjenu zamisli koje su daleko nadilazile tadašnje standarde. Danas se s pravom smatra jednim od najvažnijih hrvatskih osuvremenitelja s kraja XIX. stoljeća.

Ante vitez Šupuk sve svoje materijalno imanje ostavio je unucima. U svojoj oporuci, znakovito im je napisao:

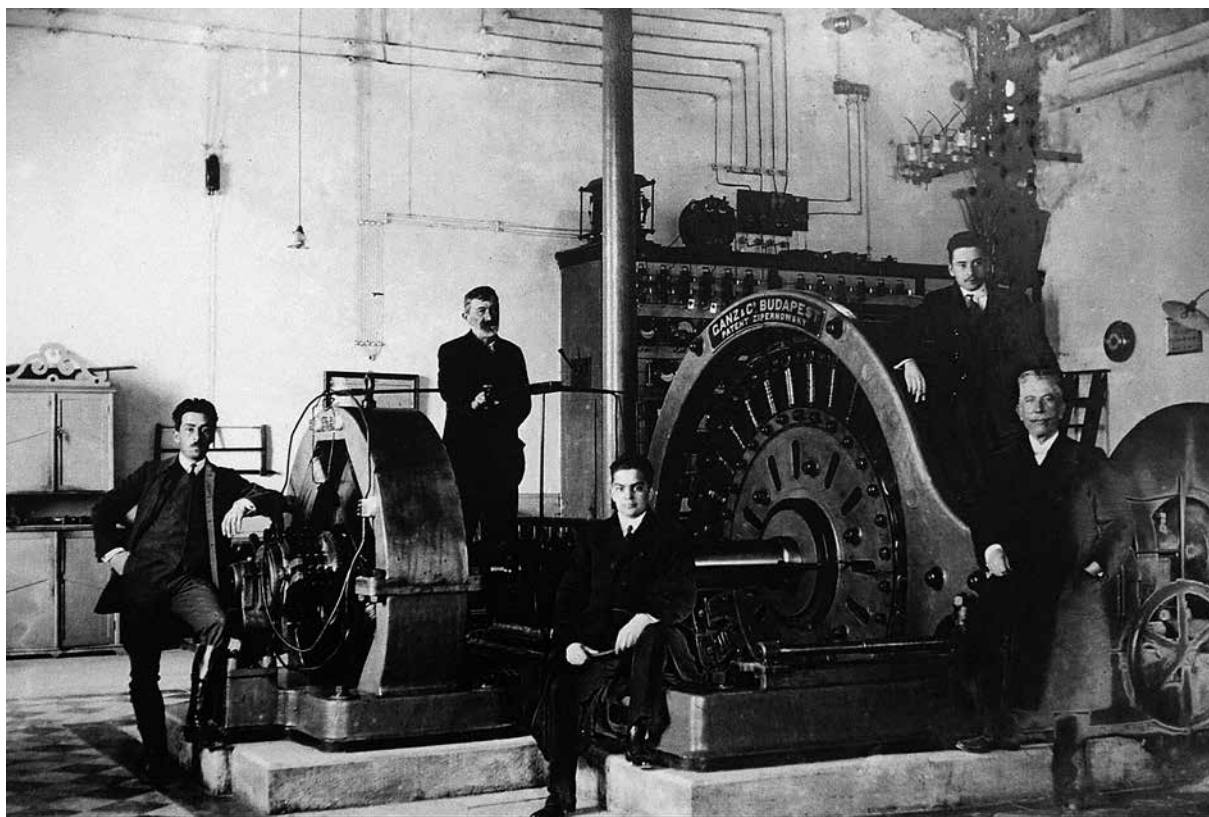
»Preporučam mojim unucima da budu uvijek u svim svojim pothvatima imali u prvom redu pred očima boljitak i sreću svojega hrvatskog naroda i svog rođenog grada. U tom pogledu neka stupaju stazom pokazanom od naših pređa i neka nastoje da budu na diku.«

Međutim, istinsko naslijeđe baštini grad Šibenik i Lijepa Naša. Baštine ga oduvijek i zauvijek novi naraštaji iz loze Hrvata.

Malo je imena u povijest Hrvata koja se tako snažno izdvajaju kao ime Ante viteza Šupuka. Njegova djela pokazuju da politika može biti više od upravljanja — ona može biti vizionarstvo, hrabrost i stvaralačka snaga koja otvara nove obzore. U vremenu kada su dalmatinski gradovi trpjeli prometnu izoliranost, gospodarske slabosti i društvene prepreke, A. Šupuk je u Šibeniku pronašao način kako lokalnu zajednicu podići na razinu svjetskih predvodnika.

Kao gradonačelnik, predvodio je inicijaciju i ostvarenje niza kapitalnih projekata: izgradio je suvremeni vodovod, uredio rivu, otvorio nove prometnice, preoblikovao gradsko središte. Time je Šibeniku *udahnulo* novi *ritam* i osigurao mu temelj urbanog rasta. No najveće njegovo djelo, ono koje je prešlo granice lokalnog i nacionalnog značenja, bila je izgradnja hidroelektrane na rijeci Krki i elektrifikacija grada 1895. godine.

Taj čin bio je prijelomna točka — Šibenik je postao jedan od prvih gradova u svijetu s električnom rasvjetom iz snage rijeke. Električno svjetlo nije bilo samo tehničko postignuće, nego i znak kulturne i društvene hrabrosti. U trenutku kad su se upalile prve električne žarulje, Šibenik je pokazao da Hrvatska može ravnopravno sudjelovati u svjetskim procesima razvoja, a da lokalna zajednica ima snagu predvodnika.



Ante i Marko Šupuk sa suradnicima kraj Generatora HE Krka (Izvor: Muzej grada Šibenika)

Šupukovo naslijeđe nije samo u kamenim građevinama i tehničkim postignućima, nego i u ideji da vizija i graditeljstvo mogu promijeniti život cijele zajednice. Njegov rad pokazuje da se odlučnošću, znanjem i vjerom u budućnost može ostvariti dobrobit koja traje naraštajima. Hidroelektrana na Krki, stoga, nije tek industrijski objekt, već simbol stvaralačke energije i pionirske hrabrosti.

Danas, u vremenu novih rasprava o održivosti i ulozi energije u društvu, Šupukovo djelo poprima novu snagu. Podsjeća nas da velike promjene započinju s vizijom pojedinca koji ima hrabrosti svoje uvjerenje pretvoriti u djelo.

Ante vitez Šupuk ostaje utemeljitelj jedne paradigme hrvatskog vizionarstva i graditeljstva. Njegovo ime nije samo spomen na političara i inženjerskog pokrovitelja, nego trajni podsjetnik da i mali grad može svojim svjetlom *obasjati* svijet. Električno svjetlo koje je 1895. godine zasjalo Šibenikom ostaje metafora zajedničke hrabrosti, znanja i stvaralačke energije — temeljnih vrijednosti na kojima počiva svaki napredak.

Luigi (Vjekoslav) Meichsner — inovativan poduzetnik, građevinski inženjer

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta

Luigi (Vjekoslav) Meichsner rođen je 9. lipnja 1865. godine u Monzi pokraj Milana (tada Lombardijsko Venecijanska kraljevina) od oca Carla Meichsnera von Meichsenau, visokog dužnosnika Austrijske carevine i majke Marije. Preminuo je 29. travnja 1916. godine u Zadru, a pokopan je u gradu Šibeniku. [Škarica, 2006.] Potjecao je iz obitelji njemačko–austrijskog podrijetla, koja se doselila u Dalmaciju sredinom XIX. stoljeća. Bio je oženjen i imao dvoje djece [Ćosić, 1995], a njegov obiteljski život bio je obilježen disciplinom, obrazovanjem i dubokom povezanošću s tehničkim i znanstvenim krugovima Monarhije.

Obiteljsko podrijetlo ključno je za razumijevanje njegova društvenog i profesionalnog uspona. Naime, povijesni pregled industrijskog razvoja Šibenika otkriva kako su članovi društvenih elita, poput V. Meichsnera, djelovali kao posrednici između državnih politika i lokalnih potreba. Njihova uloga katalizatora društvenih i tehničkih promjena konkretno se očitovala u ostvarenju kapitalnih projekata, poput elektrifikacije Šibenika i izgradnje vitalne industrijske infrastrukture [Teklić & Čipčić, 2022].

Meichsnerov primjer pokazuje kako su status i društvena moć mogli izravno utjecati na promicanje novih tehnologija i integraciju suvremenih standarda u tradicionalna društva. Njegov doprinos osuvremenjivanju hidroenergetskog sektora ostavio je trajan utjecaj na ovo područje, čime se njegovo naslijeđe može prepoznati i u suvremenim industrijskim praksama [Šprljan, 2014].

Ako je A. Šupuk bio politička snaga, onda je V. Meichsner bio tehnički arhitekt. Školovan u Beču, V. Meichsner je u Šibenik donio najnovija znanja elektrotehnike. Njegov je projekt uključivao derivacijski kanal, strojarnicu s turbinom i generatorom te dalekovod — jedan od prvih takvih u Europi.

V. Meichsner je morao raditi u zahtjevnim uvjetima dalmatinskog krša, gdje su voda i kamen nametali tehničke izazove. Preciznošću i upornošću uspio je spojiti slapove Krke i gradske ulice u jedinstveni energetske sustav. Povjesničar Vojislav Mazzocco kasnije je zapisao da je V. Meichsner *inženjerskim znanjem i praktičnim razumom premostio ponor između ideje i stvarnosti* (Mazzocco, 1970).



Luigi (Vjekoslav) Meichsner

21/I 6.-
289.-

Gospodinu
Vjekoslavu Meichsneru
Šibenik

Na riječi Vaše molbe pred. 21
tekućeg lipnja 1896. god. na
jačinu broj: pričinu Vašu
u ovime da je po Vaši novo-
izgradnja kula, na koji se
odnosio amatorski odluka 21/II 96
br. 2786, bila pregledana i
potvrđena u imenu S. G. gradskog
prokurora 15/II 1896. te prona-
đeno da se radi, i to, da se
u čisto izgradnja, te da ista
u određene vrste upotrebljavati
može.

Šibenik 21/I 1896

[Signature]

9. 21/I 96
[Signature]

Uporabna dozvola za prvi cjeloviti elektroenergetski sustav izmjenične struje u Europi 1896. (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku) Službeni dopis od 9. lipnja 1896. upućen Vjekoslavu Meichsneru, kojim se potvrđuje pravo korištenja rijeke Krke za tehničke svrhe. Dokument je ključni administrativni akt vezan za izgradnju i rad HE Krka

Inženjerski doprinos V. Meichsnera izgradnji HE Krka i HE Miljacka

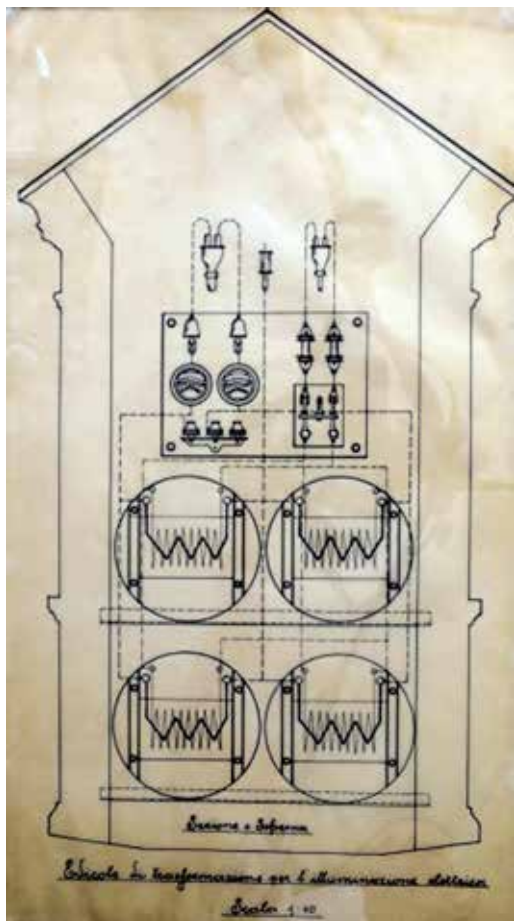
Vjekoslav Meichsner je bio osnivač prvog elektroprivrednog poduzeća u Hrvatskoj s proizvodnjom, prijenosom, distribucijom i blagajnikom za naplatu ugovorene količine električne energije. Projektirao je i izradio nacрте HE Krka, dalekovoda i gradske razdjelne mreže.

Štoviše, mnogobrojni su značajni inženjerski doprinosi V. Meichsnera u izgradnji hidroelektrana na Krki, elektrifikaciji i u ostvarenju infrastrukturnih projekata u Dalmaciji. U nastavku je priloženo nekoliko njih, tematski povezanih s temom ove Monografije.

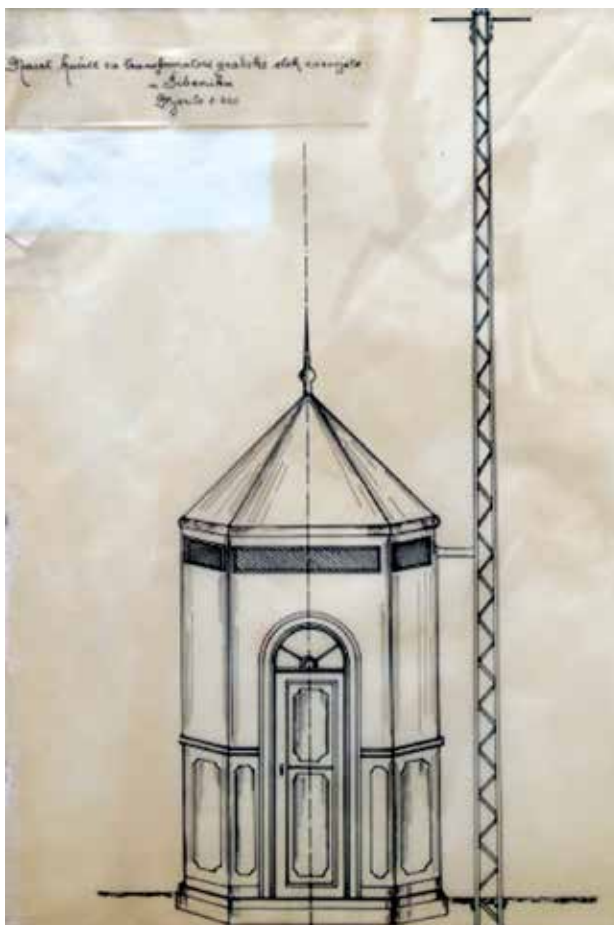
Kao glavni inženjer, V. Meichsner je osmislio tehnička rješenja prilagođena specifičnim uvjetima rijeke Krke. Njegovo znanje o hidroenergiji i turbinskim sustavima omogućilo je učinkovito projektiranje elektrane koja je, uz HE Niagara u SAD-u, bila među prvim komercijalnim hidroelektranama u svijetu [Čosić, 1995; Vukićević, 2018].

Koordinirao je tim stručnjaka iz tvrtki Siemens & Halske i Ganz, koji su isporučivali generatore i turbine, ali i lokalnih građevinara i geodeta, koji su izvodili zahtjevne radove u krškom terenu [Krešić & Radić, 2004]. Osim tehničkog projektiranja, imao je ulogu glavnog nadzornog inženjera gradilišta, brinući o svakom segmentu izvođenja radova — od temeljenja objekata u blizini slapova do ugradnje generatora i uspostave prijenosne mreže prema Šibeniku [Bilić, 2010].

Proveo je odabir dvofaznog generatora i odgovarajućih turbina za HE Krka, gdje je posebno zamjetna primjena naprednih europskih tehničkih rješenja u Meichsnerovim projektima. Ta je odluka omogućila korištenje visokog napona i učinkovit prijenos električne energije na velikim udaljenostima, što je u to vrijeme predstavljalo tehnički izazov koji je malo tko uspješno rješavao. Na taj je način HE Krka postala tehnički standard na ovom i europskom području [Holjevac & Kuzle, 2019].

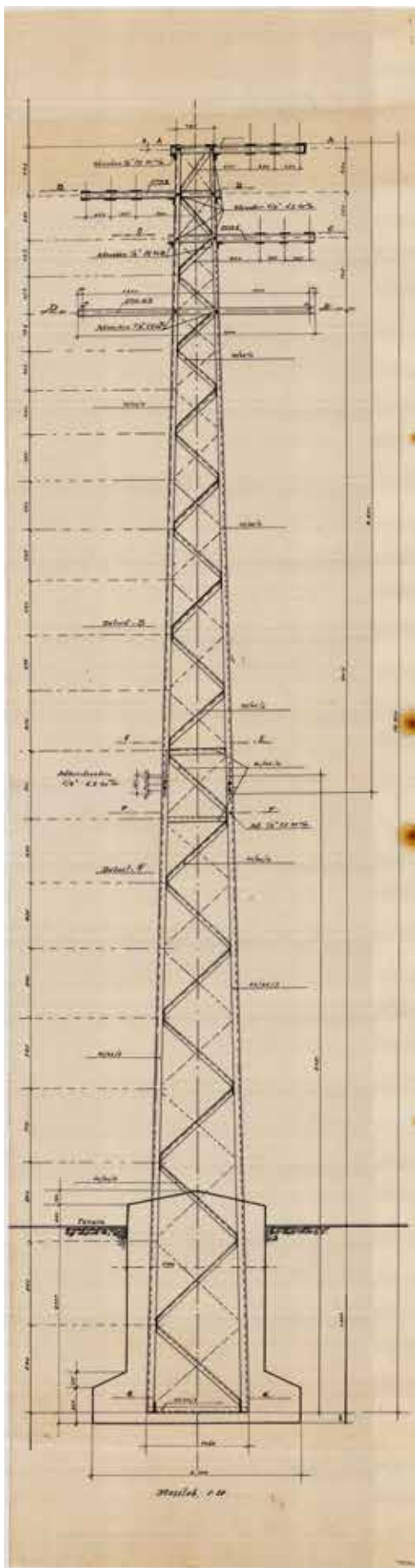


Projekt trafostanice u Šibeniku — tehnički crtež kućice za transformator za gradske električne svjetiljke, 1895. Šibenik (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku) U gornjem lijevom kutu crteža ispisan je naslov: »Plan kućice za transformator za gradske električne svjetiljke — Šibenik. Razmjer 1:100«. Nacrt prikazuje arhitektonski oblikovanu trafostanicu za smještaj transformatora namijenjenog gradskoj električnoj rasvjeti u Šibeniku. Objekt je zamišljen kao osmerokutna kućica sa šiljastim krovom i dekorativnim pročeljem, čime se tehnička infrastruktura uklapa u urbani prostor s estetskom vrijednošću. S desne strane ucrtan je rešetkasti metalni stup za prienosne vodiče, što potvrđuje funkcionalnu svrhu objekta u elektrodistribucijskoj mreži. Ova trafostanica predstavlja jedan od prvih elektrodistribucijskih objekata u Hrvatskoj i svijetu namijenjenih izmjeničnoj struji. Izgrađena je neposredno nakon puštanja u rad hidroelektrane Krka na Skradinskom buku (28. kolovoza 1895.), čime je Šibenik postao drugi grad u svijetu s cjelovitom javnom rasvjetom na izmjeničnu struju. Projekt Vjekoslava Meichsnera potvrđuje pionirski doprinos hrvatskog inženjerstva globalnoj povijesti elektroenergetike, gdje tehnička funkcionalnost i urbani identitet djeluju u sinergiji.



Projekt trafostanice u Šibeniku (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku). Opis: Natpis na slici (čitljivo): *Section d'Appareils* — francuski izraz: *odjeljak s aparatima / rasklopni odjeljak*. *École de perfectionnement en électricité* — »Škola usavršavanja u elektrotehnici« *Échelle 1:10* — Mjerilo 1:10. Dakle, riječ je o obrazovnom nacrtu trafostanice (didaktički prikaz), a ne samo izvedbenom projektu.

Prikazana slika predstavlja shemtizirani nacrt trafostanice za distribuciju električne energije, izrađen u Školi za usavršavanje u elektrotehnici (*École de perfectionnement en électricité*), s jasno naznačenim mjerilom (1:10). Na crtežu je oblikovana kućica koja simbolizira zgradu trafostanice, a u unutrašnjosti su raspoređeni osnovni elementi elektroopreme. U donjem dijelu dominiraju četiri transformatora prikazana u kružnicama, s nazubljenim linijama koje označavaju jezgre i namotaje. Time se ilustrira koncept višestruke transformacije energije za potrebe gradske mreže. U gornjem dijelu smještena je upravljačka ploča s mjernim instrumentima (voltmetar i ampermetar), prekidačima i osiguračima, što upućuje na kontrolnu i zaštitnu funkciju trafostanice. Posebna vrijednost ovog nacрта jest u njegovoj didaktičkoj namjeni: nastao je u kontekstu tehničkog obrazovanja krajem XIX. stoljeća, u vrijeme kada je Šibenik dobio javnu rasvjetu napajanu s hidroelektrane (Krka Jaruga I, 1895.). Takvi nacrti koristili su se i u projektiranju te obuci inženjera koji su sudjelovali u pionirskim elektroenergetskim zahvatima.



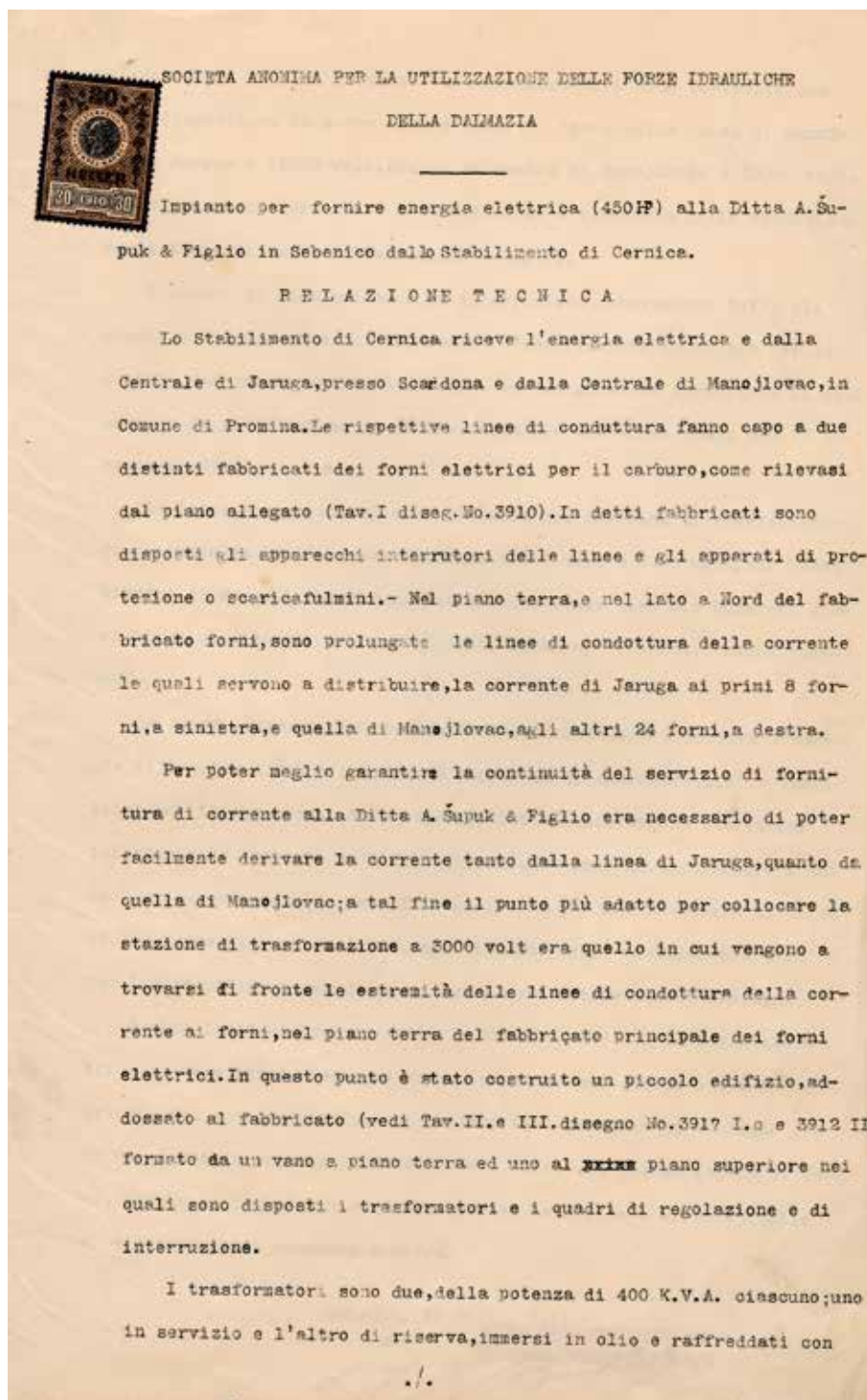
Projektirao je turbine za HE Jaruga — osuvremenio je sustav uvodeći nove Francis turbine i povećavajući instaliranu snagu kako bi zadovoljio rastuće potrebe grada i okolice [Vukičević, 2018]. Bez V. Meichsnera, izgradnja HE Jaruga ne bi bila moguća u tako kratkom vremenu i s tehnološkim rješenjima koja su bila ispred vremena.

Spremno je primijenio inovacije u lokalnom kontekstu, što je rezultiralo činjenicom da je HE Krka postala simbol tehničke izvrsnosti. Ta tehnička infrastruktura značajno je povećala razinu standarda elektroprivrede u Dalmaciji, podižući ju na europsku razinu. Meichsnerov rad na tom projektu pokazao je kako jasna vizija i duboko stručno znanje mogu unaprijediti lokalne tehničke sustave i omogućiti bolji društveni i industrijski napredak [Friganović i sur., 1995].

Izgradio je povjerenje kod lokalnih partnera i međunarodnih dobavljača opreme. Takvo povjerenje bilo je ključno za uspješno svladavanje tehničkih i logističkih izazova, osobito kada je bila riječ o nabavi opreme od uglednih europskih proizvođača. Njegova usmjerenost prema tehničkoj izvrsnosti omogućila je da HE Krka postane primjer suvremenog projekta, daleko iznad očekivanja za jedan lokalni projekt [Vitori, 2017; Holjevac & Kuzle, 2019].

Svojim je radom postavio standarde za buduće inženjere u Dalmaciji. Njegova spremnost za primjenu najviših tehničkih standarda, kao i njegovo razumijevanje lokalnih okolnosti, omogućili su stvaranje održivih energetskih sustava. Njegov rad nastavlja biti nadahnuće za razvoj tehničke kulture i obrazovanja, što je dodatno naglašeno stvaranjem uzoraka za tehničku izvrsnost [Teklić & Čipčić, 2022].

Nacrt rešetkastog čeličnog dalekovodnog stupa za prijenos električne energija HE Krka — Šibenik (Izvor Državni arhiv u Šibeniku). Tehnički nacrt rešetkastog čeličnog dalekovodnog stupa, izrađen 1895. godine u okviru projekta Vjekoslava Meichsnera za Hidroelektranu Krka (Jaruga), dokumentira pionirski pokušaj prijenosa trofazne električne energije na udaljenost veću od 10 kilometara — od slapova Krke do grada Šibenika. Konstrukcija, visoka približno 15 metara, oslanja se na masivni betonsko-kameni temelj te koristi ukrizene metalne elemente za otpornost na vjetrove i geomorfološke specifičnosti krša. Na vrhu se nalaze tri konzole za izolatore, što jasno potvrđuje primjenu trofaznog sustava napona 3 000 V, tada gotovo nepoznatog u svijetu. Ovaj crtež nije samo tehnički dokument, nego i svjedočanstvo o inovativnom inženjerskom pristupu kojim je Meichsner, zajedno s Krkom (Jarugom), ušao u povijest elektroenergetike kao začetnik suvremene mrežne infrastrukture.



Tehničko izvješće (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku) *Relazione tecnica* (oko 1910.) Dioničkog društva za korištenje vodnih snaga u Dalmaciji, s fiskalnom markom Austro-Ugarske (80 heller), o opskrbi tvornice A. Šupuk i sinovi u Šibeniku električnom energijom iz hidroelektrana Jaruga i Manojlovac.



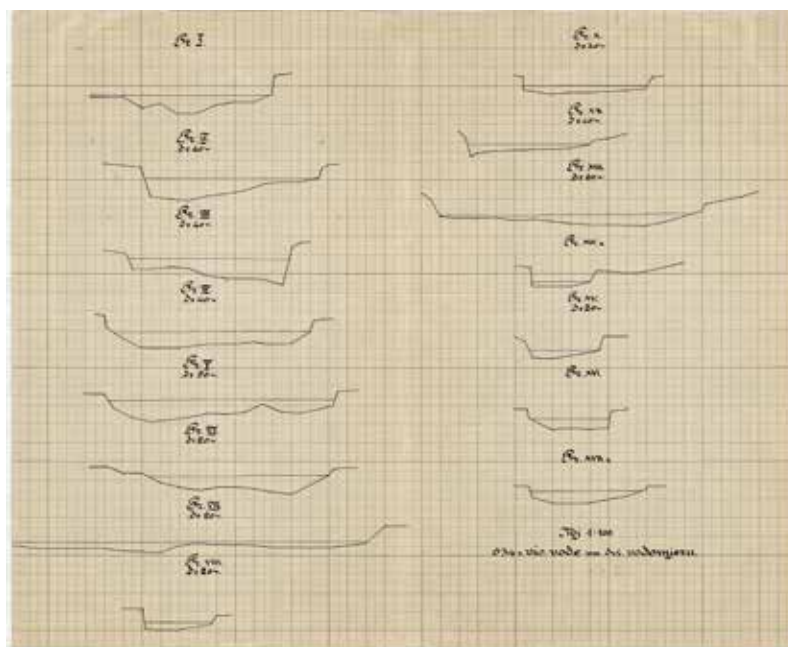
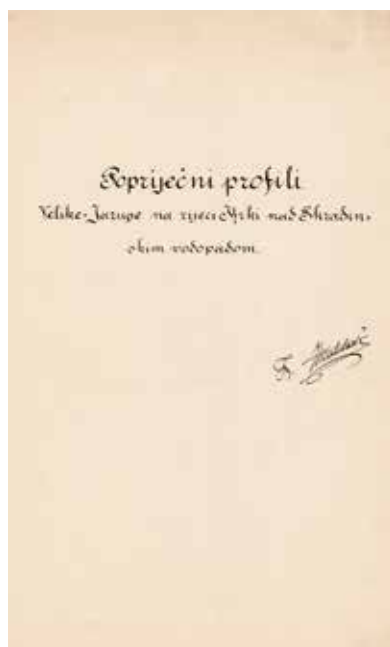
HE Jaruga – s početka prošlog stoljeća (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku).

Kao ključni nositelj institucionalnih promjena, koristio je svoje obrazovanje, međunarodna poznanstva i društvene mreže za ubrzavanje tehnološkog razvoja i promjena u ovom području. Njegova sposobnost organizacije i vođenja projekata pokazuje koliko su znanje i društveni autoritet važni za posredovanje između lokalnih potreba i globalnih tehnoloških trendova. Uspješno dobivanje koncesija, osiguravanje investicija i osnivanje prvih društava za proizvodnju električne energije svjedoče o njegovoj središnjoj ulozi u procesu elektrifikacije Dalmacije [Teklić & Čipčić, 2022; Friganović i sur. 1995]. Takav pristup integracije tehničke stručnosti i društvenog kapitala bio je odlučujući za stvaranje infrastrukturnih rješenja, koja su značajno unaprijedila regionalni razvoj.

Kroz projekt HE Krka, V. Meichsner je pokazao da tehnička rješenja, osmišljena u skladu s lokalnim potrebama i globalnim standardima, mogu promijeniti društvenu i gospodarsku sliku područja.

Njegov doprinos, ne samo da je ostavio tehničku i ekonomsku baštinu, već je i služio kao nadahnuće za buduće naraštaje inženjera i stručnjaka.

Kroz svoj rad na izgradnji Hidroelektrane Manojlovac (Miljacka), V. Meichsner je pokazao duboko razumijevanje geoloških i hidroloških specifičnosti rijeke Krke, čime je omogućio uspješnu primjenu tehničkih rješenja prilagođenih lokalnim uvjetima.



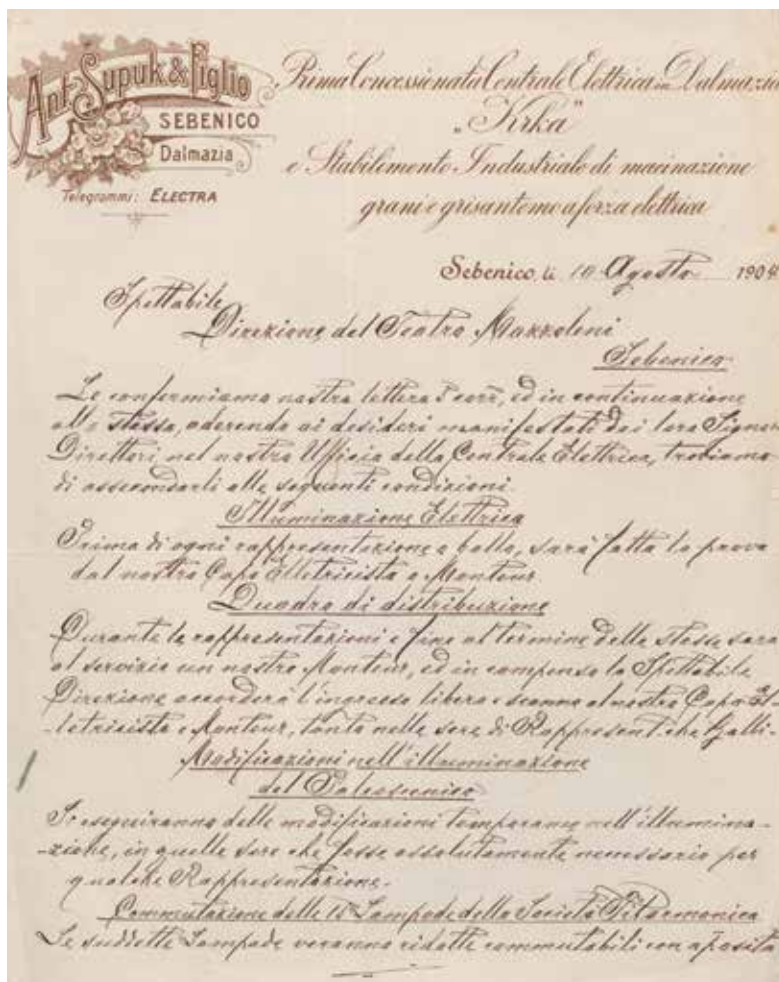
Poprečni geodetsko –hidrotehnički profili HE Jaruge na rijeci Krki (oko 1893.–1895.) (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku) Ovaj rukopisni nacrt (Špriječni profili Velike Jaruge na rječici Krki nad Skradinskim vodopadom) prikazuje geodetsko–hidrotehničke presjeke Jaruge na području planirane gradnje prve hidroelektrane na Krki — HE Krka (Jaruga I), puštene u rad 1895. godine. Dokument svjedoči o visokoj razini inženjerske preciznosti kraja XIX. stoljeća i predstavlja nužan temelj za određivanje trasa kanala, volumena iskopa i stabilnosti terena. Njegova vrijednost nadilazi tehnički okvir: on je materijalni dokaz procesa kojim se prirodni krajolik pretvorio u elektroenergetsku infrastrukturu. Povezan je s djelovanjem Vjekoslava Meichsnera, glavnog projektanta elektrifikacije Šibenika, čiji se rad oslanjao na ovakve geodetsko–tehničke podloge. Dokument je stoga specifičan ne samo kao rijedak sačuvani primjer tehničkog crteža, već i kao ključna karika u lancu koji povezuje prirodne potencijale rijeke Krke s jednom od najstarijih hidroelektrana u Europi.

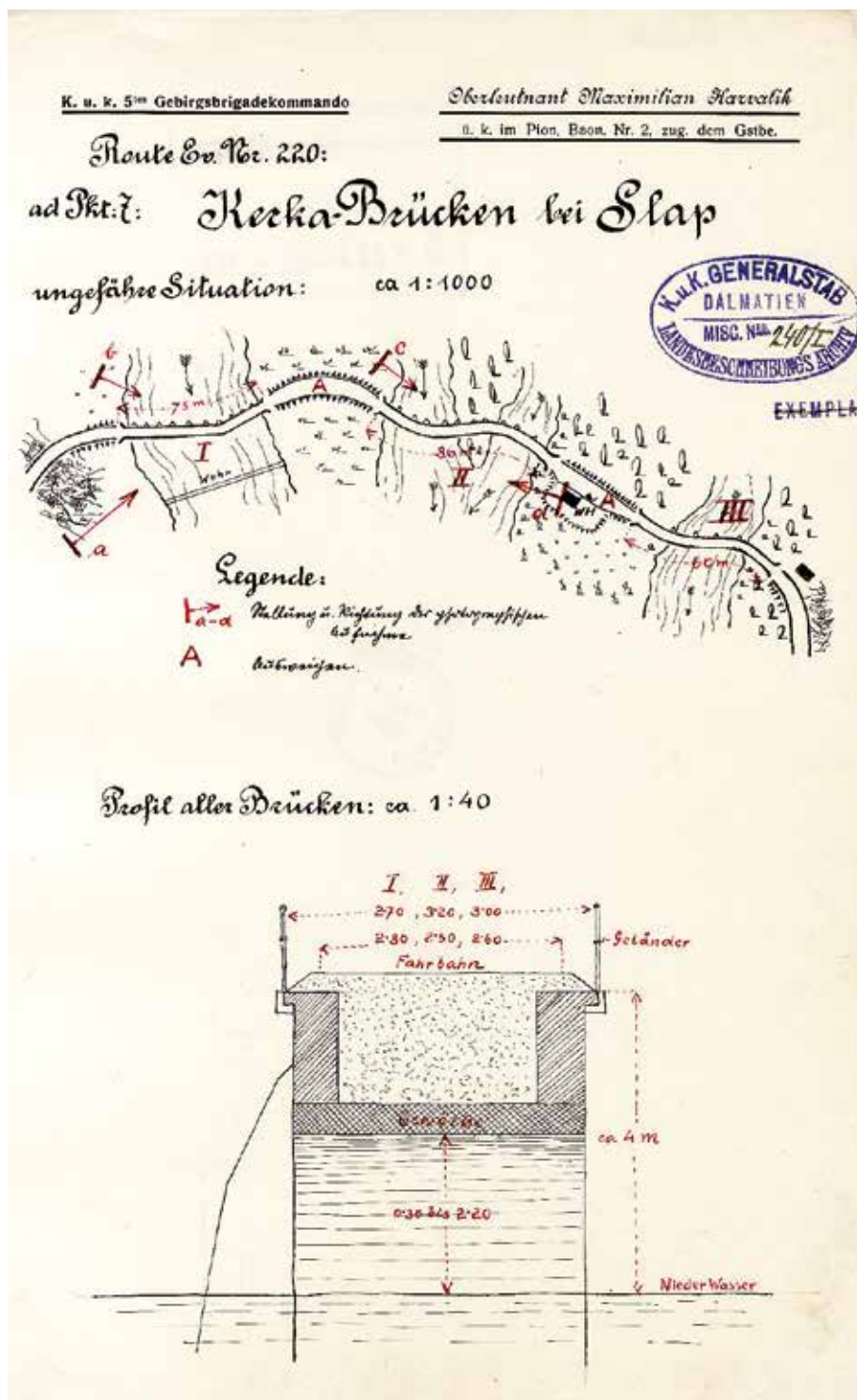
Turbine i generatori korišteni u projektu dizajnirani su prema konkretnim zahtjevima krškog reljefa i hidroloških obilježja rijeke. Takva prilagodba, ne samo da je osigurala optimalan rad pogona hidroelektrane, već je postavila temelje za daljnji razvoj energetske objekata u sličnim uvjetima, što svjedoči o Meichsnerovoj sposobnosti pronalazaštva u okviru postojećih ograničenja [Škarica, 2006]



Skardinski buk – s početka prošlog stoljeća (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku)

Dopis tvrtke *Prima concessionaria della centrale elettrica dalmata »Krka«* upućen direkciji šibenskog kazališta (Teatro Margherita), Šibenik, 10. kolovoza 1900. godine. (Izvor: Državni arhiv u Šibeniku). Dokument svjedoči o organiziranoj distribuciji električne energije za potrebe javnih ustanova u Šibeniku samo pet godina nakon puštanja u rad Hidroelektrane Jaruga na Krki, što pokazuje brzinu i značaj elektrifikacije grada (usp. Peričić, 1995; Barbieri, 2000).





Vojno-inženjerski nacrt mostova na rijeci Krki, oko 1900. (Izvor: Muzej grada Drniša). *Krka-Brücken bei Slap: Route Ex. Nr. 220, ad Skt. I.* Poručnik Maximilian Karavanič izradio je ovaj situacijski plan i poprečni presjek mostova preko rijeke Krke kod slapa za potrebe pionirskih postrojbi. Dokument je bio čuvan u arhivu Generalštaba u Zadru, pokazuje kako je vojna infrastruktura krajem XIX. stoljeća bila ključna za promet i strategiju u Dalmaciji. Takvi projekti, iako vojni po namjeni, stvarali su i preduvjete za civilne pothvate poput Meichsnerove elektrifikacije Krke 1895. godine.

Meichsnerova rješenja, model za hidroelektrane u Europi

Školovanje Vjekoslava Meichsnera i njegovo stručno usavršavanje oblikovali su pristup tehničkom razvoju u Dalmaciji. Objedinjavanjem međunarodnog znanja i lokalnih potreba, postao je pokretač tehničkih inovacija i uveo osuvremenjivanje u Dalmaciju. Njegovo naslijeđe ostaje prisutno kroz infrastrukturu i standarde koje je uspostavio te kroz utjecaj na buduće naraštaje stručnjaka.

V. Meichsner je vjerovao u suživot tehnike i prirode, što je vidljivo u projektiranju HE Jaruga bez visokih betonskih brana. Njegova rješenja postala su model za gradnju hidroelektrana u Europi. Njegovo ime kao prvog projektanta izmjeničnog elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj ostaje zapisano.

Svoj projekt hidroelektrane V. Meichsner je ponudio gradovima Zadru, Trogiru, Kaštelima, Splitu i Dubrovniku. Nažalost, zbog političkih prijevora, šibenski model je nailazio na otpor i nepovjerenje. V. Meichsner je umro u Zadru 1916. godine, a pola stoljeća nakon njegove smrti ostvario se projekt prve regionalne elektroenergetske mreže. Ostali značajniji Meichsnerovi projekti bili su gradski vodovod, Pokrajinska bolnica i zgrada Okružnog suda u Zadru.

Ettore Zorzenoni, rukovoditelj industrijskih postrojenja tvrtke Ante Šupuk i sin

Ettore Zorzenoni rođen je 1878. godine u Veneciji (Kraljevina Italija), u obitelji građanskog sloja s dugom tradicijom zanatstva i tehničkih zanimanja [Vukičević, 2018]. Njegov otac bio je majstor građevinarstva i vlasnik male poduzetničke radionice za obradu metala, dok mu je majka potjecala iz obitelji brodograditelja u Mestreu [Ćosić, 1995].

Osnovno i srednješkolno obrazovanje stekao je u Veneciji, gdje je pokazivao sklonost tehničkim predmetima, matematici i crtanju [Bilić, 2010]. Zahvaljujući stipendiji venecijanske Općine, upisao je studij građevinarstva i hidrotehnike na Tehničkom sveučilištu u Milanu (*Politecnico di Milano*), gdje je diplomirao početkom 1900-ih godina, s radom o temi regulacije rijeka i projektiranja brana [Krešić & Radić, 2004].

E. Zorzenoni je svoju karijeru započeo u Italiji, ali se ubrzo pridružio inženjerskim timovima u Dalmaciji, koje su predvodili Vjekoslav Meichsner i Ante Šupuk. Kao projektant i nadzorni inženjer sudjelovao je u proširenju i osuvremenjivanju HE Jaruga, gdje je bio odgovoran za projektiranje dijela građevinskih struktura, osobito temeljenja i zaštite objekata od bujičnih poplava [Ćosić, 1995]. Tako je kod izgradnje HE Manojlovac (Miljacka) imao značajnu ulogu u projektiranju zahvatnih objekata i tunela za dovod vode. Njegova stručnost u tunelogradnji i geotehnici bila je ključna za izvođenje radova u složenim krškim oblicima rijeke Krke [Vukičević, 2018]. Osim toga, sudjelovao je u proračunima i nadzoru izvedbe kanala i brana potrebnih za optimalan rad hidroelektrane [Bilić, 2010]. E. Zorzenoni je bio poznat po perfekcionizmu, a radnici su ga zvali *L'ingegnere puntiglioso* zbog njegove pedantnosti na gradilištu [Ćosić, 1995].

Bio je član talijanskog Udruženja hidrotehničara i surađivao s profesorima *Politecnica di Milano* na primjeni novih metoda proračuna stabilnosti brana [Krešić & Radić, 2004].

Njegov tehnički dnevnik iz 1908. godine, u kojem je bilježio sve faze izgradnje HE Manojlovac (Miljacka), danas se čuva u privatnoj obiteljskoj arhivi u Veneciji [Vukičević, 2018].

Nakon izgradnje HE Krka, napustio je tvrtku *Ganz* i ostao živjeti u Šibeniku kao njen glavni poslužitelj, nadzornik stroja, a kasnije tehnički rukovoditelj. Na temelju potvrde da je u Trstu pohađao mornarički tečaj elektrotehnike, zatražio je i dobio dokument, No. 9327, kojim se potvrđuje njegova stručnost [Moser, 1998]. Ta potvrda, ali na njemačkom jeziku, izdana mu je 1906., čime je E. Zorzenoni stekao uvjete za rukovoditelja industrijskih postrojenja tvrtke *Ante Šupuk i sin.*

Ostali zaslužnici

Marko Šupuk (1858.–1903.), sin Ante Šupuka i Filomene Carbonett, iako je bio uključen u obiteljski život i nije bio politički aktivan niti gradonačelnik poput oca Ante, nastavio je očevu viziju i preuzeo upravljanje Gradom u vrijeme kada je trebalo održati i proširiti sustav.

Marko nije bio vizionar poput oca, ali njegova uloga bila je jednako važna: osigurati da elektrifikacija zaživi u praksi, da se sustav održava i širi i da Šibenik zadrži svoje mjesto na karti suvremenih gradova [Peričić, 2004]. Bio je u braku s Matildom Paraux s kojom je imao kćer Anticu- Beatricu i sina Antu. Umro je 4. lipnja 1903. godine u Šibeniku samo godinu dana prije oca Ante.

Giuseppe Franzotti, elektromehaničar, koji je sudjelovao u organizaciji gradilišta, bio je ključan u provođenju Meichsnerovih planova u praktičnoj izvedbi. Njegov rad na terenu, nadzor radnika i prilagodba projekata stvarnim uvjetima pokazuje da ni najveće vizije ne mogu uspjeti bez ljudi koji znaju graditi [Matas, 2010].

Brojni neimenvani graditelji

Uz, spomenute zaslužnike izgradnja hidroelektranena Skradinskom buku i elektrifikacija Šibenika počivala je na predanom radu brojnih neimenovanih graditelja. To su bili klesari, tesari, zidari, kovači i nadničari koji su danima oblikovali kamen, nosili materijal i spajali elemente sustava. Njihova imena često nisu ostala zabilježena u dokumentima, ali njihova djela žive u svakom kamenom zidu derivacijskog kanala, u svakoj postavljenoj drvenoj *banderi* i u prvim žaruljama koje su zasvijetlile na šibenskim ulicama. Bez njihove tihe upornosti i vještine, vizije političara i inženjera ne bi se mogle ostvariti. Oni su *graditelji iz sjene*, skriveni iza povijesti, ali trajno prisutni u svjetlu koje su pomogli upaliti.

Neporecivo, HE Krka ostaje trajni spomenik njihovoj predanosti, znanju i vjeri u napredak, a njihov rad nadahnuće je i danas, 130 godina nakon prvog svjetla, koje je zasjalo na ulicama Šibenika, zahvaljujući snazi rijeke Krke.

Literatura

- Anić, T. (2020). Poduzeća SUFID i La Dalmatienne od osnutka do Drugoga svjetskog rata: crtice iz povijesti elektrifikacije Šibenika i okolice. *Časopis za suvremenu povijest*, 52(2), 441–459. Dostupno na: <https://doi.org/10.22586/csp.v52i2.10626> [preuzeto:09.03.2025]
- Bilić, M. (2010). Razvoj prometne infrastrukture u Dalmaciji tijekom 19. stoljeća. Split: Književni krug Split.
- Čosić, S. (1995). Ante Šupuk i razvoj Šibenika u 19. stoljeću. Šibenik: Muzej grada Šibenika.
- Friganović, M. A., Moser, J., Muljević, V., Sekso, A., Kalea, M., Cvetković, Z., Marković, B., Šimundić, N., Alfrev, D., Livaković, I., Matković, M. B., & Sokolić, I. (1995). Century of Croatian National Electric Power Utility. Hrvatska elektroprivreda. Dostupno na: https://ethw.org/w/images/f/f8/First_century_of_Croatian_National_Electric_Power_Utility.pdf [preuzeto:29.03.2025]
- Grubišić, I. (1995). Stota obljetnica hidroelektrane Jaruga. Šibenik: Muzej grada Šibenika.
- Grubišić, S. (1995). Šibenik i njegovi gradonačelnici. Šibenik: Muzej grada Šibenika.
- Holjevac, N., & Kuzle, I. (2019). Prvi cjeloviti višefazni elektroenergetski sustav na svijetu — Krka Šibenik. *Godišnjak Akademije tehničkih znanosti Hrvatske*, 163–174. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/346624> [preuzeto:21.05.2025]
- Hrvatski povijesni muzej. (2018). Ante vitez Šupuk i njegov grad. Zagreb: HPM. Dostupno na <https://www.hismus.hr/hr/izlozbe/arhiva-izlozbi/ante-vitez-supuk-i-njegov-grad/> [preuzeto:19.04.2025]
- Hughes, T. P. (1983). *Networks of power: Electrification in Western society, 1880–1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Karaman, I. (2004). Graditelj Ante Šupuk i početak elektrifikacije Šibenika. *Zbornik radova Povijesnog društva Šibenik*, 12, 45–58.
- Katić, M. (2017). Poduzetništvo i industrija na prijelazu stoljeća: slučaj Šibenika. *Časopis za suvremenu povijest*, 49(2), 321–340.
- Krešić, N., & Radić, R. (2004). *Hrvatska tehnička baština: Željeznice*. Zagreb: Tehnička enciklopedija LZMK.
- Matas, J. (2010). Počeci elektrifikacije Dalmacije: Hidroelektrana Krka 1895. godine. *Godišnjak Društva povjesničara Hrvatske elektroprivrede*, 18, 45–62.
- Matica hrvatska. (2018). Izložba »Ante vitez Šupuk i njegov grad« u Hrvatskom povijesnom muzeju. *Vijesti Matice hrvatske*. Dostupno na: <https://matis.hr/novosti/izlozba-ante-vitez-supuk-i-njegov-grad-u-hrvatskom-povijesnom-muzeju/> [preuzeto:21.06.2025]
- Matić, N. (2016). Analiza vode odabranih izvora na padinama Samoborskog gorja. ResearchGate. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/309462906> [preuzeto:17.03.2025]
- Mazzocco, V. (1970). Razvoj elektroprivrede u Dalmaciji. Zagreb: Jugoslavensko društvo za elektroprivredu.
- Meichsner, V. P., Šupuk, A., & Šupuk, M. (1895). HE Krka. Općinsko Upraviteljstvo Šibenika. Dostupno na: https://www.ieee.hr/_download/repository/Vecernji_list_22-07-2013.pdf [preuzeto:17.02.2025]
- Mikulandra, M. (2016). Povijesno–geografski razvoj šibenskog brodarstva 20. stoljeća. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/238481> [preuzeto:05.01.2025]
- Mikulandra, M. (2023). DRUŠTVENO–GOSPODARSKE PRILIKE U ŠIBENIKU ZA VRIJEME FRANCUSKE UPRAVE. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/260554> [preuzeto:19.08.2025]
- Moser, J. (1998). Šibensko munjivo [Dissertation, Gradska knjižnica »Juraj Šižgorić«, Šibenik]. Knjižnica Faust. Dostupno na: https://ethw.org/w/images/6/6a/Electrical_current_of_Sibenik_engl.pdf [preuzeto:09.03.2025]
- Perićić, Š. (2004). Šibenik u doba modernizacije. Šibenik: Gradska knjižnica Juraj Šižgorić.
- Pokrivač, M., Rožanić, I., Meštrić, M., Geci, I., Poljanec, Z., Uzelac, T., Golja, G., Magjarević, V., Bakula, M., Kiš, K., & Hriberšek, T. (2013). STUDIJA O ZNAČAJNOM UTJECAJU NA OKOLIŠ. DVOKUT ECRO. Dostupno na: https://razvoj.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/Savjetovanje%20sa%20zainteresiranom%20javno%C5%A1%C4%87u/SPUO_OPRK_20130115_21_02_2013.pdf [preuzeto:15.05.2025]
- Seifer, M. J. (1996). *Wizard: The life and times of Nikola Tesla*. New York: Citadel Press.

- Skoko, B. (2016). Povijest hrvatske prometne povezanosti. Zagreb: Školska knjiga.
- Škarica, Ž. (2006). Prvih sto godina hidroelektrane Miljacka. HEP. Dostupno na: <https://hro-cigre.hr/wp-content/uploads/2020/04/Prvih-sto-godina-HE-Miljacka-1.pdf> [preuzeto:22.04.2025]
- Šprljan, I. (2014). Industrijski objekti u Šibeniku. Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske, 37–2013/38–2014, 101–117. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/219716> [preuzeto:28.04.2025]
- Teklić, B., & Čipčić, M. (2022). I bi svjetlo! Muzej grada Splita, Društvo prijatelja kulturne baštine Split, Sveučilište u Splitu — Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje. Dostupno na: <https://hro-cigre.hr/wp-content/uploads/2023/01/Zbornik-I-bi-svjetlo.pdf> [preuzeto:19.07.2025]
- Vitori, V. (2017). Zavičajna bibliografija na temu: Knin, Krka, Dinara. Geoadria, 22(1), 105–152. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/273873> [preuzeto:21.05.2025]
- Vrančić, M. (2012). Urbanistički razvoj Šibenika u 19. stoljeću. Zagreb.
- Vukičević, I. (2018). Energetski razvoj Dalmacije od 19. stoljeća do danas. Zbornik radova Hrvatskog energetskog društva, 12(2), 45–58
- Ćosić, S. (2019). Tehnička baština i identitet: slučaj hidroelektrane Krka. Prostor, 27(2), 234–251.
- Žic, I. (1998). Rani elektroenergetski sustavi u Hrvatskoj. Radovi Zavoda za povijest znanosti HAZU, 12(1), 145–166.





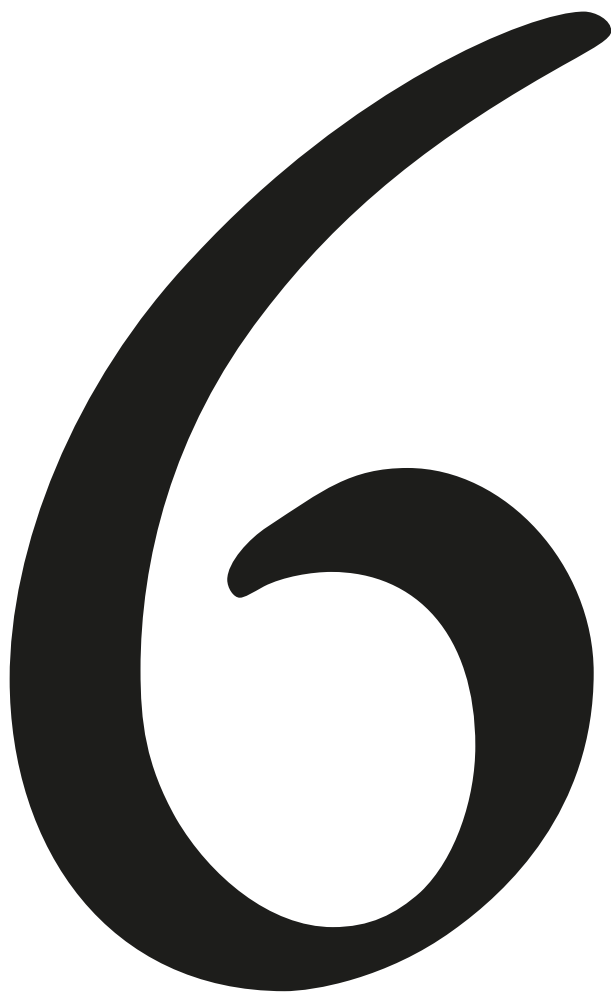






POGOVOR

130 godina
Krka
i Hrvatska
za povijest
svijeta



Ova Monografija je nastala kao težnja radnika hidroelektrana na Krki da njihov rad i život, uvelike isprepleten snagom rijeke Krke, snažnom voljom krša i toplinom Sunca — ne odu u zaborav.

Od dana kada je Ante vitez Šupuk s inženjerom Vjekoslavom Meichsnerom *upalio* prvu žarulju sa Krke pa do današnjih digitalnih zaslona u upravljačkim sobama, jedno se nije promijenilo: ljudska ruka i razum utkani u *srce* ove Rijeke.

Naraštaji radnika, od brkatih električara s početka XX. stoljeća do današnjih inženjera u reflektirajućim prslucima, ostavile su nevidljiv, ali trajan trag. Svaki vijak, svaka smjena na kiši, svaka noć bez sna dio su nečeg većeg. Hidroelektrane na Krki ne rade same. One *dišu* s ljudima. I svaka turbina što se zavrti, svaka iskra koja sijevne nose u sebi, ne samo snagu vode, nego i tiho dostojanstvo onih koji su joj služili s ponosom, znanjem i predanošću. To je svjetlo koje ne gasne.

U ovoj Monografiji namjerno nisu spominjana imena radnika hidroelektrana na rijeci Krki. Mnogi od njih zaslužuju osobnu monografiju... jer, u povijesti hidroelektrana na rijeci Krki, jednako vrijedi ruka koja je zategnula matice u strojarnici i odluka donesena u uredu direktora. Obični radnik s čizmama u vodi i uljem na rukama i direktor s planovima u glavi, zajedno su gradili povjerenje koje se ne vidi, ali *svijetli*.

Ne smijemo zaboraviti ni one koji su ju obranili. U Domovinskom ratu, hrvatski branitelji nisu oslobodili samo objekte i opremu, oslobodili su zamisao da energija može teći slobodno, bez straha i nasilja. Oni su čuvari svjetla, u doslovnom smislu. Jer, svaka hidroelektrana, ma koliko tehnička bila, u svojoj je srži ljudska *priča*. I sve što svijetli — svijetli zbog ljudi.

Jednako tako, u dugoj povijesti hidroelektrana na rijeci Krki, ono što se nikada nije promijenilo je duboka povezanost s lokalnom zajednicom. Za stanovnike Šibenika, Skradina i okolnih gradova i sela, HE Krka, HE Jaruga, HE Miljacka nisu samo elektrane.

One su simboli napretka, podsjetnik na rani iskorak u suvremenost te konkretni dokaz da se i izvan velikih gradova i središta moći mogu donositi vizionarske odluke s dalekosežnim učinkom.

Još od samih početaka, hidroelektrane na Krki su predstavljale važan čimbenik regionalnog okupljanja i snage koja je, na određeni način, pridonijela povećanju kvalitete života inače siromašnog po-

ljoprivrednog kraja. Puštanjem u pogon 1895. godine — ponajprije HE Krka, a osam godina kasnije HE Jaruga — grad Šibenik dobio je pouzdanu opskrbu električnom energijom, što je u to vrijeme bilo pravo tehnološko čudo. Omogućeno je osvjetljenje ulica i domaćinstava, rad industrijskih pogona, a s vremenom i razvoj uslužnih djelatnosti koje su ovisne o stalnom izvoru energije. Ta promjena nije bila samo tehnička, ona je bila kulturološka, demografska, društvena i povijesna. Šibenik je postao *grad sujeta*, prije mnogih europskih metropola.

U desetljećima koja su uslijedila, hidroelektrane na Krki su i dalje bile ključni kohezijski gospodarski čimbenik sa snažnim utjecajem na socijalnu *sliku* i gospodarski razvoj šibenskog kraja. Osiguravale su električnu energiju za metalnu i kemijsku industriju, mlinove, pilane, preradu maslina, pogone ribarske industrije, brodogradilišta i obrtnike grada Šibenika. Kako su za gospodarstvo bila potrebna specifična zanimanja, a hidroelektrane su zapošljavale desetke tehničara, inženjera, mehaničara, električara i pomoćnog osoblja, predstavljale su privlačan razlog za migraciju stanovništva. Za mnoge obitelji u okolici, rad u Elektrani bio je izvor egzistencije, ali i prestiža. Naraštaji su odrastali, obrazovali se za specifična zanimanja i ponosno se vraćali raditi u Elektranu. Raditi u *Centrali* značilo je biti dio suvremenog svijeta, imati siguran posao i sudjelovati u nečem većemu i značajnijemu od svakodnevne rutine. Sagledavajući ulogu HE Krka s vremenskim odmakom, možemo slobodno reći da je predstavljala snagu regionalnog demografskog okupljanja i opstojnosti tog kraja.

Takva osobna povezanost s Elektranom prenosila se i kroz obiteljske priče. Često se moglo čuti da su *otac, sin i unuk radili u istoj smjeni*, kako su se kvarovi rješavali u improviziranim uvjetima, da su se zimi grijali u strojarnici dok su vani padale pahulje snijega. Te priče nisu izmišljene, one su utkane u kolektivno pamćenje tog podneblja i čine neraskidivi dio lokalnog identiteta. Elektrana nije bila samo mjesto rada, nego i prostor zajedništva, ponosa i prijenosa znanja i iskustva. U njoj su se ispreplitali posao i tradicijska kulturna baština podređena određenim životnim događajima: slavilo se rođenje, vjenčanje, prva plaća, odlazak u mirovinu, frigale se fritule, a ponekad se rado i zapjevalo.

Puno su električne energije proizvele hidroelektrane na Krki, osvjetlile brojne domove, ali posvjedočile još više ljudskih sudbina i životnih priča naših kolega, prijatelja.

U Domovinskom ratu branitelji Hrvatske elektroprivrede branili su svoju Domovinu, svoje objekte, svoj kraj s kojim su neraskidivo povezani. Hrabro su svoje alate zamijenili oružjem i uz bok ostalih branitelja osiguravali trase dalekovoda, kako bi slobodnim dijelovima Hrvatske elektroenergetski sustav osigurao normalan život. Četrdeset trojica njih su položila svoje živote na Oltar Domovine.

S vremenom, kako su nastajali novi izvori električne energije i razvijale se druge grane gospodarstva, hidroelektrane na Krki izgubile su svoju središnju gospodarsku ulogu, ali su zadržale onu simboličku. Njihova prisutnost podsjeća na doba kada su gradonačelnici, inženjeri i obrtnici mogli zajednički ostvariti viziju suvremenog društva. Danas, kada se lokalne zajednice bore s iseljavanjem, gubitkom identiteta i sve većom udaljenošću između stanovništva i infrastrukturnih sustava, hidroelektrane na Krki mogu poslužiti kao *živa* točka okupljanja — mjesto koje dokazuje da lokalna inicijativa može biti žarište, jezgra suvremenog društvenog, kulturnog i gospodarskog života.

U tom smislu, postoji veliki prostor za još snažniju integraciju Elektrane u život lokalne zajednice. To se može ostvariti kroz partnerstva s lokalnim školama, udrugama, općinama i turističkim zajednicama. Elektrana može postati platforma za tehničku izobrazbu, prostor za kulturne događaje (koncerti, izložbe, kazališne izvedbe), ali i konkretan resurs za razvoj lokalnih inicijativa iz područja obnovljivih izvora, energetske učinkovitosti i održivog razvoja.

Posebnu vrijednost ima činjenica da su hidroelektrane na Krki danas u tom području jedini infrastrukturni objekti koji objedinjuju tri dimenzije: aktivnu proizvodnju, kulturno — povijesnu vrijednost i simboličku prisutnost. Ta trostruka funkcija rijetko se susreće — veći dio industrijske baštine je nestao ili pretvoren u muzeje ili potpuno odvojen od zajednice. Hidroelektrane na Krki su još uvijek *žive* i imaju moć povezati ljude, znanja i resurse.

Na razini društveno–kulturnog identiteta, hidroelektrane na Krki su u svom geografskom okruženju ono što su za druge krajeve stari mostovi, crkve, tvrđave ili rudnici.

HE Krka je čvrst dokaz da se tehnološki napredno može graditi u skladu s prirodom, da inovacija ne dolazi samo iz velikih središta te da male zajednice mogu oblikovati svoju sudbinu i biti točke okupljanja stanovništva. To je poruka koja je danas jednako aktualna kao i 1895. godine.

U konačnici, HE Krka ostaje više od elektrane. Ona je sociološki fenomen: priča o viziji, izdržljivosti, trajne povezanosti ljudi različite kulture s prostorom. Ako se ta priča nastavi prenositi, nadograđivati i dijeliti, njena će vrijednost nastaviti rasti — ne samo kao tehničkog objekta, nego i kao živog simbola lokalnog znanja, hrabrosti, održivosti i opstojnosti. Kameni zidovi, urušene mlinice, prvi agregati koji su osvijetlili šibenske ulice ostaju kao svjedoci vremena. Dok naši životi, ipak, brže gasu svoju luč, HE Krka ostaje gospodarski fenomen — simbol opstojnosti naroda u ovom prostoru.

