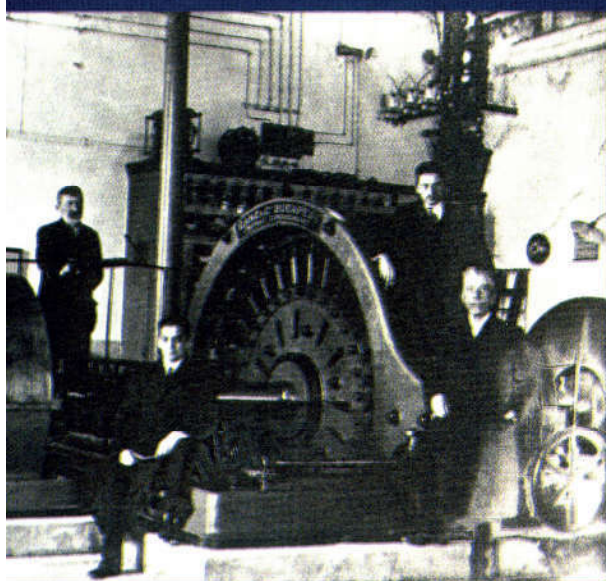
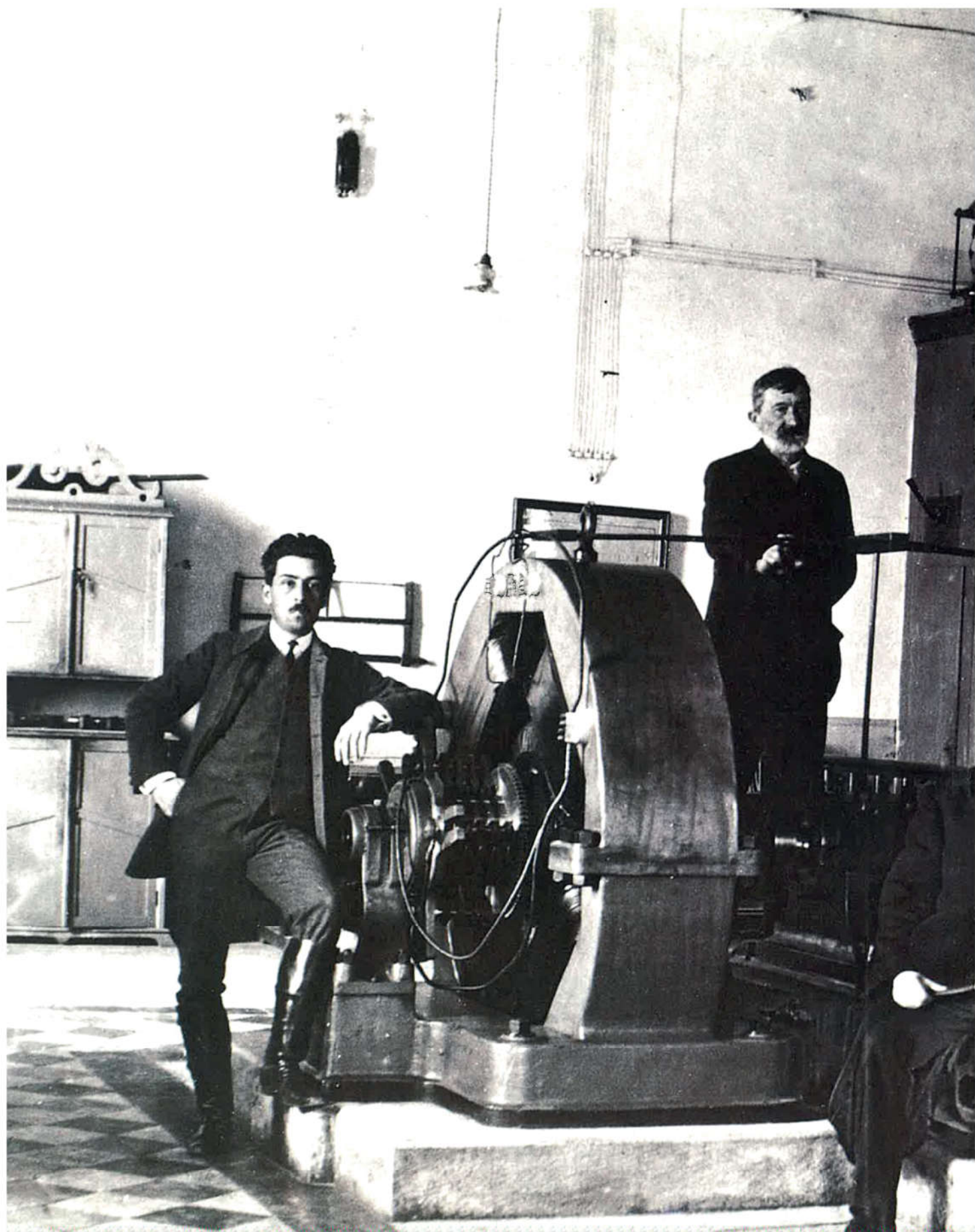
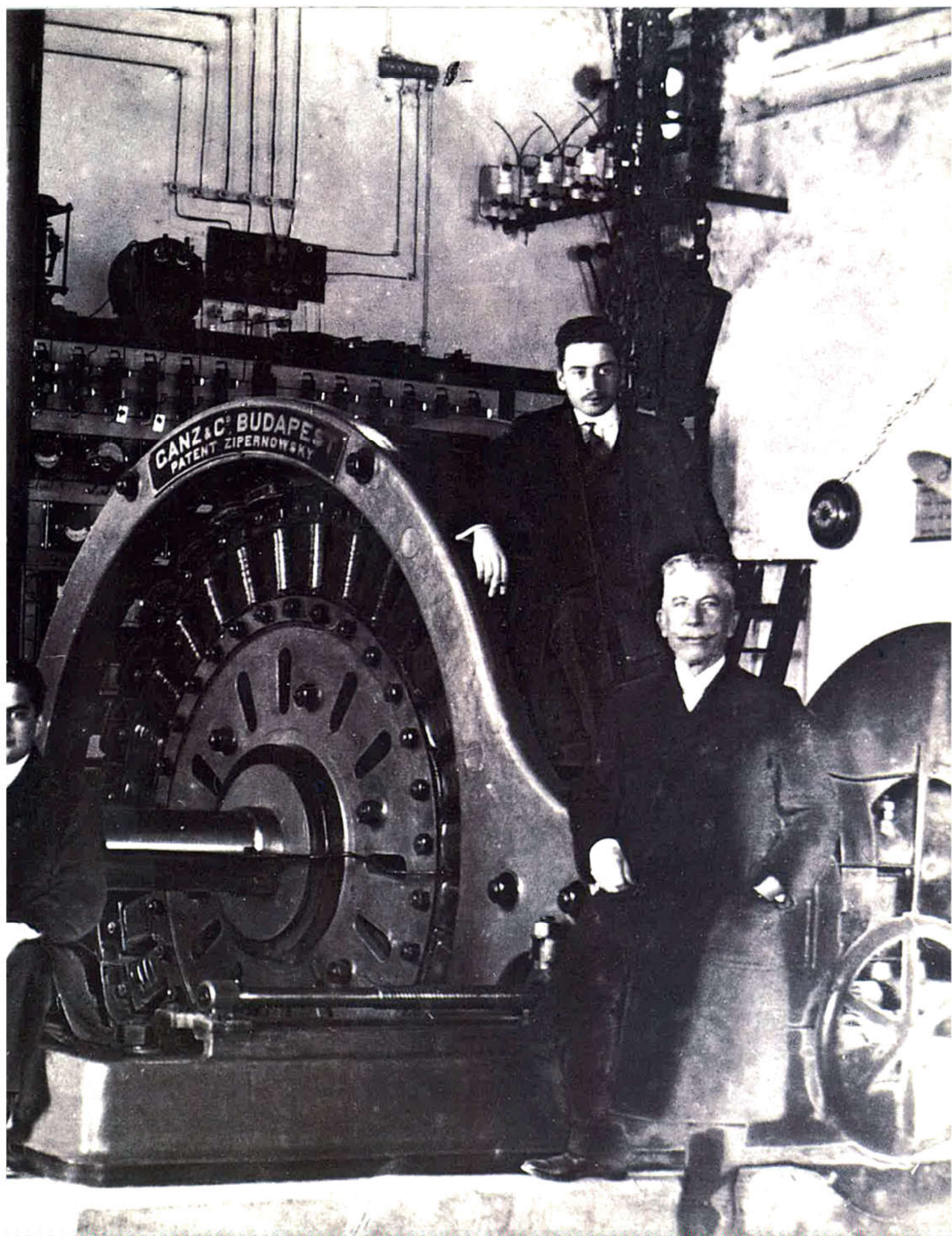




STOLJEĆE _____ HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE





STOLJEĆE HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

STOLJEĆE HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Zagreb, 1995.

Snagom duha i djelom ruku ...

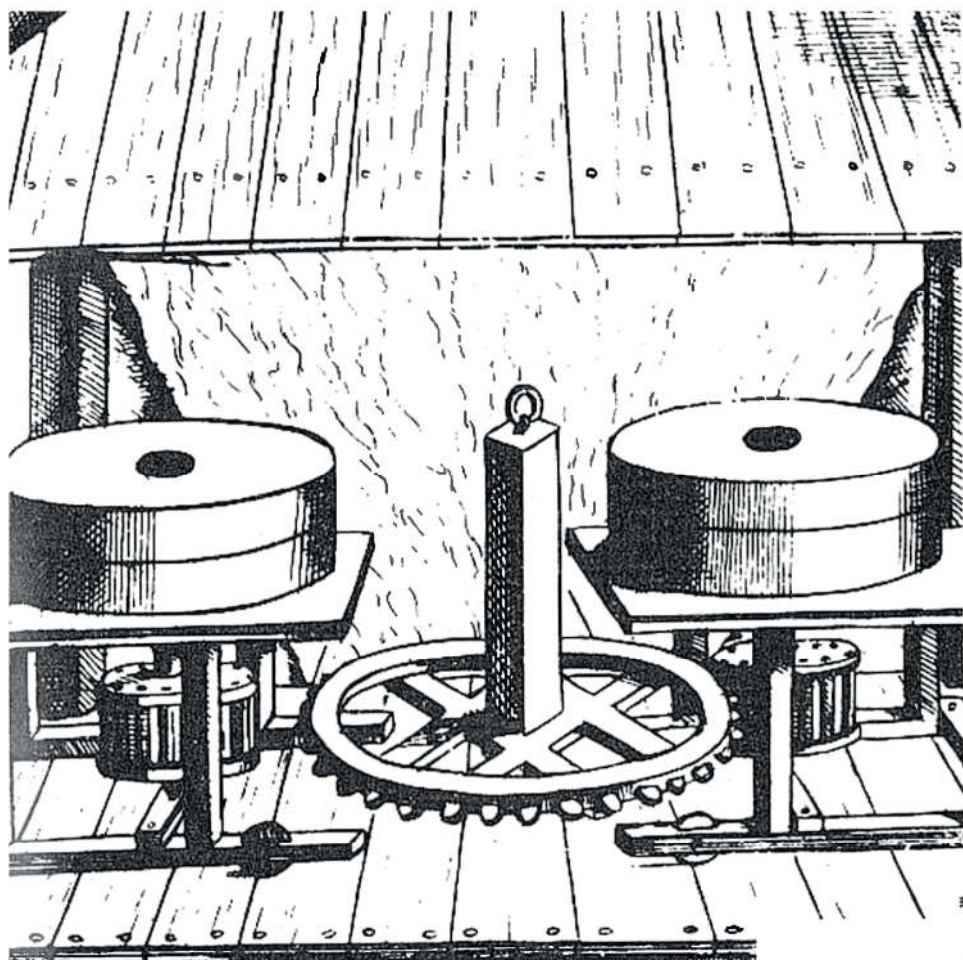
Stoljeće Hrvatske elektroprivrede obilježava se brojnim manifestacijama tijekom 1995. godine pod visokim pokroviteljstvom predsjednika Republike Hrvatske dr. Franje Tuđmana. Prije ravno stotinu godina Hrvatska je trajno ubilježena na energetske zemljovid Europe. Naime, 28. kolovoza 1895. godine u blizini grada Šibenika, na slapovima rijeke Krke, puštena je u rad hidroelektrana Krka s polifaznim sustavom proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije. Time je na hrvatskom tlu izgrađen sustav, jedan od prvih u svijetu, sa svim obilježjima koji i danas čine elektroprivrednu djelatnost. I prije toga, već polovicom osamdesetih godina prošlog stoljeća, počinju nikad prekinuti naponi hrvatskih elektroenergetičara da svojim radom Hrvatsku uvedu u civilizacijska i gospodarska kretanja modernog svijeta. Danas, u slobodnoj domovini, to dobiva posebno značenje jer potpunije možemo sagledati vrijeme koje je iza nas, te se s pouzdanjem okrenuti izazovima koji su pred nama.

Šibenski graditelji podijelili su izazov svog projekta s tada vodećim proizvođačima elektroenergetske opreme u svijetu. Na jednaki način, danas želimo značaj i radost naše obljetnice podijeliti s partnerima s kojima i dalje sudjelujemo u izgradnji, modernizaciji i obnovi Hrvatske elektroprivrede.

Hrvatska elektroprivreda ulazi u drugo stoljeće svoga postojanja. Pred nama je vrijeme potvrđivanja temelja koje su davno postavili pioniri Hrvatske elektroprivrede. Djelatnici Hrvatske elektroprivrede, baštineći neprekinuto graditeljsko nadahnuće i istu viziju, znat će Hrvatsku uvesti u sigurnu energetske budućnost.

Time ćemo nastaviti djelo onih koji su prije stotinu godina *upisali Hrvatsku u povijest svijeta*.

Damir Begović



POLITIČKO,
KULTURNO I GOSPO-
DARSKO OZRAČJE PR-
VOG CJELOVITOG ELE-
KTROPRIVREDNOG SU-
STAVA U

HRVATSKOJ



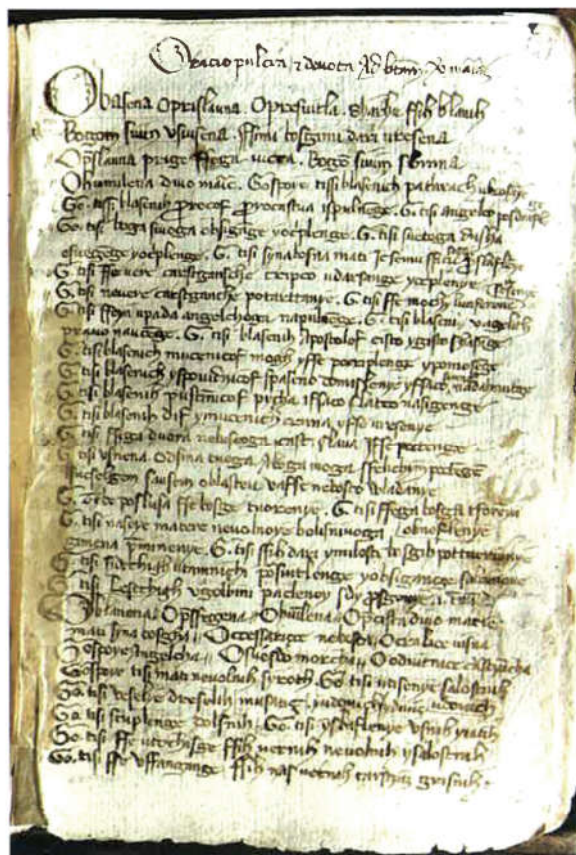
△ Natpis sa spomenom hrvatskog kneza Trpimira, Rižinice kod Solina, 9. st.

Dux Chroatorum u hrvatskoj se povijesti spominje prvi put već 852. godine u darovnici kneza Trpimira, čiji su nasljednici vladali od mora do Drave. Hrvatski je prostor, u svojoj mediteranskoj, panonskoj i dinarskoj figuraciji, iznjedrio jedinstvenu kulturnu i književnu baštinu, izraženu u trojstvu čakavskog, kajkavskog i štokavskog narječja. Pisana je riječ, od Baščanske ploče preko Šibenske



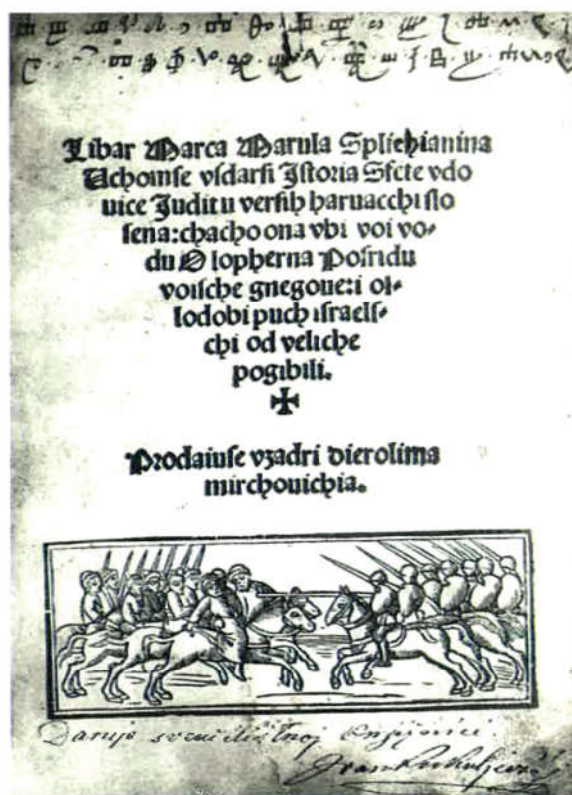
Δ Bašćanska ploča, jedan od najstarijih pisanih spomenika hrvatskog jezika, oko 1100.

molitve, Marulićeve *Judite*, Šižgoričevih elegija, Vrančićeva rječnika, Gundulićeva *Osmana*, hrvatskog narodnog preporoda pa sve do suvremenih pisaca, čuvala identitet hrvatskoga naroda tijekom stoljeća i podgrijavała njegovu težnju za ponovnom uspostavom političke i državne samostalnosti i neovisnosti. U složenom političkom ozračju i u teškim gospodarskim uvjetima, te pod velikim vojnim pritiscima održavala se vjekovna težnja hrvatskoga naroda za slobodnom Hrvatskom. Danas u njezinu



△ Šibenska molitva, najstariji latinicom pisani hrvatski pjesnički tekst

okrilju obilježavamo stotu obljetnicu prvog hrvatskog cjelovitog elektroprivrednog sustava, čime je Hrvatska, među prvima u Europi i svijetu, primijenila jedno od najvećih znanstveno-tehnoloških dostignuća i uopće uljudbenih tečevina modernog doba.

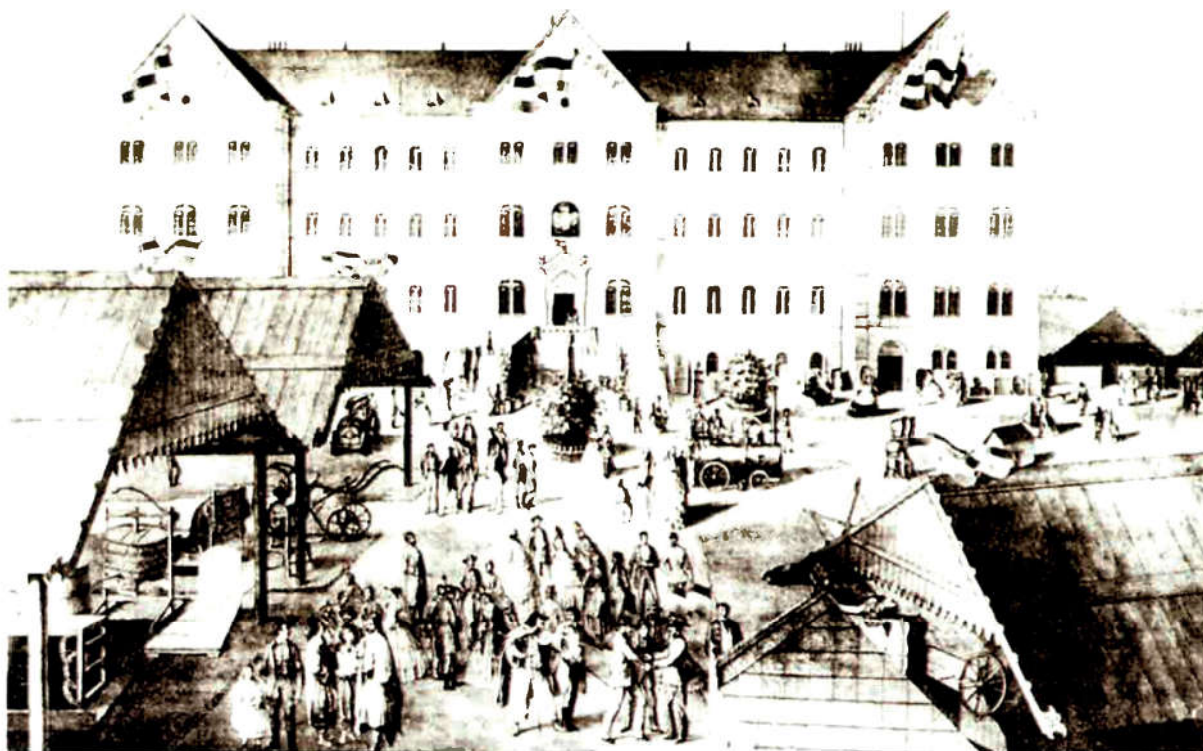


▷ Marko Marulić, Judita, 1521.

DOGAĐANJA
U
HRVATSKOJ
KRAJEM 19.
I
POČETKOM
20. STOLJEĆA

Sadašnje područje Hrvatske posljednjih je desetljeća prošloga stoljeća, do završetka Prvog svjetskog rata bilo rascjepkano na nekoliko odvojenih pokrajina koje su imale različit državno-pravni i upravno-politički položaj u okviru Austro-Ugarske Monarhije. Teritorijalna je podijeljenost bila uzrokom gospodarskog zaostajanja hrvatskih zemalja budući da su austrijska centralistička uprava i veliko-mađarska dominacija kočile gospodarsku djelatnost domaćih čimbenika i sprječavale formiranje jedinog hrvatskog gospodarskog prostora. Obje su središnjice (Beč i Budimpešta) gradile radijalno upravljene željezničke pruge i ceste prema južnoj državnoj periferiji (Beč - Trst - Pula; Budimpešta - Zagreb - Rijeka) u nastojanju da se maritimiziraju. U tom prekretničkom dobu uža je Hrvatska tražila svoju prigodu težeći sjedinjenju s Dalmacijom i Is-

▽ Prva gospodarska izložba u Zagrebu, 1864.



D A N I C Z A

Horvatzka, Slavonzka y Dalmatinzka.

Techaj I.

Dana 14. Szusheza 1835.

Br. 10.

Počerak je večkrat dala
 Stvar velikoj srđci mala.
 Velike i dične stvari
 Stvar maljajna večkrat-skvari.
 Vitezović.

HORVATSKA DOMOVINA.

Lěpa naša domovino,
 Oj junačka zemljo mila,
 Stare slave dēdovino,
 Da bi vazda čestna bila!

Mila, kano si nam slavna,
 Mila si nam ti jedina,
 Mila, kuda si nam ravna,
 Mila, kuda si planina!

Vedro nebo, vedro čelo,
 Blaga persa, blage noći,
 Toplo lěto, toplo dēlo,
 Bistre vode, bistre oči:

Vele gore, veli ljudi,
 Rujna lica, rujna vina,
 Silni gromi, silni udi; —
 To je naša domovina!

Ženju serpi, mašu kose,
 Dēd se žuri, snope broji,
 Škriplju vozi, brašno nose,
 Snaša preduć malo doji:

Pase marha, rog se čuje,
 Oj, oj zvenči, oj, u tmine,
 K ognju star i mlad šetuje; —
 Evo t' naške domovine!

Luč iz mraka dalko sija,
 Po veseloj livadići,
 Pėsme glasno brěg odbija,
 Ljubni poje k tamburici:

Kolo vode, živo kolo,
 I na berdu, i v dolini,
 Plešu mladji sve okolo; —
 Mi smo, pobre, v domovini!

Magla, što li, Unu skriva?
 Ni l' to našiu jauk turobni?
 Tko li moleć smert naziva?
 Il' slobodni, il' su robni?

„Rat je, bratjo, rat junaci,
 Pušku hvataj, sablju paši,
 Sedlaj konjče, hajd pešjaci,
 Slava budi, gdi su naši!“

Buči bura, magla projde, —
 Puca zora, tmina bēži, —
 Tuga mine, radost dojde, —
 Zdravo slobost, — dušman leži!

Veseli se, tužna mati,
 Padoše ti verli sini,
 Ko junaci, ko Horvati,
 Ljaše kervcu domovini!

Teci, Sava hitra, teci
 Nit' ti Dunaj silu gubi,
 Kud li šumiš, svētu reci:
 Da svog' doma Horvat ljubi,

Dok mu njive sunce grije,
 Dok mu hrastje bura vije,
 Dok mu mertve grob sakrije,
 Dok mu živo serdce bije!

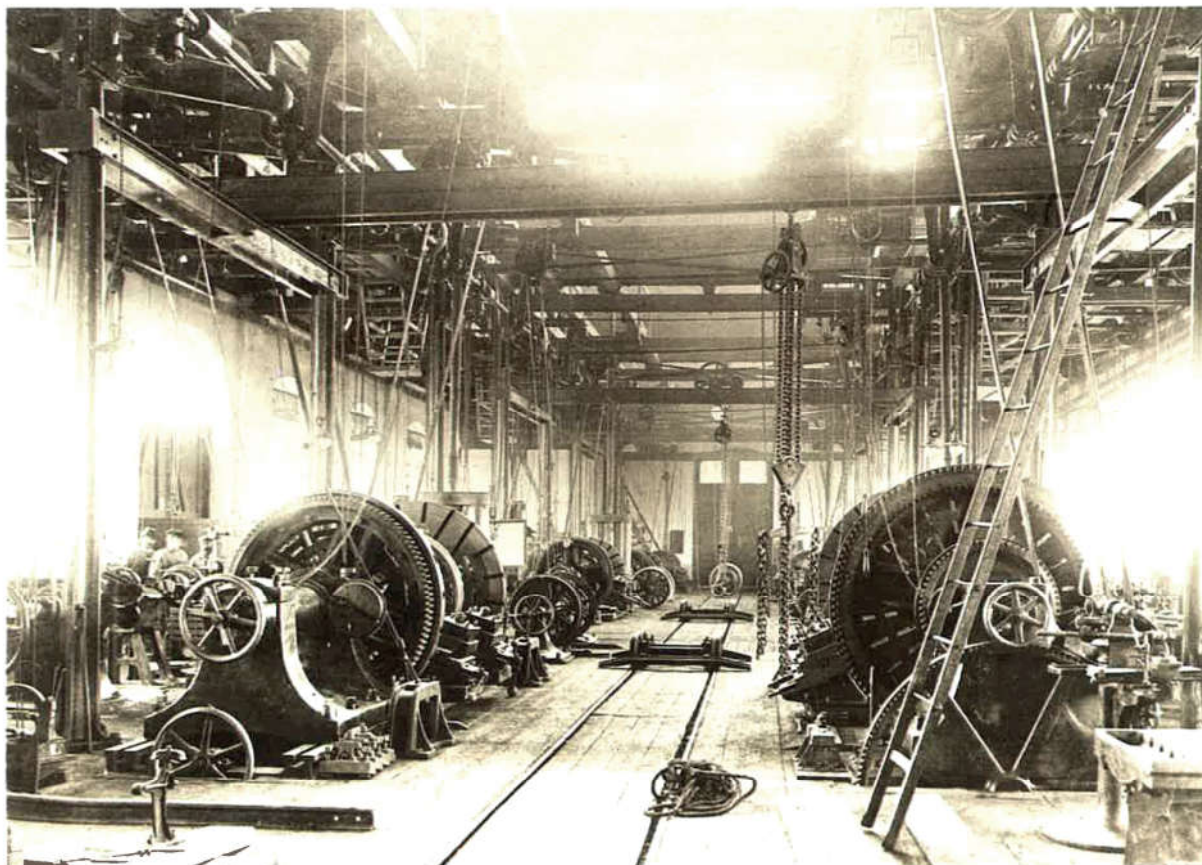
MI.....Ć.

Δ Antun Mihanović. *Horvatska domovina*, po prvom stihu nazvana *Lijepa naša* - hrvatska himna



△ Dragutin Weingärtner, Zasedanje Hrvatskog sabora 1848. u Zagrebu

▽ Tvornica željezničkih vozila, Zagreb, 1894.



trom, boljem prometnom povezivanju i poticanju industrijalizacije. Ocjenjujući razvitak industrije u Hrvatskoj na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće, tadašnja zagrebačka Trgovačko-obrtnička komora vidi znatan pomak u odnosu na prijašnje razdoblje. Domaća industrija, uz stanovite probleme - ponajvećma na novčanom tržištu, pokazuje stalno napredovanje. Hrvatsko brašno, koža, drvo i žesta odgovaraju zahtjevima svjetskog tržišta već krajem stoljeća. U takvom je ozračju 1899. godine u Zagrebu utemeljen Hrvatski trgovačko-obrtnički muzej, kao stalna izložba industrije i obrta.

Seosko gospodarstvo pokazuje znakove razvoja od početka 20. stoljeća, te postaje sve utkanijom sastavnicom obrtničko-industrijskog kompleksa. Industrijsko-pomorskom jačanju Trsta, vojno-

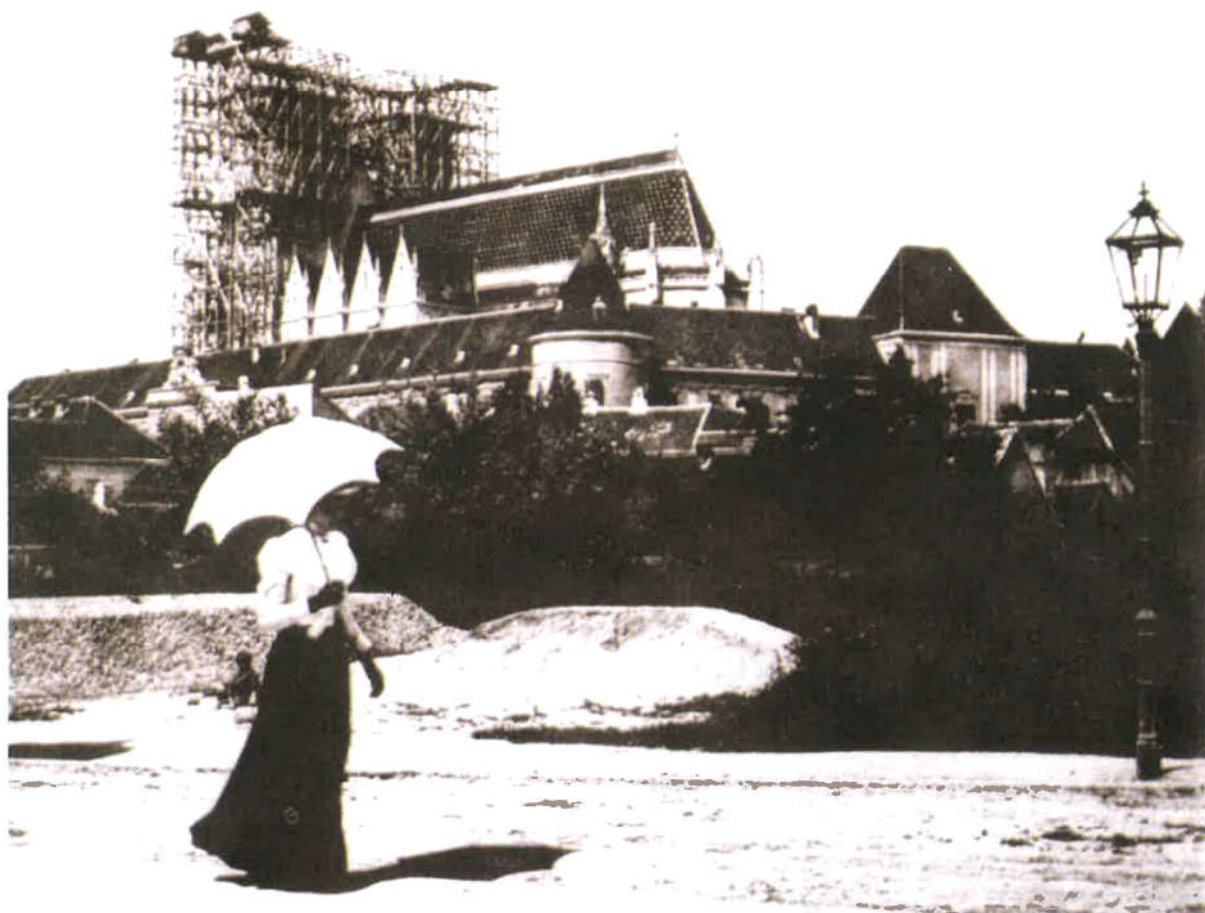
-pomorskom snaženju Pule, te industrijsko-trgovačkom i pomorskom rastu Rijeke priključuje se svojim nastojanjem i Zagreb kao raskrižje uzdužnih i poprečnih željezničkih pravaca. U svezi s tim razvijaju se Trgovačko-obrtnička komora u Zagrebu, utemeljena 1852., devet godina nakon što je narodnim jezikom, 2. svibnja 1843., progovoreno u Hrvatskom saboru i pet nakon što je, 23. listopada 1847., prihvaćen za službeni jezik, i Zemaljski savez hrvatsko-slavonskih industrijalaca, utemeljen 1903. To je, dakle, razdoblje znakovita buđenja i rasta hrvatskog gospodarstva, u čemu su, dakako, interes i probitak naše središnjice dvojne carevine. Gospodarsko jačanje Zagreba omogućuje mu neposrednije uključivanje u razvojnu utakmicu u posvemašnjem životu zemlje. To se odražava i na op-

ći položaj - političko, gospodarsko i kulturno snaženje - središnje i istočne Hrvatske. Utjecaj Zagreba širi se i na južnu Hrvatsku (Dalmaciju) i na zapadnu Hrvatsku (Istru). Bilo je to, inače, doba konačno oblikovane narodne svijesti, koja je težila integriranju hrvatskog etničkog prostora, uznapređovalog i u pogledu napućenosti i u pogledu gospodarstvenog oživljavanja i inovacija. Međutim, takav je razvoj kadšto plodio nepovoljnim kretanjem, pa je nastalo stanje valjalo sređivati usporenijim razvojem. Naime, u Hrvatskoj je od kraja 19. stoljeća do Prvog svjetskog rata bilo utemeljeno čak 58 industrijskih dioničarskih društava, a sva je industrij-

ska djelatnost bila okupljena u 12 grana, uključujući iskorištavanje ljekovitih mineralnih toplica. Prednjačile su drvna, mlinska i građevinska industrija, potom poljoprivredno-prehrambena, metalna (kovinarska) i kemijska industrija. Time su od početka industrijalizacije do Prvog svjetskog rata sjeverna, središnja i istočna Hrvatska dospjele na čelo industrijske djelatnosti na hrvatskom prostoru.

U to je vrijeme električna industrija činila potpuno novu granu hrvatskog gospodarstva. Široka primjena električne energije bila je od iznimnog značaja za razvoj svekolike industrijske djelatnosti.

Elektrotehnička je industrija u nas prihvaće-



△ Ivan Standl, Zagreb 1898.

na sa svim njezinim tečevinama, pa su, uz doprinos naših ljudi, i najveća svjetska poduzeća u nju ulagala svoje znanje, iskustvo i kapital.

Naš je prvi elektroprivredni sustav bio utemeljen na hidroelektrani, ali su pritom nicala i druge munjare (elektrane). Bez izravne ili dalekovodima dovedene električne energije, kao izvora pogonske snage ili kao izvora rasvjete, život u tadašnjim varošicama (trgovištima) i gradovima, pa i u nekim selima, više nije bilo moguće zamisliti. Električna je energija postala odrednicom gospodarskog razvoja Hrvatske. Kroničari na prijelazu iz 19. u 20. stoljeće navode rudarsku, lijesnu (drvnu), kovinarsku (metalnu), kožarsku, odjevnu (tekstilnu), narodnu (kućnu), kemijsku, papirno-grafičku, prehrambenu, građevinsku, sanitarnu i druge industrije čija je djelatnost utemeljena na električnoj pogonskoj energiji. Posebice naglašavaju mineralne toplice i kiselice (Apotovačka, Lasinjska, Jamnička i druge), te, već tada naveliko promicanu, prodaju parketa, furnira, drvene vune, bačava, karoserija, pokućstva, drvenih kuća, postolarskih potrepština, dječjih igračaka, košara, četaka, tambura, metli, štapova, pluta i drugih izrađevina i industrijskih prerađevina.

DOGAĐANJA U DALMACIJI

▽ Dubrovnik, 1904.



Južna je Hrvatska (Dalmacija) živjela u ozračju rubne pokrajine. Bila je prometno izolirana i time u težem položaju od središnje i unutrašnje Hrvatske, pa i od Istre. Sjeverni krajevi i luke istočnog Jadrana bili su u prednosti zbog blizine i bolje povezanosti sa srednjoeuropskim središtima političke i gospodarske moći. No, Dalmacija je tražila način za poboljšanje prometne veze sa zaleđem i, posebice, za bolje povezivanje morem s Rijekom i Trstom u doba buđenja industrije i zamjene jedara strojevima. Začeci industrije vezani su za otvaranje ugljenokopa (Siverić, Promina), tupinoloma (Solin, Split, Omiš) i kamenoloma (brački bijeli kamen i mramor), te podizanje prvih tvornica (kalcijev karbid i cijanamid u Šibeniku i Dugom Ratu) u blizini vodnih snaga pogodnih za proizvodnju električne energije i za



△ Bazilij Ivanković, *Jedrenjak*, hrvatski trgovački brod iz 19. st.



△ Šibenik, dio obale, početak 20. st.



suvremeniju opskrbu vodom (Krka, Cetina, Jadro). Podižu se i prve tvornice za preradu i konzerviranje ribe (Vis, Brač, Hvar, Dugi otok, Silba). Pri tomu se, uz dominirajući inozemni kapital, pojavljuje i domaći, posebice u brodarstvu i industriji prerade ribe.

Sedamdesetih je i osamdesetih godina 19. stoljeća Dalmacija doživjela napredak u vinogradstvu. Bilježila je veliki izvoz vina u Francusku (1878.-1892.) zbog bolesti vinove loze u toj zemlji. Nakon toga je bolest vinove loze (lug ili oidium, žilogriža ili filoksera i gljivice ili peronospora) preko Italije pogodila i Dalmaciju. Dalmaciju je uz to pogodila i Vinska klauzula iz 1892. godine, kojom se olakšavao izvoz talijanskih vina u Austriju. Dodamo li tomu slom jedrenjaka i uspon parobroda, što Dalmacija nije mogla slijediti, slika gospodarstvenih tegoba našega primorja u tom vremenu postaje još jasnijom. Parobrodarska sjedišta sele u Trst i Rije-

ku, pa se tamo usmjerava i kapital. Tako započinje doba prvog masovnijeg iseljavanja za rad najposobnijeg dijela pučanstva iz Hrvatskog primorja, ponajvećma iz dalmatinskog priobalja i s otoka, te iz Kvarnera. Računa se da je iz same Dalmacije u razdoblju od 1880. do 1910. godine iselilo približno 58 tisuća ljudi (oko 13% ukupna pučanstva 1880. godine). Iseljavanje je i nakon toga odražavalo (ne)povoljnost općih i regionalnih prilika u polazišnim i odredišnim krajevima i zemljama.

Ipak, pojava i razvoj prve industrije na jakim izvorima električne energije smanjili su doseg mogućeg iseljavanja. Dio radne snage vezao se uz nove tvornice i pogone mogućnošću zarade izvan vlastita skromna gospodarstva. To je značilo, barem nekima, nadu u bolja vremena za nove naraštaje - pismenije i obrazovanije. Sve se to vremenski uglavnom poklopilo s nastojanjem hrvatskih naro-



Δ Šibenik, javna rasvjeta

DOGAĐANJA U ŠIBENIKU

dnjaka da promjenom političkih prilika u Dalmaciji i pobjedom na izborima stvore preduvjete za opći boljitak svekolikog našeg puka.

Usporedo sa svim tim događanjima grade se nove i poboljšavaju stare prometnice između obale i zaleđa: željezničke pruge Split - Šibenik - Siverić (1877.) - Knin (1888.) - Drvar (uskotračna, 1898.), Metković - Mostar - Sarajevo (1891. godine), Gabela - Gruž (Dubrovnik) - Zelenika i druge, te glavne ceste od primorskih središta prema Zagori.

Prve se tvornice u Dalmaciji grade već početkom sedamdesetih godina u Splitu: cementa 1870., kože 1879., mramora 1882. i druge. Slijede cementare u Solinu (1903. - 1908.), Sućurcu (1912.) i Omišu (1908.), upotreba strojeva u bračkim kamenolomima (Pučišće, 1906. - 1907.) i u brodogradilištima Splita, Trogira, Korčule i drugdje, industrijske vapnenice u Šibeniku, Splitu, Trogiru i drugdje, industrijska prerada višanja, maslina (na gotovo svim većim otocima i gradovima na kopnu), eteričnih ulja (Hvar i drugdje), buhača, ružmarina, lavande i drugog aromatičnog bilja, u ovisnosti o potražnji na tržištu. Prema tome, Dalmacija je dočekala prvi cjeloviti elektroprivredni sustav sa stanovitim rudimentarnim pogonima na paru, od kojih su se mnogi kasnije prilagodili upotrebi električne pogonske energije.

Početkom sedamdesetih godina 19. stoljeća Šibenik je slavio veliku političku pobjedu - pobjedu hrvatske Narodne stranke na izborima (1872.). Bio je to kraj dugogodišnje vladavine autonomaša (talijanaša). Za općinskog je načelnika prvi put izabran Hrvat, Ante Šupuk, jedan od junaka izgradnje prve HE Krka (1895. godine). Time je započela dvadesetogodišnja vladavina Narodne stranke (1872. - 1893.) i razdoblje mnogih ranije započetih i novih gospodarstvenih postignuća. Bila je to prva veća prekretnica u životu našega puka, u njegovom političkom, gospodarskom i kulturnom životu. Hrvatski je jezik uveden u škole, što je značilo prvo opis-



menjavanje širokog kruga pučana. Uz dužno učenje utjecajnih stranih jezika u daljnjem školovanju, to je pučanima otvaralo put u svijet, a sam Šibenik upisalo u zlatnu knjigu preporodne povijesti Hrvata.

Vladavina narodnjaka dovela je u šibenskom kraju, kao i drugdje, slijedom njihovih izbornih pobjeda do kraja 19. stoljeća, do uvođenja novih kultura i tehnologija u voćarstvu, vinogradarstvu i ratarstvu. Povećao se ulov ribe i osuvremenila tehnologija njene prerade. Poticalo se poduzetništvo mladih domaćih ljudi. Bilo je to razdoblje otvaranja prema sjeverozapadu i prema glavnim središtima državne i srednjoeuropske moći. Tako je dolazilo do jačeg prožimanja političkih, gospodarskih, kulturnih i znanstvenih snaga toga vremena u složenom državnom prostoru. Unatoč svim teškoćama, valjalo je privući inozemni kapital i omogućiti mu profitabilnost u novim okolnostima, budući da je poboljšan položaj Dalmacije u Pokrajinskom vijeću.

Kada su se poklopili obostrani interesi, dolazilo je do iskorištavanja prirodnih dobara. Tako je na Skradinskom buku, na rijeci Krki, u Jarugi, jedna ideja pretvorena u energetske i industrijske stvarnosti kad je realiziran naš prvi cjeloviti elektroprivredni sustav. Tako su se naši ljudi pokazali doraslima prihvatiti tehnološki novum i zabilježiti blistavi trenutak Šibenika i njegova kraja (Meichsner i Šupuk).

Prominski je ugljen potaknuo izgradnju, 1877. godine, lokalne željezničke pruge Split - Siverić, s odvojkom Perković - Šibenik, koja je 1888. produžena do Knina. Na taj se način otvorilo i zapadnobosansko šumovito područje za izvoz drva preko šibenske luke (Steinbeiss, Šipad).

Izgradnja našeg prvog cjelovitog elektroprivrednog sustava događa se u razdoblju urbanističkog sređivanja gradova, pa tako i Šibenika: godine 1870. izgrađeno je kazalište, 1871. novo lučko пристаниšte, 1879. vodovod Krka - Šibenik i

prve javne česme, 1880. nova tiskara, 1893. višepaviljonska bolnica, 1895. gradski perivoj, 1896. sudsko-zatvorska zgrada itd. Sve to ukazuje na nagli gospodarski rast i poboljšanje kakvoće života grada bogate urbane, graditeljske i kulturne baštine (humanističko-renesansni dosezi Šibenika u 16. i 17. stoljeću).

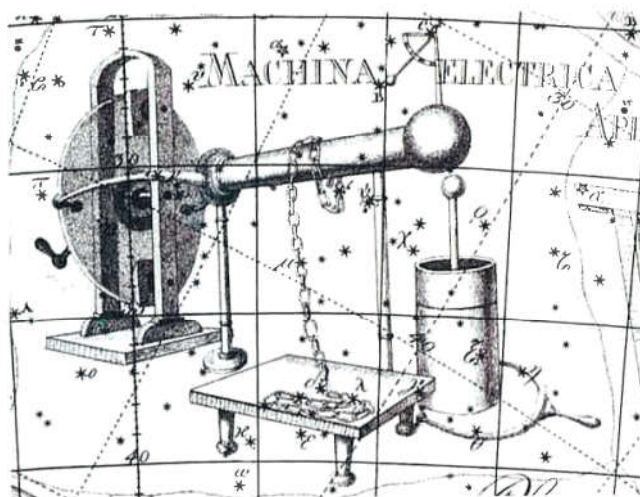
Tehničke/tehnološke novine što su se u drugoj polovici 19. stoljeća proširile europskim tлом, ostavile su i neke štetne tragove u našim gradovima. U Šibeniku su tako srušene stare gradske zidine s obrambenim kulama radi otvaranja grada periferiji, kao pojmu slobodnog i novog prostora. Time je okrnjena ljepota srednjovjekovnog grada, ali su, srećom, sačuvani dijelovi gradskog bedema i sve četiri tvrđave (jedna ponad same gradske jezgre, jedna na prilazu s mora i dvije na prilazima s kopna).

Epohalni elektroenergetski zahvati na Krki omogućili su, uz pojavu industrije, postavljanje električne gradske rasvjete, čiji su lampioni za noćnih šetnji otkrivali ljepotu najstarijeg samorodnog hrvatskog grada, prvi put spomenutog u darovnici kralja Petra Krešimira IV. iz 1066. godine. "Sav od kamena i u kamenu", Šibenik je grad pjesništva (Juraj Šižgorić), kršćanske duhovnosti (Nikola Tavelić), slikarstva (Juraj Čulinović), graditeljstva (Juraj Dalmatinac), graverstva (Martin Kolunić-Rota), historiografije (Dinko Zavorović), glazbe (Ivan Lukačić), diplomacije (Antun Vrančić), polemike (Jakov Armolušić) itd. Iz plejade velikih umova koje je dao ovaj mali grad izdvaja se iznimna renesansna osobnost - Faust Vrančić, tvorac prvoga hrvatskoga rječnika te izumitelj i anticipator mnogih tehničkih ideja i projekata.

Šibenik je utemeljen na estuariju rijeke Krke, od kuda se lako nadzirao plovni put prema liburnskoj i rimskoj Scardoni (Skradin). Skoro tisućljeće poslije, vodno bogatstvo kraške ljepotice Krke umješno su ocijenili prvi elektroenergetičari, ali u potpuno drukčije svrhe. Drevnom je žrvnju pridodana turbina - znak i sredstvo nove tehnologije s kraja 19. stoljeća. Tako je 28. kolovoza 1895. potekla

električna struja od Krke do Šibenika duž 11 kilometara dugog dalekovoda - prvog u Hrvatskoj. Bilo je to otvaranje šibenskih prozora novom suncu.

Novo doba visokih tehnologija i informatičke revolucije nameće i nova razmišljanja o budućnosti. Šibenik, baštinik prirodnih ljepota dvaju nacionalnih parkova i bogate kulturne tradicije, junak Domovinskog rata, zacijelo će, kao i naša domovina Hrvatska, i nadalje biti dionikom srednjoeuropskog i mediteranskog kulturnog kruga. ■



△ Elektrizirajući stroj

PRVA
POSTROJENJA
ISTOSMJERNE
I
IZMJENIČNE
STRUJE

▽ Michael Faraday



Prva postrojenja građena posebno za energetska korištenje električne energije za rasvjetu i pokretanje motora pojavila su se krajem 19. stoljeća. Ona predstavljaju začetak današnjih velikih elektroenergetskih sustava. Elementi elektroenergetskog sustava su: proizvodna postrojenja - elektrane, prijenosna - dalekovodi i transformatorske i razdjelne stanice viših naponskih razina, za prenošenje električne energije na daljinu, i distribucijska - vodovi i transformatorske i razdjelne stanice nižih naponskih razina, namijenjeni razdiobi (distribuciji) električne energije do potrošača. Sustav čine i električne instalacije kod potrošača, uključujući i brojila potroška, te drugi elementi nužni za zaštitu, naplatu i upravljanje. Svi ti elementi moraju biti prisutni ako se želi govoriti o cjelovitosti nekog elektroenergetskog sustava.

Dug je bio razvoj elektrotehničke misli dok se, u 19. stoljeću, nije došlo do takvog stupnja razvoja da se moglo graditi prva elektrotehnička postrojenja namijenjena gospodarski isplativoj eksploataciji. Od prvih spoznaja o privlačnoj moći magneta i električnom naboju jantara, koji je dao i ime "elektricitet" (jantar se na grčkom kaže elektron), do otkrića i eksperimentalne potvrde povezanosti magnetizma i električne struje, prijedan je mnogostoljetni put. Na tom su se putu dogodila temeljna otkrića, koja tvore lanac spoznaja kome pripadaju i elektrostatika i elektrodinamika kao dijelovi elektrotehnike. Logičan slijed tih spoznaja doveo je do otkrića utjecaja električne struje na magnetsku iglu 1819. godine. Englez Michael Faraday je 1831. godine eksperimentom pokazao postojanje obrnutog procesa: pomoću magneta može se proizvesti električna struja.

Tako će otkriće sile uzrokovane električnom strujom u magnetskom polju postati temelj razvoja električnog motora, a obrnuti proces temelj razvoja generatora, odnosno strojeva za proizvodnju ele-

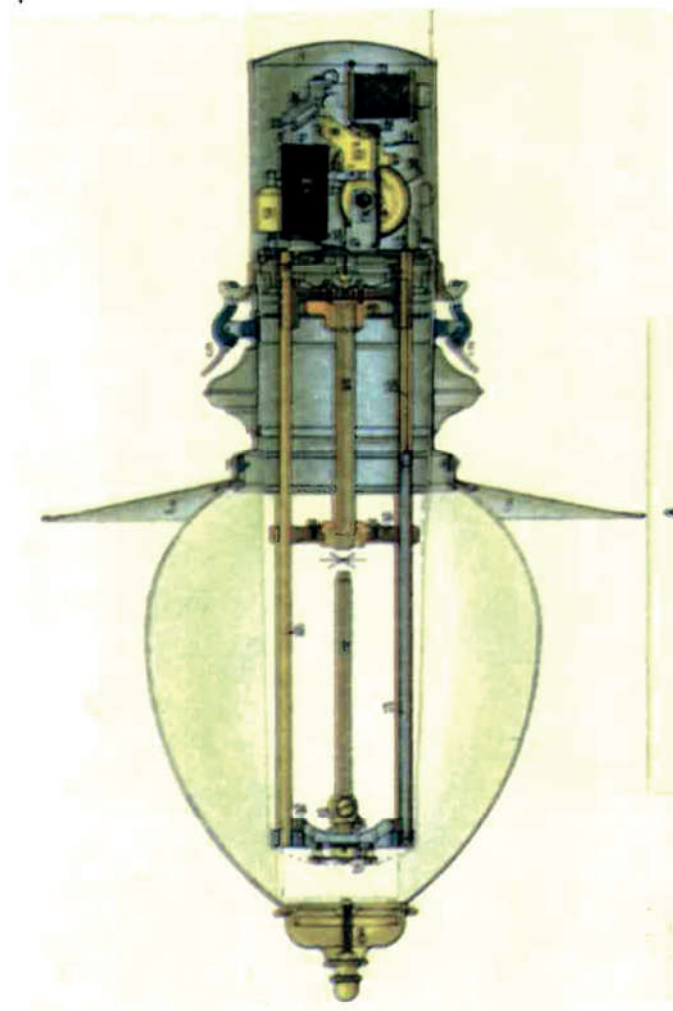
ktrične struje. Iz otkrića električnih i magnetskih polja, te fenomena elektromagnetske indukcije, tj. međusobnog djelovanja ovih polja, razvit će se i princip djelovanja transformatora.

Brojni su se istraživači između 1831. i 1880. godine bavili fenomenom elektromagnetske indukcije i mogućnostima njene praktične primjene. Tako je Moritz Hermann von Jacobi 1834. godine izradio prvi elektromotor veće snage, da bi Werner von Siemens, otkrićem dinamoelektričnog načela, 1866. napravio prvi istosmjerni dinamo-stroj i time načinio bitan napredak u konstrukciji jakih izvora električne energije. Treba spomenuti i Zénobe Théophile Grammea, belgijskog izumitelja, koji je načinio generator stacionarne (istosmjerne) struje, kojim su, počevši od 1870. godine, potpuno potisnuti takozvani magnetoelektrični generatori.

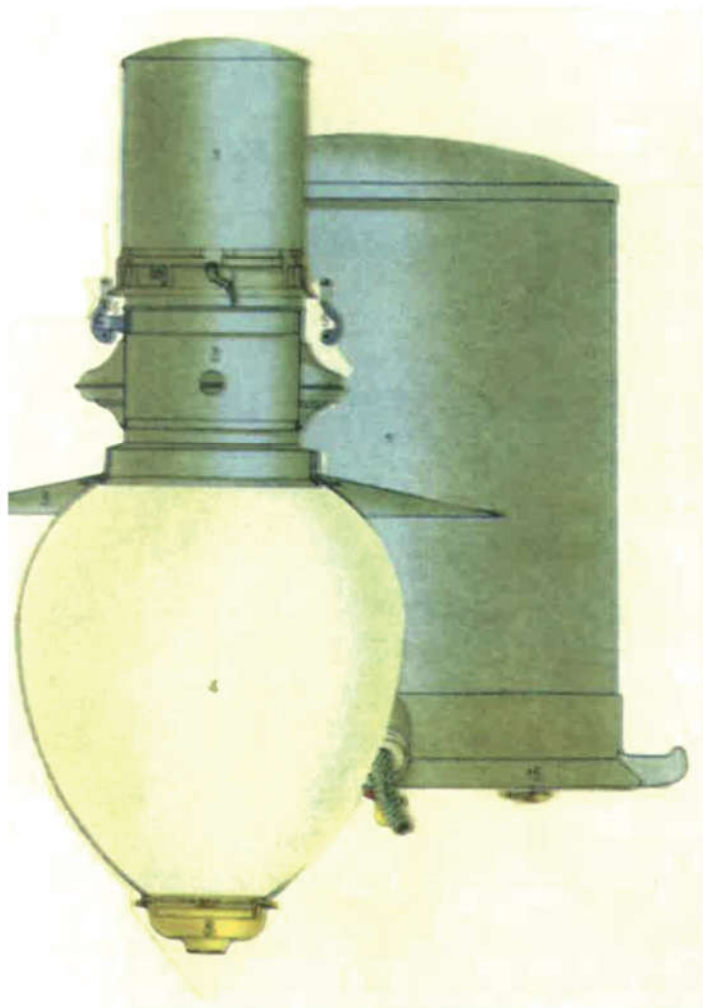
Primjena ovih pronalazaka u praksi zahtijevala je razvoj potrošačkog dijela sustava, tj. područja rasvjete i elektromotora. Električna rasvjeta morala je, kod rasvjetljavanja javnih površina, izdržati konkurenciju tada već jako razvijene plinske rasvjete, a kod zatvorenih prostora, konkurenciju i plinske i petrolejske rasvjete. U svom je razvoju, skoro istodobno s razvojem elektromagnetike, rasvjetna električna tehnika prošla tri osnovne faze.

Pavel Nikolajevič Jabločkov izumio je 1876. godine prvu lučnu svjetiljku koja je mogla biti primijenjena u praksi. Zatim je Friedrich von Hefner-Alteneck 1878. godine izradio diferencijalnu lučnu svjetiljku, da bi se 1879. pojavila žarulja s ugljenom niti Thomasa Alve Edisona. Tek je Edisonov pronalazak žarulje sa žarnom niti omogućio priključivanje velikog broja rasvjetnih tijela na jedan stroj. Ta je žarulja imala brojne prednosti u odnosu na dotadašnje lučne svjetiljke, osobito kod rasvjete stanova i drugih zatvorenih prostora. Zato se u počecima elektrifikacije, osim stanova i ureda, najčešće osvjetljavaju razne reprezentativne zgrade - hoteli, kazališta itd.

Thomas Alva Edison uvidio je potrebu izgradnje većih električnih izvora u blizini gradskih središta



Δ Lučna svjetiljka, izum Jabločkova iz 1876.

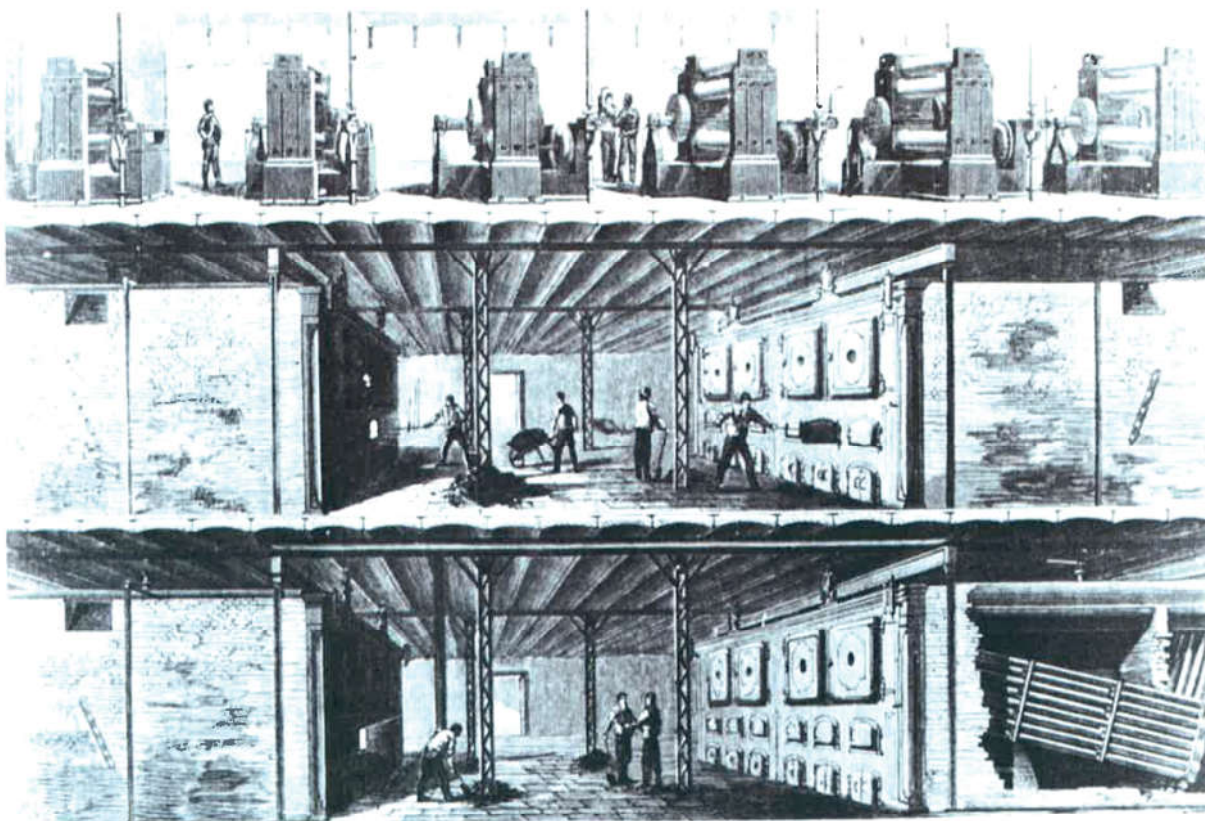


ili većih stambenih blokova u velikim gradovima, jer je samo tako bilo moguće ekonomično napajati veći broj potrošača. Time će započeti doba takozvanih centralnih stanica za proizvodnju istosmjerne struje, odakle i naziv električna centrala. Centralne električne generatorske stanice s prvim istosmjernim električnim mrežama preteče su djelatnosti koja se danas naziva elektroprivredom.

Prve dvije veće istosmjerne centrale izgradio je Edison 1882. godine u Londonu (Holborn Viaduct) i New Yorku (Pearl Street). Njujorška elektrana bila je snage 540 kW i napajala je približno 7 200 žarulja uz napon 110 V, pa je u to doba smatrana velikom elektranom. Ove elektrane morale su izdržati konkurenciju relativno niske cijene plinske rasvjete. Zbog toga je londonska elektrana prestala raditi već 1886. godine. Za razliku od nje, Pearl Street je radila ekonomično i bez kvarova sve do 1890. godine, kad ju je uništio požar.

Iskustva stečena na ovim prvim istosmjernim elektranama bila su takva da su se slične počele graditi u mnogim gradovima širom svijeta. To su pretežito bile termoelektrane, jer su se pogonile parnim strojem. Prva istosmjerna hidroelektrana izgrađena je u malom američkom mjestu Appletonu, budući da su veliki gradovi uglavnom bili daleko od izdašnih i iskoristivih vodotokova. U brojnim hrvatskim gradovima bilo je vrlo rano pokušaja uvođenja električne rasvjete ili upotrebe električne energije u industriji, pa se i u nas grade prve istosmjerne centrale, desetak godina iza New Yorka.

Centralne istosmjerne stanice od početka su imale teškoća s ekonomičnim radom. Kako su glavni potrošači bile lučnice ili žarulje za rasvjetu, opterećenje je tijekom dana bilo vrlo nejednoliko. Zato su se danju punile olovne akumulatorske baterije, da bi pomogle noću, kada je dolazilo do vršnih tereta. To je poskupljivalo čitav postupak. Puno veći problem, međutim, predstavljao je gubitak električne snage u vodovima i nemogućnost priključivanja udaljenijih potrošača. Kako je napon bio fik-



△ Unutrašnjost prve javne istosmjerne termoelektrane Pearl Street, New York, 1882.



◁ Prva javna izmjenična hidroelektrana Tivoli, Rim, 1892.

siran na 110 V, to su se, rastom tereta s kvadratom jakosti struje koja se prenosi, povećavali gubici, tako da se istosmjerna struja mogla prenositi na vrlo ograničeno područje. Stoga se u nekim gradovima pojavilo mnoštvo istosmjernih centrala, praktički svedenih na opskrbu samo jednog bloka kuća. Tako je u New Yorku 1890. godine radilo približno 450 centrala. Istina, veliki su se gradovi međusobno natjecali u električnoj rasvjeti, pa se, kao najbolje osvijetljen, isticao Petrograd, sa 66 000 žarulja u javnoj uličnoj rasvjeti, koje su se napajale iz deset centrala.

Rješenje za problem koji je ograničavao razvoj sustava istosmjerne struje - prijenos električne energije na veću udaljenost - bila je jednofazna izmjenična struja. Razvoj izmjeničnog sustava tekao je krajem 19. stoljeća usporedo s razvojem istosmjernog sustava. Prvi generator izmjenične struje patentirao je Gramme, a njegov je stroj bio upotrijebljen za pokusno osvijetljavanje Operne ulice u Parizu 1878. godine lučnicama Jabločkova. Taj je eksperiment pokazao sve pogodnosti novog sustava, barem kod osvijetljavanja ulica, trgova i većih prostora jakim i zasljepljujućim svjetlom električnog luka. Međutim, tek se nakon otkrića žarulje pokazalo da je za rasvjetu svakog, pa i najmanjeg prostora, potrebno ispuniti zahtjev konstantnosti rasvjete. U prvim su razvojnim fazama kod izmjeničnog sustava žarulje spajane serijski, pa zahtjev konstantnosti nije mogao biti ispunjen.

Daljnji korak u razvoju ovog sustava napravili su Lucien Gaulard i John Daniel Gibbs, patentiravši 1882. godine u Londonu uređaj koji su nazvali "sekundarni generator". To je preteča transformatora. Ovaj patent primijenjen je 1884. godine za rasvjetu 12 kilometara duge sekcije Londonske gradske željeznice. Te je godine na Elektrotehničkoj izložbi u Torinu prikazan prvi prijenos na daljinu novim izmjeničnim sustavom: iz Siemensova alternatora napon 2 000 V i 133 Hz prenesen je na udaljenost od 40 km, a napajao je svjetiljke raznih tipova na izložbenom prostoru i na usputnim želje-

zničkim postajama na pruži Torino - Lanzo.

Na torinskoj izložbi pojavio se još jedan vrlo važan pronalazak. Vodeći inženjeri mađarske tvrtke Ganz iz Budimpešte prikazali su samouzbudni izmjenični generator. Bili su to Carl Zipernowsky, Miksa Deri i Otto Titus Blathy, pronalazači transformatora, u obliku kakvog danas poznajemo. Treba naglasiti da su sva trojica uvijek nastupala zajedno, pa ih se u povijesti elektrotehnike redovito zajednički spominje pod imenom "budimpeštanska trojka". Oni su svoje patente primijenili u prvim elektranama i mrežama, pa tako i 1895. godine u sustavu Krka - Šibenik, prvom izmjeničnom sustavu u Hrvatskoj. Izum budimpeštanske trojke rješio je problem prijenosa i distribucije električne energije, jer je transformator omogućio da se električna energija prenese na daljinu i razdjeli na veliki broj potrošača. Spomenimo i to da su upravo oni prvi upotrijebili tehnički izraz "transformator električne energije".

Mogućnost transformacije izmjenične struje pokazala je tolike prednosti u odnosu na istosmjerne sustave, a i one početne izmjenične, da je Ganz već 1885. godine počeo isporučivati prve transformatore i kompletne izmjenične razdjelne sustave. Nakon Luzerna i Milana, u prve tri godine ovi su jednofazni sustavi bili u pogonu u oko 60 gradova u svijetu. Gotovo su svi služili za rasvjetu, pa većina nije imala značajniju komponentu prijenosa električne energije, premda su to omogućavali. Među tim gradovima bila je i Rijeka.

Jednofazna izmjenična elektrana u riječkoj luci, izgrađena 1892. godine, bila je prva takva elektrana u Austro-Ugarskoj Monarhiji, namijenjena za pogon dizaličnih motora i velikog lifta, a dopunski je korištena za rasvjetu luke i nekih susjednih objekata. Imala je tri generatora 80 kW, s 2 000 V, a lift za 65 000 kg pokretan je sinkronijskim motorima jednakog generatorskog napona. Ostatak snage korišten je transformacijom na 100 V za rasvjetu. Prijenosnog voda nije bilo, u smislu prenošenja električne energije na veću udaljenost, pa se

ovaj sustav ne može ubrojiti u potpune elektroenergetske sustave, koji uključuju proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije.

U razdoblju između 1885. i 1895. godine odvijala se "borba sustava". Edison je branio svoj istosmjerni sustav, naglašavajući njegove prednosti. Glavni prigovori upućeni Ganzovim stručnjacima, ali i Georgeu Westinghouseu, glavnom propagatoru izmjeničnog sustava u SAD-u, odnosili su se na pouzdanost paralelnog rada generatora istosmjerne struje u odnosu na prve izmjenične sustave i na veću sigurnost istosmjernih napona 110 V i 240 V. Naime, kod izmjeničnog sustava praktički je na svaku elektrificiranu kuću u SAD-u bio spojen transformator s naponom 1 000 ili 2 000 V, što je često izazivalo velike štete, a i smrtno slučajeve. U to doba, istosmjerna je struja bila pogodnija za električno galvaniziranje i punjenje akumulatora, a posebice je naglašavano nepostojanje vatmetra za izmjeničnu struju kao i pogodnog izmjeničnog motora. Mađarski izum transformatora i sustava distribucije otklonio je neke od ovih prigovora. Ubrzo su konstruirani pretvarači i brojila s magnetskim diskom. Tako se istosmjerna struja počela koristiti samo za

posebne svrhe.

Izum prikladnog izmjeničnog motora, koji je izmjeničnom sustavu omogućio primjenu u industriji, temeljio se na otkriću okretnog magnetnog polja i višefaznih izmjeničnih sustava. U tome su se, uz druge pronalazače, istaknuli Nikola Tesla, čiji je dvofazni sustav iz 1888. godine bio temelj razvoja višefaznih sustava, i Michael von Dolivo-Dobrowolski, koji je razvio trofazni sustav. Oni su time omogućili slijed drugih praktičnih izuma i tehničkih noviteta u prvim godinama razvoja elektroenergetskih sustava. Jedan je od takvih pronalazaka patent Franje Hanamana i Alexandera Justa - primjena volframove metalne niti u izradi električne žarulje - koji je otklonio brojne slabosti Edisonove žarulje s ugljenom niti. Volframova žarulja danas je najčešći izvor svjetla, kao što je asinkroni ili indukcijski motor najčešći izvor snage. Oba pronalaska djelo su pronalazača iz Hrvatske, Hanamana i Tesle.

POČECI
RAZVOJA
ELEKTROPRIVREDNE
DJELATNOSTI
U
SVIJETU

Izgradnja Edisonovih istosmjernih centrala i opskrba gradova električnom energijom prvi je oblik organiziranja elektroprivredne djelatnosti. Pronalaskom brojila nastojalo se odrediti i naplatiti potrošak svakog korisnika. Time je električna energija postala roba za prodaju, a proizvođač obavezan ispuniti sigurnost opskrbe i kvalitetu isporučenog struje. To je vrijedilo i za izmjenični sustav, s jedinom razlikom što je izvor električne energije preselio iz središta gradova na veću udaljenost, često na vodotokove, s kojih se, dalekovodima viših naponskih razina, električna energija prenosila do potrošača.

INTERNATIONALE ELEKTRO-TECHNISCHE AUSSTELLUNG



MAI -
OCTOBER 1891

ZU FRANKFURT AM MAIN

Prvi značajniji komercijalni prijenos na veću udaljenost pomoću Ganzovog jednofaznog sustava projektiran je 1890., a pušten u rad 1892. godine: iz hidroelektrane Tivoli na slapovima rijeke Aniene, kod grada Ternija, prenesena je električna energija do 28 kilometara udaljenog Rima, za rasvjetnu mrežu i električni tramvaj. Ovaj pothvat bio je zasjenjen važnijim događajem o kojemu se puno pisalo i govorilo. Naime, za Međunarodne elektrotehničke izložbe u Frankfurtu na Majni 1891. godine, ostvaren je prijenos izmjenične trofazne struje na udaljenost od 175 km, između elektrane Lauffen, na rijeci Neckar, i Frankfurta.

Bilo je pokušaja da se istosmjerna struja prenese na veću udaljenost. Tako je 1882. godine Michael Deprez na Elektrotehničkoj izložbi u Münchenu ostvario prijenos od 57 km, od izložbenog prostora do Miesbacha, ali uz vrlo velike gubitke. Stupanj djelovanja bio je samo 22%, zbog nedovoljno visokog napona i malog presjeka vodiča, jer je korišten telegrafski vod. Pokazalo se da je ovakav prijenos ekonomski neisplativ.

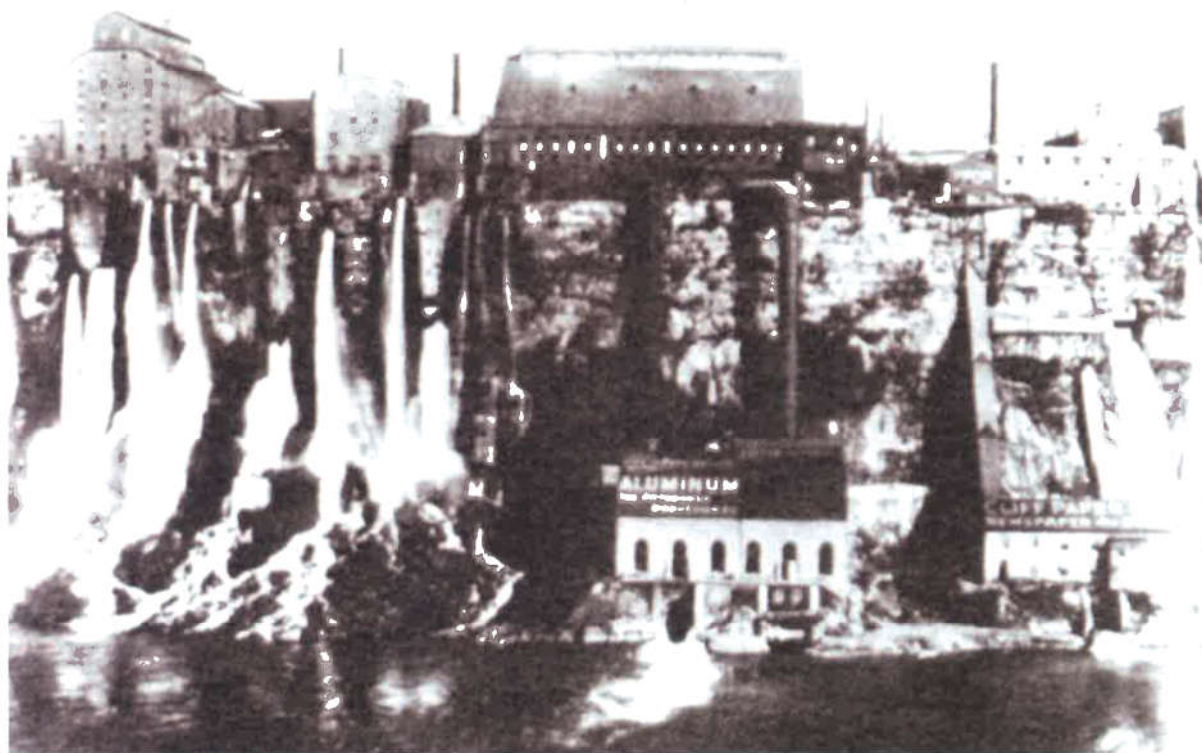
Prvi značajni jednofazni izmjenični prijenosi ostvareni su 1890. godine za rasvjetu Londona (12 km, prijenosni napon 10 kV) i Portlanda u SAD (19 km, prijenosni napon 3,3 kV). Stoga se 1890. smatra godinom početka djelovanja modernih elektroprivrednih sustava, koji imaju sve komponente: proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije.

Frankfurtska izložba bila je organizirana da bi se odabrala najbolja varijanta opskrbe Frankfurta na Majni električnom energijom. Oskar von Miller, poučen negativnim iskustvom istosmjernog prijenosa za München, predložio je da se električna energija za izložbeni prostor prenese prvim trofaznim vodom iz Lauffena, udaljenog 175 km. Tamo je vodna turbina snage 300 KS pokretala trofazni generator snage 210 kVA. Generatorski napon 55 V bio je transformiran na 8 500 V i električna energija prenesena je do Frankfurta. Izložbeni prostor bio je osvijetljen s približno 1 000 žarulja, ali je glav-

na atrakcija bio trofazni motor za pogon vodne pumpe kojim je stvaran umjetni slap. Postignut je visoki stupanj djelovanja od 75%. Tijekom izložbe izvedeni su pokusi i s naponima 15 kV i 30 kV, koji su pokazali da se povišenjem napona postiže viši stupanj djelovanja, odnosno da se smanjuju gubici u prijenosnom vodu. Nakon velikog uspjeha na izložbi, trofazni prijenos snage na daljinu u raspravama u stručnim časopisima označen je glavnim znanstvenim događajem. Von Miller je tako postao prvi zastupnik izgradnje regionalnih i zemaljskih mreža višefaznih sustava i prvi praktični graditelj elektroenergetskih sustava u svijetu. Ova je izložba, posredno, bitno utjecala i na prve graditelje sustava u Hrvatskoj. Nakon zatvaranja izložbe, krajem listopada 1891. godine, grad se ipak odlučio za jednofazni sustav, pa je 1892. ovaj vod, umjesto za Frankfurt na Majni, iskorišten za trofazni prijenos, s 5 000 V, do susjednog grada Heilbronna. To je bio prvi komercijalni trofazni prijenos u Europi.

Druga značajna elektrotehnička izložba održana je 1893. godine u Chicagu. Na njoj je Westinghouse izložio uređaje za tzv. univerzalni sustav, koji omogućuju prijelaz sa sustava na sustav. Najpoznatiji objekt i ujedno prva hidroelektrana velike snage izgrađena je na slapovima rijeke Niagare. U prvoj fazi izgradnje, 1895. godine, imala je tri dvofazna generatora 5 000 KS, napona 2 200 V i frekvencije 25 Hz, te pretvarače izmjenične u istosmjernu struju, za opskrbu obližnje tvornice aluminija i karborunda. Elektrana je proradila 26. kolovoza 1895., samo dva dana prije hrvatskog i šibenskog sustava na rijeci Krki. Međutim, prvi manji prijenos električne energije iz ove elektrane, do 43 kilometra udaljenog grada Buffala, dogodio se tek u studenom 1896. godine, a veći prijenos, u Kanadu, tek 1910. Ipak je hidroelektrana Niagara Falls u to vrijeme smatrana velikim tehničkim pothvatom, jer je pokazala da se mogu graditi elektrane velikih snaga i da se te snage mogu višefaznim sustavima ekonomično prenositi na velike udaljenosti.

Mađarska tvrtka Ganz, koja je u Europi uvela



△ Hidroelektrana Niagara Falls

▽ Slapovi Niagare

dvofazne sustave, ugradila je 1895. godine u našu prvu hidroelektranu Krka dvofazni sustav s fazama električki pomaknutim za 90 stupnjeva. Zato povijesni značaj hidroelektrane Krka nije zanemariv, jer se radilo o prvom takvom eksperimentu. Naime, tih su godina mnogi veći gradovi (Frankfurt, London; Rim itd.) radije odabirali jednofazne generatore, jer se držalo da su višefazni sustavi mnogo nesigurniji. Kasnije su i ti gradovi prihvatili polifazni izmjenični sustav.





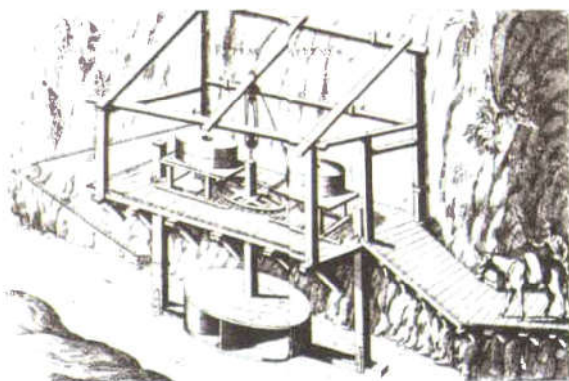
Δ Ruder Josip Bosković

HRVATSKI DOPRINOS POČECIMA ELEKTROTEHNIKE

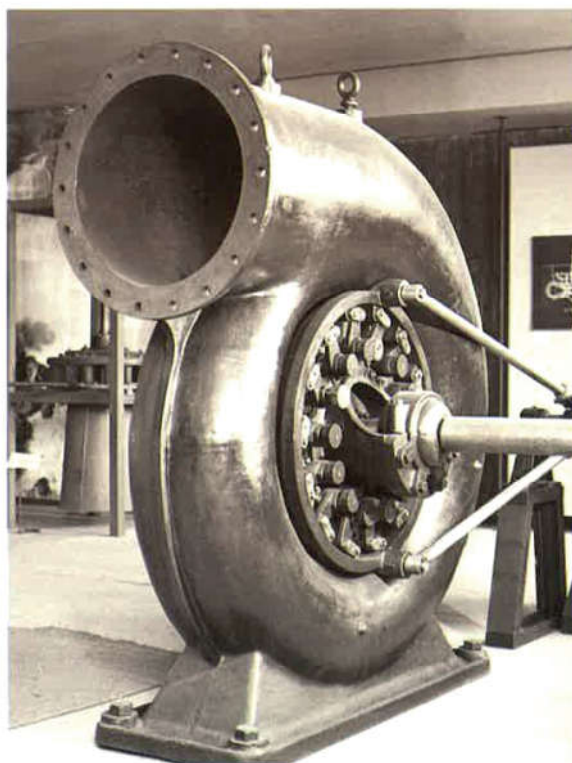
U povijesti elektrotehnike i elektroenergetike bilo je mnogo ljudi iz Hrvatske koji su stekli velike zasluge. Oni su svojim djelima postigli svjetski glas te bitno doprinijeli da se ubrza razvoj tih znanstvenih i tehničkih disciplina i da se Hrvatska ubroji među nositelje napretka na tom području. Ti su ljudi svojim patentima ili svojim knjigama, raspravama i novim pojmovima, ili prenošenjem stranih spoznaja i iskustava, omogućili da se prije stotinu godina pojavi prvi izmjenični polifazni 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 svoje opće značenje, bitna su i za kasniji razvoj elektrotehnike i elektroenergetike.

Faust Vrančić (Šibenik, 1551. - Venecija, 1617.) opisao je brojne tehničke izume i projekte u djelu *Machinae novae* (*Novi strojevi*) objavljenom u



△ Vrančićevo vodeno kolo, prethodnica modernih vodnih turbina



△ Suvremena Francisova turbina

▽ Faust Vrančić



Veneciji 1616. godine. To djelo donosi crteže s objašnjenjima pedesetak različitih naprava i pogonskih strojeva. Među njima je i nekoliko naprava na pogon vodom snagom, pa se mogu smatrati pretečama vodenih turbina koje se danas koriste u suvremenim hidroelektranama. Osobito se to odnosi na Vrančićevo lopatičasto kolo, s ukošenim lopati-

cama smještenim između dvije okrugle ploče, koje vrlo sličí suvremenoj Francisovoj turbini.

Premda se nije posebice bavio problemima elektriciteta, za razvoj elektrotehnike vrlo je zaslužan Dubrovčanin Ruđer Josip Bošković (Dubrovnik, 1711. - Milano, 1787.). Ovaj je znameniti isusovac, matematičar, fizičar, geodet, astronom, pjesnik, putopisac i diplomat, svojim epohalnim djelom *Theoria philosophiae naturalis* (*Teorija prirodne filozofije*) bitno afirmirao Newtonovu teoriju gravitacije, te opisao mehanička, fizikalna i kemijska svojstva tijela u prirodi. Postavivši dinamičko-atomističku teoriju i relativističko shvaćanje prostora, Bošković je presudno utjecao na fizičare 19. stoljeća, osobito na Faradaya i Kelvina. No, tek se u našem stoljeću primjereno vrednuje njegovo djelo. Njegovi su radovi na području zemljomjerstva i statike danas važni u primijenjenoj tehnici. Bošković pripada malom broju velikih svjetskih znanstvenika koji su bitno unaprijedili ljudsko znanje.

Isusovac i fizičar Josip Franjo Domin (Zagreb,



△ Nikola Tesla, pronalazač okretnog magnetskog polja

1754. - Zagreb, 1819.) prvi je hrvatski znanstvenik koji se bavio pitanjem primjene elektriciteta, konkretno u medicini i tehnici. O tome je objavio više radova, među kojima je *Lampadis electricae optimae notae descriptio* (*Opis dobro poznate električne svjetiljke*), tiskan u Budimpešti 1800. na latinskom, a godinu kasnije preveden na hrvatski.

Dva su znanstvenika iz Hrvatske krajem 19. i početkom 20. stoljeća stekla svjetski glas i slavu: Nikola Tesla i Franjo Hanaman.

Nikola Tesla (Smiljan, 1856. - New York, 1943.) znameniti je inovator na raznim područjima elektrotehnike. Rođen je u Lici, pohađao je gimnaziju, tzv. veliku realku, u Rakovcu kraj Karlovca. Zanimanje za elektrotehniku potaknuo mu je profesor Martin Sekulić, na čiji je nagovor studirao, od 1875. do 1878. godine, na Tehničkoj visokoj školi u Grazu i neko vrijeme u Pragu. Kako nije završio studije, zaposlio se kao crtač u telefonskoj službi u Budimpešti 1881. godine. Na ideju o okretnom magnetskom polju došao je 1882. godine, a 1883. je u Strasbourgu prikazao rad prvog motora na izmjeničnu struju bez komutatora. Preselio se u SAD gdje je radio s Thomasom Alvom Edisonom, velikim pronalazačem i propagatorom istosmjernog električnog sustava. Godine 1887. osnovao je vlastito poduzeće Tesla Electric Co. i izgradio laboratorij u kojem je eksperimentirao i konstruirao motore i generatore. Povezao se s kompanijom Georgea Westinghousea, koja je postala nositeljem razvoja izmjeničnog električnog sustava u SAD. Tesla je postao slavan nakon svog prvog predavanja u The American Institute of Electrical Engineers pod naslovom *O novom sustavu izmjeničnih struja motora i transformatora*. Tijekom dugogodišnjeg rada patentirao je više od stotinu izuma s područja elektrotehnike.

Iako je živio izvan naše zemlje, Tesla se neprestano zanimao za stručni rad u Hrvatskoj. U svibnju 1892. godine posjetio je Zagreb, bio u Društvu inženjera i arhitektah, i u Gradskoj vijećnici održao predavanje o izmjeničnim strujama, na

kojemu je predložio da Zagreb izgradi električnu centralu izmjenične struje. Tim je povodom rekao: "Smatram svojom dužnošću, da kao rođeni sin svoje zemlje pomognem gradu Zagrebu u svakom pogledu." Za lokaciju je predložio slap Ozalj ili Plitvička jezera. Premda je hidroelektranu na rijeci Niagari gradio Forbes, u nju su ugrađeni generatori Teslina patenta, pa se i Tesla smatra njenim graditeljem. O Teslinim zaslugama za razvoj elektrotehnike govori i podatak da je po njemu nazvana jedinica za gustoću magnetskog polja, a primio je i brojna priznanja, počasne doktorate i članstava u poznatim svjetskim akademijama. Bio je počasni član JAZU i počasni doktor Sveučilišta u Zagrebu.

Franjo Hanaman (Drenovci kod Županje, 1878. - Zagreb, 1941.) maturirao je na Kraljevskoj



Δ Franjo Hanaman, pronalazač žarulje s voltframovom niti

realnoj gimnaziji u Zemunu, gdje mu je profesor fizike bio Stanko Plivelić. Studirao je i diplomirao kemiju na Tehničkoj visokoj školi u Beču, na kojoj je 1900. godine postao asistentom. S kolegom dr. Alexanderom Justom (1872. - 1937.) surađivao je s bečkom tvrtkom Schneider und Comp. na usavršavanju žarulje s ugljenom niti, koju je izumio Edison. Dotad je ispitano oko 3 000 različitih materijala koji su se činili pogodnim za žarnu nit. Odabrali su volfram zbog visokog tališta tog metala. Proizvodnja volframove niti tražila je složen tehnološki postupak, ali su ipak uspjeli iz volframova praha proizvesti metalnu nit. Taj su postupak patentirali 1903. godine, a početkom 1905. sklopili su ugovor s tvrtkom Vereinigte Glühlampen und Elektrizitäts AG iz Ujpesta u Mađarskoj o primjeni patenta. Radi toga su napustili Beč i preselili u Budimpeštu. Hanaman i Just su 1910. godine prodali patent američkoj tvrtki General Electric Co., nakon čega se žarulja s volframovom niti proširila svijetom i potpuno potisnula žarne niti od drugih materijala.

Franjo Hanaman se od tada bavio drugim problemima. Godine 1911. otišao je u Berlin, gdje je 1913. doktorirao. Prvi svjetski rat proveo je u Beču kao organizator i šef tada najmodernijeg metalografskog laboratorija. Kada je 1919. godine u Zagrebu osnovana Visoka tehnička škola, došao je za predavača, a 1922. postao redoviti profesor za organsku kemiju i metalurgiju. Bio je dekan Kemijskog odsjeka 1922. i 1923. godine, a potom, 1924. i 1925., i rektor škole. Njegovim nastojanjem i marom ta je škola 1926. godine uključena u Sveučilište u Zagrebu kao Tehnički fakultet. Na poticaj profesora Hanamana na tom je fakultetu osnovan posebni Rudarsko-metalurški odsjek.

Bogoslav Šulek (Subotiče, 1816. - Zagreb, 1895.), dugogodišnji tajnik JAZU, znameniti je jezikoslovac, koji se nije bavio elektrotehnikom ali je imao veliki utjecaj na stvaranje i izradu stručne tehničke terminologije, između ostalog i iz područja elektrotehnike. Osim *Njemačko-hrvatskog rječnika* iz 1860. godine, Šulek je 1874./75. objavio i *Hr-*

▽ Oton Kučera, veliki promicatelj elektrotehnike u Hrvatskoj



vatsko-njemačko-talijanski rječnik znanstvenog nazivlja. Iako su mnogi elektrotehnički termini iz Rječnika danas izmijenjeni, nesumnjiva je njihova golema uloga u stvaranju stručne i znanstvene hrvatske literature na području elektriciteta i elektrotehnike.

Veliki utjecaj na razvoj i popularizaciju znanja o elektrotehnici u Hrvatskoj krajem 19. i početkom 20. stoljeća imao je niz od pet knjiga pod naslovom *Novovjekni izumi*. Prvu je knjigu napisao i objavio Ivan Šah, a daljnje izdavanje nastavili su Oton Kučera, Stanko Plivelić i Juraj Božičević.

Ivan Šah (1824. - Zagreb, 1904.) bio je profesor matematike u Pragu i Zagrebu. Upravo je u Zagrebu napisao svoj najopsežniji rad, prvu knjigu *Novovjeknih izuma*, koju je Matica hrvatska objavila 1882. godine. To je djelo za hrvatsku tehničku kulturu od velikog značaja. U njemu je jedan dio posvećen pitanjima elektriciteta i elektrotehnike, pa je

tako Šah pisao o "munjevnoj struji", "munjomagnetima" ili "elektromagnetima". Upravo je Šah termin "elektromagnet" uveo u hrvatsku tehničku literaturu. U toj je knjizi Ivan Šah prvi u nas opisao princip rada hidroelektrane.

Oton Kučera (Petrinja, 1857. - Zagreb, 1931.) završio je filozofske nauke u Zagrebu. Predavao je matematiku i fiziku. Tijekom službovanja u Požegi napisao je opsežno djelo *Črtice o magnetizmu i elektricitetu*, kao drugu knjigu u ediciji *Novovjekih izuma*, koje je 1892. godine objavila Matica hrvatska. U njemu je opisao "dinamomakine" i ostale električne strojeve te korištenje slapova za dobijanje električne energije. Godine 1903. objavila je Matica Kučerinu knjigu *Valovi i zrake*, u kojoj je vrlo opširno pisao o elektrotehnici. Zajedno s Plivelićem i Božičevićem objavio je 1910. godine treću knjigu *Novovjekih izuma*, u kojoj je također vrlo opširno pisao o elektrotehnici, a 1913., s Plivelićem, i četvrtu, u kojoj je opisao "dynamo izmjenične struje" i prijenos električne energije na daljinu. Konačno, Kučera je autor pete knjige *Novovjekih izuma*, iz 1925. godine, pod naslovom *Telegraf i telefon bez žica*. Kučera je, uz brojne članke i rasprave, napisao 21 djelo, u kojima je više od tisuću stranica posvetio pitanjima elektriciteta i magnetizma.

Stanko Plivelić (Karlovac, 1868. - Krapina, 1925.) završio je Filozofski fakultet u Zagrebu, gdje je i doktorirao 1900. godine. Objavio je brojne članke iz područja elektrotehnike, među njima i članak *Elektrotehnička fabrika firme GANZ et Co. u Budimpešti* iz 1900. godine, u kojemu je potanko i stručno opisao tvornicu koja je bila vodeća europska tvrtka za opremu izmjeničnog i višefaznog elektrotehničkog sustava. Naglasio je doprinos Ganza izgradnji našeg prvog izmjeničnog sustava Krka - Šibenik i pokazao njen značaj za razvoj naše elektrotehnike. Njegovo je najvažnije djelo knjiga *Munjovodni uređaji*, tiskana 1910. godine u Srijemskoj Mitrovici, u kojoj se nalaze prvi propisi za munjovode na hrvatskom jeziku. U trećoj knjizi *Novovje-*

kih izuma Plivelić je napisao vrlo opširno poglavlje *Električna vozila*, u kojem je opisao elektrificiranu željeznicu i gradski prijevoz tramvajima. U četvrtoj je knjizi napisao poglavlja *Električni akumulatori* i *Električna rasvjeta*. Godine 1918. patentirao je u Beču posebnu vrstu munjovoda, po kojem se naširoko proćuo.

Valja spomenuti još neke ljude koji su krajem 19. i početkom 20. stoljeća doprinijeli razvoju elektrotehnike u nas, većinom gimnazijske profesore: Moritza Antolića, Martina Sekulića, Ferdinanda Kovačevića, Antuna Lasku, Vinka Dvoržaka, Franju Divića, Vaclava Pavlatu, Ivana Zocha i Josipa Mencina, a posebice Ivana Stožira, Ivana Paspu i Ladislava Stjepaneka.

Zanimljiva je osoba Ivan Stožir (Rožna Dolina, 1834. - Zagreb, 1908.), koji je bio profesor na višoj realci u Zagrebu. Znamo 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. 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 jedna galvanska baterija. To prvo električno ulično svjetlo u Zagrebu bilo je velika gradska senzacija.

Ivan Paspas došao je u Zagreb iz Beča 1893. godine, s reputacijom "gospodara svjetla". Naime, bio je upraviteljem električne rasvjete u čuvenom bečkom Burgteatru. U Zagreb ga je doveo Stjepan Miletić, intendant Hrvatskog narodnog kazališta. Paspas je najprije uveo električnu rasvjetu u staro gradsko kazalište na Markovu trgu, koristeći parni stroj Uspinjače, koja je tamo izgrađena 1888. godine. Nakon otvaranja nove zgrade HNK, 1895. godine, postao je nadzornikom električne rasvjete novog kazališta, koje je imalo vlastiti izvor električne energije: elektranu smještenu u zgradi Hrvatskog kola, nasuprot Kazalištu. Paspas je 1896. godine od gradskog poglavarstva dobio dozvolu za vele-

▽ Ivan Paspas, organizator prve hrvatske elektroindustrije



doviti profesor dočekaio umirovljenje 1946. godine. Profesor Stjepanek bio je svjedokom osnutka Visoke tehničke škole u Zagrebu i njenog Odsjeka za elektrotehniku, 1919. godine, kada započinje novo doba razvoja elektrotehničkih znanosti u Hrvatskoj.

■

obrt Ivan Paspas i sin, za proizvodnju električnih baterija i baterijskih svjetiljaka. Ta tvornica - prva elektroindustrija u Hrvatskoj - postoji i danas pod imenom Tvornica baterija "Croatia".

Na koncu, 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 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 Maxwella* s istom 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 re-



ŠIBENIK



△ Hidroelektrana Krka, 1895.

IZGRADNJA
SUSTAVA
KRKA - ŠIBENIK



△ Secesijnska svjetiljka s kraja 19. st.

Velika međunarodna elektrotehnička izložba u Frankfurtu na Majni bitno je utjecala na razvoj elektrotehnike i elektroenergetike u cijelom svijetu. O grandioznom uspjehu izmjeničnog sustava u Frankfurtu pisao je sav svjetski tisak, ne samo stručni, što je tada bio uobičajeni način prenošenja novih spoznaja. Zato ne čudi da su o tom uspjehu znali i u Šibeniku, gdje su uglednici i poslovni ljudi oduševljeno prihvatili ideju da se na slapovima Krke, na Skradinskom buku, izgradi hidroelektrana i iz nje osvijetli grad Šibenik.

Graditelji izmjeničnog dvofaznog sustava Krka - Šibenik, prvog cjelovitog elektroprivrednog sustava u Hrvatskoj, bili su Ante vitez Šupuk (Šibenik, 1838. - Šibenik, 1904.), šibenski gradonačelnik i dalmatinski zastupnik u Carevinskom vijeću u Beču, njegov sin Marko (Šibenik, 1864. - Šibenik, 1903.), pomorski kapetan, i Vjekoslav plemeniti Meichsner (Šibenik, 1847. - Šibenik, 1916.), šibenski gradski nadmjernik i gradski vijećnik. Svi su oni bili za svoje doba vrlo napredni i utjecajni ljudi. Ante Šupuk imao je na slapovima Krke brojne mlinice i stupe, koje su kasnije, pod upravom njegova sina Marka, bile temelj industrijskog razvoja Šibenika. Marko se, nakon boravka u Rusiji 1884. godine, definitivno vratio u Šibenik i posvetio vođenju poslova i brojnih obrta, među kojima je bilo i upravljanje elektroprivrednim sustavom. Meichsner je bio dugogodišnji gradski mjernik i inženjer, graditelj zgrade Okružnog suda, Pokrajinske bolnice, kao i prvog gradskog vodovoda i drugih značajnih objekata u Šibeniku.

Sva tri graditelja ovog sustava dulje vrijeme su se pripravljala za postavljanje električne rasvjete u Šibeniku, te za gradnju električne centrale. Ova priprava traje od 1891. godine do svibnja 1893., kada je Meichsner, kao građevinski inženjer, pripremio nacрте i projekte za izgradnju prve hidroelektrane na slapovima Krke te, istodobno, dalekovođa za prijenos i gradske mreže za rasvjetu.

Prvog svibnja 1893. godine, nakon što je



△ Ante Šupuk

dogotovio sve nužne nacрте i projekte za izgradnju hidroelektrane, dalekovoda i gradske razdjelne mreže, Meichsner je zatražio od Kotarskog poglavarstva da mu dopusti "ustanovljenje jednog obrtništva za proizvodanje i vodjenje munjive u svrhu razsvjete, prenašanja sile i ine obrtne i kućevne porabe", te da mu dopusti korištenje "neke količine vode rieke Krke, uzevši ju od one koja teče uzduž katastralnih čestica 961/10, 961/27 i 961/8 (porezne općine Lozovac) njegova vlasništva, pak prinijeti ju sredstvom jedne već postojeće jaže (konala) također njegove vlasnosti, koje polag predloženog nacрта biti će vhodno razširena i uređjena u tvornicu od njega osnovanu za proizvodjanje i prenašanje munjive, te ju povratiti istoj rieci, još prije nego ona izstupi sa granica gorioznačenih vlastitih čestica".

Ovom molbom pokrenuta je velika administracijska procedura. Obavljen je komisijski očevid

6. srpnja 1893. da bi se ustvrdilo kako zatražena izgradnja ne čini javne i privatne štete. Od 10. do 14. listopada dvije su vladine komisije radile na terenu. Jedna je morala ustvrditi može li se dati tražena koncesija na korištenje vode, a druga, brojnija, trebala je ispitati trasu dalekovoda od Krke do Šibenika. Ukupno dvanaest videnijih ljudi obišlo je trasu i gradske ulice na kojima je predviđeno "pružanje žice - kabela - po zraku".

Na temelju očevida ovih komisija, 18. prosinca 1893. Kotarsko poglavarstvo dodijelilo je Meichsneru *Razsudu*, pod brojem 15936, da smije osnovati traženu radnju, 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



△ Vjekoslav Meichsner

Broj 15936

Razsuda

1893

Gospodin Vjekoslav pl. Reichsner

Sibenik

Na rješanje molbe d. p. i. Stribja t. g. Gosp. Vjekoslava pl. Reichsnera iz Sibenika, da mu bude u smislu § 86 pokrajinskog Zakona o Očujka 1873 (Z. S. S. 32) udijeljena na temelju predanog nacrtu dozvola za upotrebu - zbog ustanovljenja jednog obitništva za proizvodnju i vođenje munjive u vrhu razsvjetle, prenašanje. Ali i ina obitne te kućne porabe - neke količine vode rijeke Kake, uzevši ju od one koja teče uzduž katastralnih čestica 961/10, 28, 961/8 (posredno obitno Lorovac) njegovog vlasništva, pak promijeti ju sredstvom jedne veći postojeći jaz (konala) također njegove vlasitosti, koja polag predloženog nacrtu biti će vhodno razdeljena i uređenja u tvornicu od njega osnovanu za proizvodnju i prenašanje munjive, te ju povratiti istoj rijeci, jer prije nego ona izađe sa granica gosinarničkih vlastitih čestica.

Vidiv da su dne 6 Trpnja 1893 bili na lice mjesta, po smislu § 44 spomenutog pokr. Zakona o Očujka 1873, izvedeni potrebni invidi glede pripuštljivosti poduzetia i načina da se oživotvori.

Vidiv da onom prigodnom bilo je konstatovano da u obće odgovaraju, nacrti kao i molba prikazana od prositelja, odredbam u istom §. navedenim, i uzevši neke male promjene predloženi nacrti koje su kasnije naknadno od prositelja izričeno bilo, te da naumljenim podhratom nebi se ma kako istetovale prava javne niti privatne naravi.

Vidiv da poglavarstvenim oglasom - redovito proglašenim 14 Listopada tg. Br. 13392, bilo je doneseno na znanje pograničnih zanimanih obitina, pak prositelja i inih pomenutih zanimanih strana, da pojerenostrana razprava u smislu § 83 navedenog

u svrhu razvijete, premašanja sila i ina obrtne te kućne
parabe - neke količine vode rieke Krke uzvratiti ju od one koja
teče uzduž katastralnih čestica 961/10, 28, 961/8 (porezne občine
Lozovac) njegovog vlasništva, po primijeti ju urednom jedro
u postojećoj jare (konala) također njegov vlastitosti, koja po
predloženoj nacrtu biti će shodno razširena i uređena, u
tome od njega osnovanu za proizvodnju i prenošenje mu-
gosti, te ju povratiti u toj rieci, jer prije nego ona istupi na gra-
nua osimarničnih vlastita čestica, a po sljedećim uvjetima:

- I). da gradnje osnovanog poduzeca bude točno skladiti po-
lag putarunih nacrtu, kojih jedan primjerak običajen sa
urednom potvrdom uručuje se prositelju;
- II). da točenje vode, imade se ograničiti na mjeru od 25:8
m² za hip. dokle da se ne smije proizvesti ikakva promjena
na konala istecanja.

Kao i ok. kosa koji osnovana gradnja, ima će se dovesti
ustanovljeno se doba od dvije godine;

Nasledna razsuda intimira se toliko prositelju Gosp.
Vjekoslav pl. Reichsneru, kao i Gosp. Ivanu Ljupku, Geminu
Ljupku i Joru Kulibicu svi iz Sibenika, kao onima koji su
primijetili doheno prigovornu bili u pogledu osnovanog po-
roala, opominom da proti ovoj razsudi ostaje prost ulaz
po smislu § 94 navedenog Zakona, koji se prikazati ima putem
ovog Ureda na listu k. namješništva u Zadru u roku od 14 da-
na od dostave, doim se ovo k. kotarsko Poglavaru prihvata
obraniti Gosp. Vjekoslava pl. Reichsnera netom ova razsuda
bit će - knjezstvom postati

Sibenik 18. Prosinca 1893

Ok. Kotarski Poglavar.

Seifert v. r.



Spia fu da una calcestruzzo e buona conforme al me originale descritto 12 dicembre
1893 al 1893. esistente presso la parte esente nella parca del lago di Sibenik dopo formata e appo-
santone la ditta Antonio Lepori, figlio, presso la ditta Antonio Lepori.

Leporelli & alla ditta 1893 novembre 1893



Giovanni de Vito
1893

mjeru od 25,81 metar kubični na hip, dotično da se ne smije proizvesti ikakva promjena na konalu slivanja; a kao rok kroz koji osnovana gradnja ima će se dovršiti ustanovljuje se doba od dvije godine."

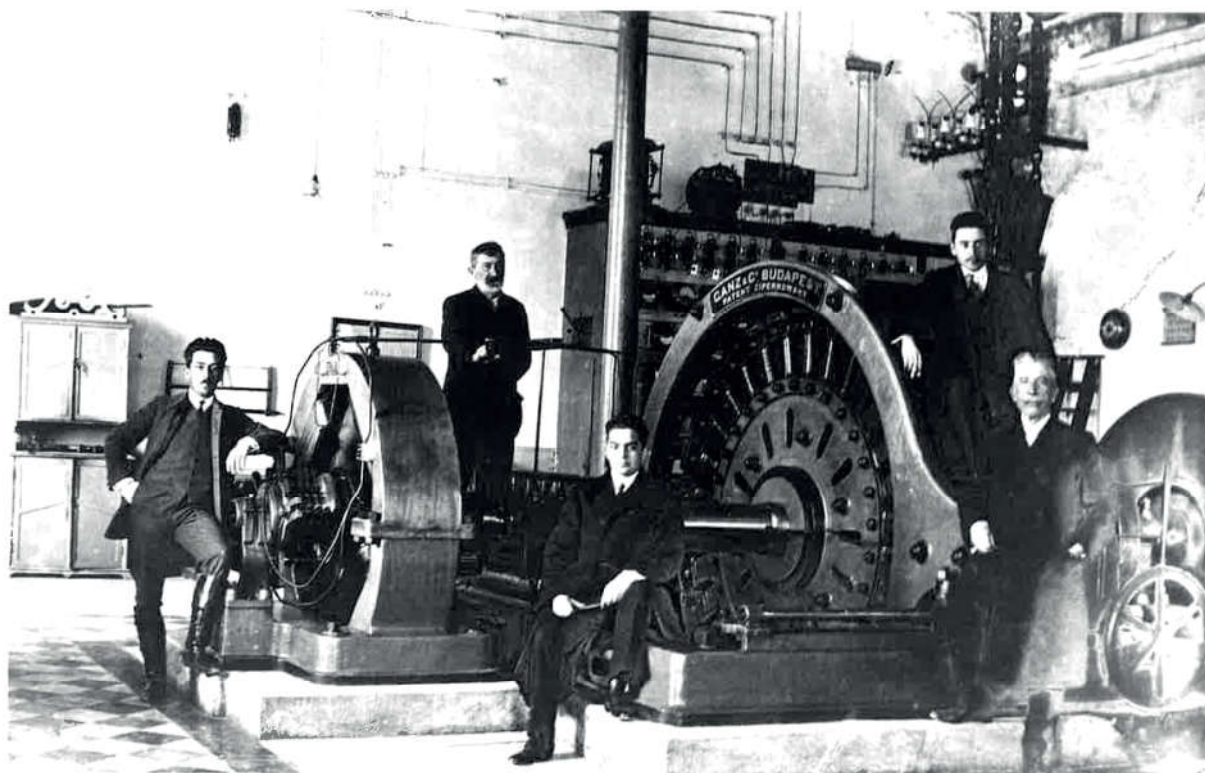
Odlukom od 22. ožujka 1894., pod brojem 6522, dodijeljena je Meichsneru i "industrijalna koncesija". Posljednju potrebnu dozvolu izdalo je općinsko upraviteljstvo u Šibeniku 30. travnja 1894., pod brojem 1579., i to "da može postaviti stupove na općinskom zemljištu za prenos električne sile i da može također napraviti potrebitu mrežu preko gradskih ulica u svrhu rasvjetljavanja".

Tako je završena kompletna administracijska procedura, pa su dobiveni svi potrebni dokumenti za gradnju prve izmjenične hidroelektrane, dalekovođa dugog 11 kilometara i gradske niskonapon-

ske mreže u Šibeniku - dakle, našeg prvog cjelovitog elektroprivrednog sustava.

Za to vrijeme, ugovarala se s Gradskim poglavarstvom Šibenika i gradonačelnikom Šupukom cijena po kojoj će grad biti osvijetljen. Time je osiguran jedan važan element sustava - potrošnja. Za rasvjetu grada električnom energijom godišnje će se plaćati paušalni iznos od 5 000 forinti u mjesečnim obrocima.

Paralelno s postupkom dobivanja dopuštenja za gradnju i koncesije na korištenje vode, Meichsner i Šupuk sklopili su projekt ugovora, a potom i ugovor o osnutku zajedničkog poduzeća - "una società di commercio in nome collettivo". Te je dokumente izradio šibenski notar Giacondo Petris de Herrenstein na talijanskom jeziku. Tim su ugovorom poništeni prethodni dogovori između Meichsnera i



△ Članovi obitelji Šupuk i suradnici pokraj generatora hidroelektrane Krka

tvrtke Ganz iz Budimpešte, a novo poduzeće preuzelo je sve obveze u svezi s plaćanjem naručene opreme. Dogovoreno je da novo poduzeće nosi ime Šupuk e Meichsner - Prima concessionata Centrale elettrica in Dalmazia "Krka", odnosno hrvatski Šupuk i Meichsner - Prva povlaštena električna centrala u Dalmaciji "Krka", sa sjedištem u Šibeniku. Poduzeće je počelo s radom 1. lipnja 1895. Dakle, u to je vrijeme gradnja bila u punom jeku, jer je čitav sustav proradio 28. kolovoza 1895., paljenjem javne rasvjete u gradu.

Hidroelektrana Krka (tek kasnije će se uobičajiti naziv Jaruga) imala je dva dijela: donji, podvodni, za smještaj turbina i gornji, za strojarnicu i rasklopni toranj. Izgrađena je za dvije proizvodne jedinice, premda je u početku bio montiran jedan agregat. Imala je vodnu turbinu Girard, okomitog tipa, s tlakom od 0,8 atm, koja je preko koničnih zupčanika prenosila snagu na vodoravnu osovinu generatora. U strojarnici je bio montiran dvofazni alternator proizveden u Ganzu, po patentu Zipernowsky, tipa A2, snage 320 KS, s 315 okretaja u minuti, 42 Hz, a na istoj osovini bila je i odgovarajuća budilica proizvedena u istoj tvrtki. S nekoliko sačuvanih fotografija može se zaključiti da je postojala ručna regulacija vode do turbine, kao i ručno upravljanje naponom.

Prvo naše postrojenje izmjeničnog dvofaznog sustava imalo je vrlo slabu zaštitu. Ona se sastojala iz rastalnih osigurača i živinih protektora s rogovima, te paralelno vezanim otpornicima. Svrha ovog rješenja trebala je biti zaštita od atmosferskih prenapona i pražnjenja.

Alternator je proizvodio napon 3 000 V i bio je izravno spojen na **dalekovod**, koji je energiju prenosio do 11 km **udaljenog Šibenika**. Svako veće atmosfersko pražnjenje izgaralo je namote generatora i prouzrokovalo ozbiljnije zastoje i kvarove. To je posljedica tadašnje neučinkovite prenaponske zaštite.

Radovima na hidroelektrani rukovodili su Vjekoslav Meichsner i Marko Šupuk, te elektrotehnič-

ki stručnjaci tvrtke Ganz: Zerial i Zorzenoni. Sva pomoćna radna snaga bila je domaća, a građevne radove izveli su graditelj Bonamico i šibenski obrtnici Cinotti i Grubelić. Ettore Zorzenoni će nakon puštanja hidroelektrane u pogon ostati u Šibeniku kao njen glavni poslužitelj i, kasnije, tehnički rukovoditelj.

Istodobno s gradnjom hidroelektrane, odvijali su se radovi na gradnji dalekovoda i mreže. Postavljeni su drveni stupovi od Krke do Šibenika s konzolama od U-profila, koji su nosili izolatore. Na svakom stupu bile su tri konzole. Gornje dvije bile su opremljene staklenim izolatorima za po dva vodiča 7 mm (gornja konzola) i 9 mm promjera (srednja konzola) za napon 3 000 V. Dakle, vodiči odgovaraju presjecima 35 i 50 mm² Cu. Najniža konzola nosila je telefonsku liniju od hidroelektrane do Vile Meichsner.

Zanimljivo je da su prvi izolatori za 3 000 V bili rađeni u obliku bočica i punjeni uljem radi poboljšanja izolacijske razine voda. Dalekovod, dug 11 km, sa 360 stupova, postavljen je duž puta Lozovac - Šibenik, radi lakšeg pristupa kod popravaka i zato jer su seljaci smatrali da bi smanjio vrijednost njihova zemljišta. Zato je dalekovod krivudao i imao puno više stupova nego da je postavljen pravocrtno.

U gradu je izgrađena razdjelna mreža 3 000/110 V, koja je imala 2 rasklopne i 6 transformatorskih stanica, postavljениh na krovovima kuća.

Hidroelektrana Krka puštena je u pogon "28. kolovoza 1895. oko 20-te ure navečer", zapisano je u zadarskim novinama *Il Dalmata*, u kojima je opisana euforična atmosfera oko tog događaja. Graditelje je zahvatila grozničava napetost iščekivanja. Kako je na istim stupovima između centrale i grada bila postavljena i telefonska linija, koja je spajala jednu od prvih elektrificiranih kuća u Šibeniku, Vilu Meichsner - kuću graditelja sustava, zabilježen je razgovor između Meichsnera i strojara u elektrani. Nakon što su iz elektrane javili "... da strojevi rade odlično" i pitali "... kako je s rasvje-

tom u gradu”, stigao je odgovor: “fantastično - nije zakasnila!” Tako je Vila Meichsner preuzela funkciju prvog dispečerskog centra, obavještavajući 11 km udaljene strojare o funkcioniranju njihova proizvoda.

▽ Transformatorska stanica na šibenskoj obali

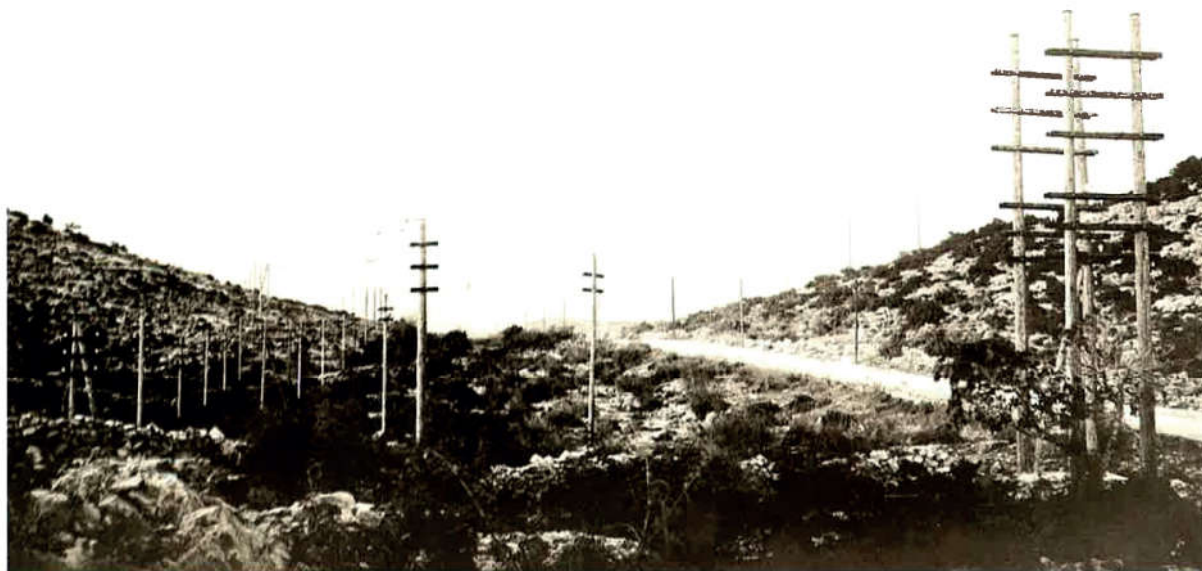


KORIŠTENJE SUSTAVA KRKA - ŠIBENIK

U početku je najvažniji potrošač električne energije bila javna gradska rasvjeta. Kućanstva su se rijetko odlučivala na uvođenje ove novotarije budući da je kod običnog puka vladao strah od “munjive”, jer se vjerovalo da “munjivo ubija, privlači grome i požare”. Stoga je prvi veći potrošač bio Ante Šupuk sa svojim mlinicama, a tek je oko 1900. godine u svoje kuće, radi rasvjete, struju uvelo nekih desetak domaćinstava najuglednijih Šibenčana.

Izgradnja hidroelektrane Krka i električna rasvjeta Šibenika bile su senzacija tadašnjeg vremena. Meichsner je stoga električnu energiju s Krke ponudio Zadru, Trogiru, Kaštelima i Splitu, ali je bio odbijen. Očito, graditelj prvog sustava u Hrvatskoj

▽ Stupovi dalekovoda prema Šibeniku u izgradnji



nije imao sreće ponoviti svoj pothvat.

Već 1897. godine pojavio se interes da se još više iskoriste vode rijeke Krke. Naime, poduzeću Šupuk i Meichsner konkurentska tvrtka Cramer et Brod, koja je bila vlasnik rudnika ugljena Velika Glava kod Skradina, namjeravala je na desnoj, suprotnoj obali izgraditi hidroelektranu koja bi po snazi bila 20 puta jača od Krke. Vlasnik tvrtke, Ludwig de Piette, industrijalac iz Plzena u Češkoj, zajedno sa skradinskim vlasnicima zemljišta, Marasovićima i Marunama, zatražio je koncesiju na izgradnju hidroelektrane snage 7 200 KS, s 8 turbina i padom vode od 45 metara. Dalmatinsko namjesništvo u Zadru odobrilo im je samo 12 metara kubičnih vode u sekundi, što je bilo nedovoljno.

Premda je De Piette ipak dobio koncesiju, nakon dugotrajnog spora sa Šupukom i drugim vlasnicima mlinica na slapovima, uporno je sve do 1904. godine tražio sve veće i veće količine vode. Dao je izraditi tehničku i projektnu dokumentaciju, ali hidroelektrana nije izgrađena.

Kakvu je ulogu u tome odigrao Meichsner, nije

poznato. Pretpostavka je da je imao veze s ovim pothvatom, jer je upravo te, 1897., godine raskinuo ugovor s Antom Šupukom, nakon čega je hidroelektrana Krka, s cijelim sustavom prijenosa i mreže, postala vlasništvo Šupuka i njegova sina Marka. Meichsner im je ustupio sva svoja prava iz svih koncesija, *Razsude* i vlasništva, putem ugovora koji je kod notara sklopljen 27. travnja 1897., pod brojem 50981.

Stvarni razlozi udaljavanja Šupuka i Meichsnera nisu dovoljno poznati. Razlog može biti Meichsnerovo loše zdravlje, ali i, što je vjerojatnije, njegovo približavanje konkurentskoj skradinskoj grupi. Nakon prestanka suradnje između Šupuka i Meichsnera, tvrtka Krka promijenila je ime u Ante Šupuk i sin - Prva povlaštena električna centrala u Dalmaciji "Krka" i Obrtna Tvornica mlivenja buhara i žitija električnom silom. Sjedište tvrtke bilo je u Šibeniku. Naime, neposredno nakon izgradnje hidroelektrane, Ante Šupuk je u Šibeniku, na rivi, u Vruljama, gdje je danas Autobusni kolodvor, izgradio električni mlin. To je bio prvi elektrificirani indus-

▽ Secesijski zidni nosač lampiona u staroj gradskoj jezgri



▽ Galatea, potopljeni brod uz šibensku obalu



trijski objekt u Šibeniku.

U isto vrijeme dok je tražila odobrenje za gradnju hidroelektrane na skradinskoj strani slapa, tvrtka Cramer et Brod dobila je pravo izgradnje kemijske tvornice na Krki. To je pravo potom prodala venecijanskom društvu Società veneziana elettrochimica, koje je, približno 350 metara nizvodno od hidroelektrane Krka, izgradilo tvornicu karbida, zvanu Garbura. U tvornici su postavljene dvije Wilsonove električne peći, jer je za rad trebala električnu energiju. Budući da je administracijski odbor venecijanskog društva odobrio otkup vodene snage slapova Krke, donesena je odluka o izgradnji nove hidroelektrane. Međutim, to se nije ostvarilo, pa je tvrtka Ante Šupuk i sin ostala isključivi vlasnik koncesije na vode rijeke Krke. U hidroelektranu Krka ugrađen je još jedan agregat, tako da je njena konačna instalirana snaga iznosila 640 KS (oko 470 kW), a najveći protok vode 3,2 m³/s.

Zanimljivo je da je tvornica karbida, puštena u rad u rujnu 1899. godine, bila jedno od najsuvremenijih industrijskih postrojenja u svijetu. Međutim, nije dugo radila, jer je potpuno stradala u požaru

već 1900. godine. Nikad više nije obnovljena kao proizvodna jedinica. Ova je tvornica značajna po tome što je otvorila vrata talijanskom kapitalu na prostoru Šibenika. Nakon požara u tvornici, hidroelektrana Krka imala je višak električne energije, pa je Ante Šupuk tražio nove potrošače. U gradu ih je bilo malo, jer je industrija bila tek u začetku, a elektrificirana kućanstva rijetka. Prvi domaći poduzetnici počeli su koristiti električnu energiju 1900. godine. Tako se preko vlastitog transformatora na mrežu priključila Prva dalmatinska tvornica tiesta – čuvena po svojoj čistoći, čiji je vlasnik bio A. Inchiostri. Električna je rasvjeta uvedena i u nekoliko kavana. Zabilježeno je da je 15. travnja 1903. u 10,45 sati pri montaži vodova u kavani Zanchi od strujnog udara poginuo "majstor električne centrale". To je sigurno bila prva žrtva strujnog udara u Šibeniku, a tko zna, možda i u čitavoj Hrvatskoj. Godine 1905. elektrificirana je Pošta, a tri godine kasnije u Gradskom je kazalištu zabilježeno prikazivanje "prve, pokušajne predstave kinematografa EDISON". Električna se rasvjeta koristila 1907. godine za spašavanje Lloydovog broda *Galatea*, koji

je zbog nevremena potonuo u plitkom moru uz drvenu rivu. Kako se radilo obnoć, namještena je "električna razsvjeta pače i na jarbol".

U Trstu je kod bilježnika Vessela 12. srpnja 1901. potpisan ugovor između tvrtke Ante Šupuk i sin, vlasnika koncesije za korištenje voda rijeke Krke, u ukupnoj količini od 25,81 m³/s, društva Società veneziana elettrochimica, vlasnika koncesije na proizvodnju kalcijeva karbida, i društva Società Italiana per Carburio di Calcio, acetilene et altri gas. Osnovano je novo društvo za korištenje hidroelektrične snage u Dalmaciji: Società anonima per l'utilizzazione delle forze idrauliche della Dalmazia, skraćeno SUFID, sa sjedištem u Trstu.

Ugovor se sastojao u sljedećem:

1. Tvrtka Ante Šupuk i sin ustupit će Društvu koncesiju na neiskorišteni dio protoka vode dijela Skradinskog buka, odnosno 22,61 m³/s, na rok od 29 godina. Za svoje potrebe zadržat će količinu vode od 3,20 m³/s, koliko joj treba za postojeću hidroelektranu Krka.

2. Društvo Società italiana per Carburio di Calcio, acetilene ed altri gas otkupit će pravo na proizvodnju kalcijeva karbida u Dalmaciji da bi izgradilo novu tvornicu na povoljnoj lokaciji. Zatim se obvezuje da će izgraditi novu hidroelektranu u blizini stare, na temelju neiskorištenog viška vode. I konačno, obvezuje se u svoje ime i ime eventualnog pravnog nasljednika da će nakon isteka ugo-

vorenog roka od 29 godina, tj. 30. lipnja 1930., tvrtki Ante Šupuk i sin bez ikakve odštete predati preuzete objekte.

Po Ugovoru tvrtka Ante Šupuk i sin i dalje zadržava pravo "na prijašnju svoju prugu, koja im je služila za prijenos električne energije iz svoje male centrale do grada Šibenika", a Društvo će iz svoje nove elektrane prenositi energiju "posebnom zračnom prugom do tvornice Društva 'SUFID' u Crnici u Šibeniku".

Tako je Društvo SUFID izgradilo, u to vrijeme veliku i snažnu, tvornicu kalcijeva karbida u Crnici "kod Šibenika", kako je tada pisao tisak, koja je imala 8 monofaznih električnih peći po 750 kVA, ukupno 6 000 kVA. Tvornica je počela raditi u travnju 1903. godine, najprije probno, s jednom peći, a potom, od rujna, punim kapacitetom.

Istodobno je tvrtka Ganz izgradila novu hidroelektranu Jaruga, ukupne snage 5 250 kVA, koja je godišnje mogla proizvesti približno 15 milijuna kWh. Generatorski napon 15 000 V prenosio se do Šibenika posebnim zračnim dalekovodom, dugim 12 kilometara. Vod je imao četiri bakrene žice (dvostruki dvofazni) promjera 9 mm i presjeka 64 mm². Nosilo ga je približno 360 drvenih stupova postavljenih uz cestu, po rubovima parcela.

U punom jeku gradnje hidroelektrane Jaruga, kasnije nazvane Jaruga II, jer su elektranu Krka zvali Jaruga I, 4. lipnja 1903., umro je kapetan



Δ Tvornica kalcijeva karbida u Šibeniku, oko 1905.

Marko Šupuk, jedan od idejnih tvoraca elektrifikacije Šibenika. Nepunu godinu dana nakon toga, 11. svibnja 1904., od srčane kapi umire i Ante Šupuk, koji je punih 28 godina bio gradonačelnikom Šibenika, neumorno radeći za napredak svoga grada. Osim postavljanja električne rasvjete bio je inicijator gradnje vodovoda, doveo je željeznicu, sagradio zgrade suda i gimnazije, te bolnicu, u to doba najveću u Dalmaciji. Tvrtku Ante Šupuk i sin preuzeli su nasljednici iz obitelji Šupuk.

Sačuvani su brojni dokumenti koji govore o širenju električne mreže i uspostavi pravog elektroprivrednog poduzeća. Razvoj je tekao paralelno s razvojem tvornice u Crnici, sve do Prvog svjetskog rata. Za potrebe vojske rashodovana je dvadeset godina stara hidroelektrana Krka (Jaruga I) i stari dalekovod do grada. Iz opreme su u vojne svrhe iskorišteni bakar i željezo. Druga elektrana i tvornica karbida ostale su nedirnutе, jer su proizvodile strateški ratni materijal. Ukratko, tvrtka Ante Šupuk i sin ostala je bez proizvodnog i prijenosnog dijela, te se morala povezati s Društvom SUFID. Od cjelovitog elektroprivrednog poduzeća svedena je na distributera električne energije.

SUFID je, osim izgradnje HE Jaruga II, sukladno sve većim potrebama, već 1904. godine započeo s gradnjom električne hidroelektrane na slapu Manojlovac kod Kistanja, 38 kilometara od Šibenika. Tamo je iskorišten pad vode od 110 m, tako da je ukupna snaga turbina iznosila 24 000 KS, a generatora 20 800 kVA, odnosno 16 600 kW. HE Miljacka puštena je u pogon u travnju 1906. (prvi agregat), a punim kapacitetom proradila je 1907. godine. Iz elektrane je vodio dvostruki dalekovod do Crnice u Šibeniku, napona 30 kV. To je bio prvi trofazni vod u Hrvatskoj. Zanimljivo je da je do 1910. godine HE Miljacka bila najsnažnija hidroelektrana u Europi, a i napon dalekovoda bio je tada najviši generatorski napon za prijenos na daljinu.

Na početku Prvog svjetskog rata, zatvaranjem HE Krka (Jaruga I), Šibenik je imao problema zbog manjka, dok je tvornica u Crnici imala višak elek-

trične energije. Zato je bilo logično da se tvrtka Ante Šupuk i sin i SUFID dogovore o daljnjoj suradnji. Oni su posebnim ugovorom produžili zakup za protok vode koji se koristio u HE Krka, ali uz uvjet da SUFID iz svojih elektrana prepusti svake godine milijun kWh tvrtki Ante Šupuk i sin, koja tu energiju može distribuirati u gradu i okolici. Ako bi bilo potrebno više električne energije, tada bi se na komercijalnoj bazi odredila cijena po kojoj bi tvrtka kupovala taj višak.

U kolovozu 1914. godine Austro-ugarska vojska preuzela je kontrolu nad tvrtkom Ante Šupuk i sin. Društvo SUFID također je stavljeno pod državnu kontrolu, pa je, umjesto talijanskog naziva, 1916. godine dobilo njemačko ime Aktiengesellschaft für Nutzbarmachung der Wasserkrafte Dalmatiens - Werk Sebenico, koje je samo prijevod na njemački dotadašnjeg talijanskog naziva i koje je nosilo do kraja rata, tj. do propasti Austro-Ugarske Monarhije. Bez obzira na ratne okolnosti, tijekom 1916. godine obavljena je prva velika rekonstrukcija HE Jaruga II: povećana je snaga turbina, a elektrana je s dvofaznog prešla na trofazni sustav.

Nakon rata Šibenik su privremeno okupirali Talijani, koji su odmah SUFID-u vratili staro ime, ali i sva prava tvrtki Ante Šupuk i sin. Ostali su na snazi svi ugovori između ove dvije tvrtke sklopljeni od 1901. do 1914. godine. Tijekom talijanske okupacije elektrifikacija je napredovala, pa je u ožujku 1919. godine puštena u rad javna rasvjeta u Skradinu. U Šibeniku se povećala potrošnja električne energije, pa je dosegla predratnu razinu od približno 1,9 milijuna kWh. U gradu je bilo više od 1 500 priključenih kućanstava.

Odlaskom Talijana iz Šibenika, 1921. godine, sve je bilo kao i ranije: odnosi između Društva SUFID i tvrtke Ante Šupuk i sin bili su poštovani, s tim da su se obje tvrtke borile s poslijeratnim ekonomskim teškoćama. Godine 1923. uvedena je tarifa za naplatu potroška, a prestale su paušalne naplate. Došlo je i do prvih poskupljenja struje, a i do ozbiljnijeg širenja i rekonstrukcije gradske električne

mreže - zamjene zračnih vodova kabelskim.

Već je 1925. godine Društvo SUFID predvidjelo vlastitu likvidaciju, jer tadašnja kraljevska vlast nije željela obnoviti ugovore, čija je važnost istjecala. Vlada kraljevine SHS nastojala je umjesto Talijana dovesti druge strane partnere. Stoga je 13. travnja 1929. sklopila ugovor s pariškim Francuskim društvom tuniskih fosfata, gnojiva i kemiskih proizvoda A.D. i osnovala novo društvo SEFFHIED, koje je ubrzo promijenilo ime u La Dalmatienne i otkupilo svu imovinu Društva SUFID. S obzirom da je ugovor o najmu iz Trsta, od 12. srpnja 1901., istjecao 1930. godine, SUFID je 1929. HE Jaruga II vratio u vlasništvo tvrtke Ante Šupuk i sin, koja je rekonstruirala elektranu i osposobila je da preuzme opskrbu grada, i tako ponovo kompletirala elektroprivrednu djelatnost u Šibeniku.

S obzirom da je La Dalmatienne prestala dobavljati energiju iz HE Jaruga II, jer joj je, zbog

smanjene potrošnje, bila dostatna električna energija iz HE Miljacka, u gradu se pojavio višak električne energije. Rješenje je nađeno u izgradnji tvornice aluminija u Lozovcu. Nju je 1936. godine izgradio industrijalac Ivanović iz Beograda, koji je s tvrtkom Ante Šupuk i sin dogovorio isporuku znatnih količina električne energije, te sigurnost i trajnost dobave. Kako je u međuvremenu i sudski spor s vlasnicima mlinica - Marasovićima i njihovim nasljednicima sa skradinske strane, riješen u korist tvrtke Ante Šupuk i sin, 1937. godine započela je velika rekonstrukcija HE Jaruga II. Ponovo je tu bio Ganz iz Budimpešte.

HE Jaruga II bila je značajan izvor električne energije za Šibenik i njegovu industriju, ali i za tvornicu aluminija u Lozovcu. Tako je bilo tijekom Drugog svjetskog rata, premda su Šibenik i Jarugu okupirali Talijani. Čak ni povremeni zastoji zbog bombardiranja nisu bitno utjecali na rad elektrane.



△ Hidroelektrana Jaruga i hidroelektrana Krka, 1904.



△ Nosač s lampionom na Poljani

Nakon 1945. godine popravljena su oštećenja nastala u ratu i elektrana je uključena u elektroenergetski sustav Šibenika, Dalmacije i Hrvatske. Njen zadnji vlasnik iz obitelji Šupuk, Marko, praunuk graditelja Ante viteza Šupuka i unuk Marka, začetnika ideje o gradnji, bio je u lipnju 1945. godine osuđen u Šibeniku, od strane Narodnog suda, na konfiskaciju cjelokupne imovine “zbog suradnje s neprijateljem”. Tim su mu aktom hidroelektrana i svi posjedi oduzeti i preneseni u “narodno vlasništvo”.

■

▽ Gradska vijećnica u Šibeniku

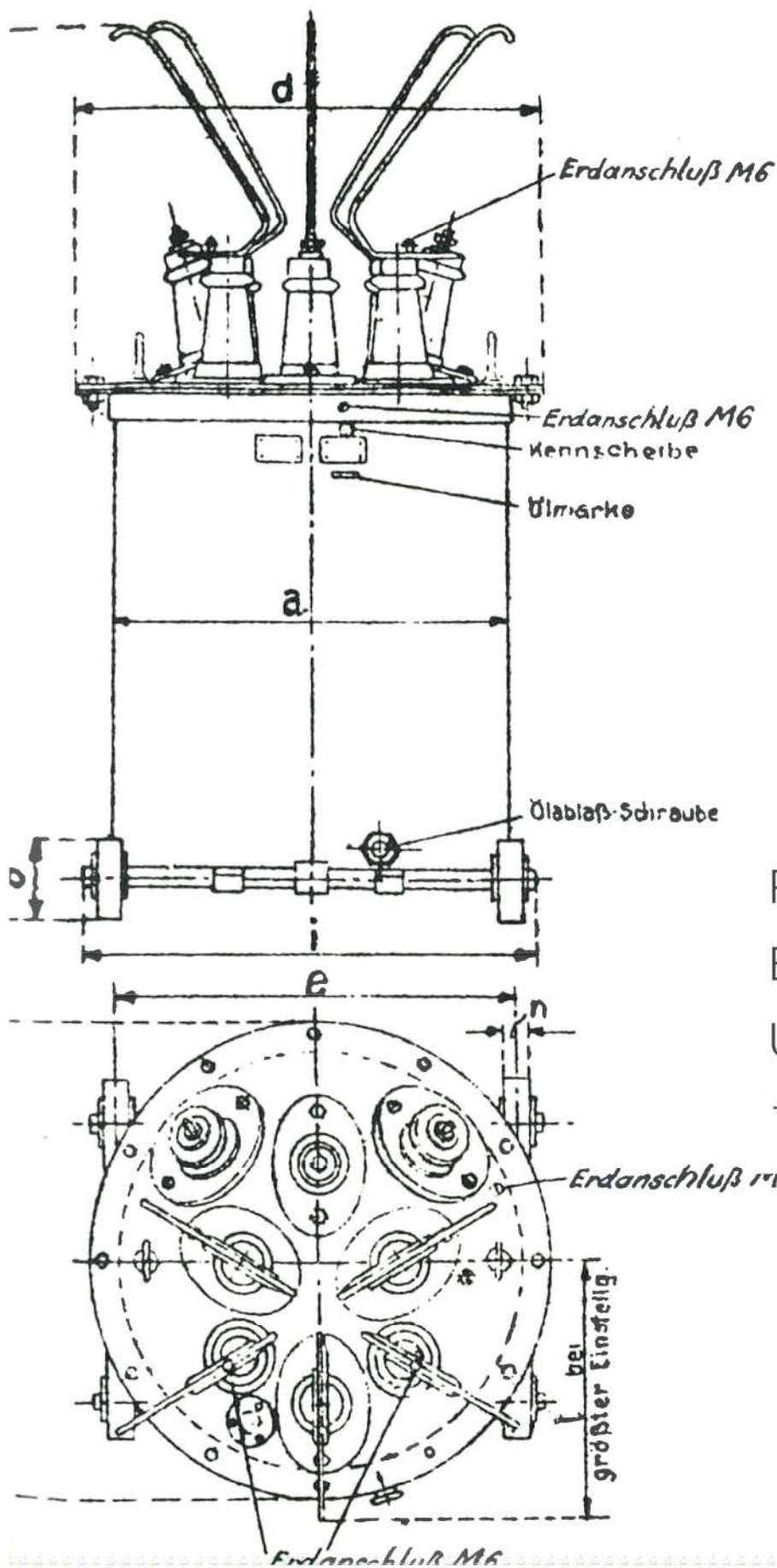


▽ Katedrala sv. Jakova u Šibeniku





Δ Slapovi Krke, Skradinski buk



PIONIRSKI
 POTHVATI JAVNE
 ELEKTRIFIKACIJE
 U HRVATSKOJ DO
 1918.

gure

GODINE



Δ Pula, kraj stoljeća

DRŽAVNOPRAVNE
I
GOSPODARSKE
OKOLNOSTI
U
POČECIMA
ELEKTRIFIKACIJE



Δ Ulična TS 3/0,11 kV u Vukovaru, 1909.

U počecima javne elektrifikacije, od posljednjeg desetljeća 19. stoljeća do završetka Prvog svjetskog rata, Hrvatska je, u sklopu Austro-Ugarske Monarhije, bila teritorijalno razdijeljena na nekoliko odvojenih pokrajina i regija koje su imale različit državnopravni i upravno-politički status. U dvojnoj su carevini, nakon Austro-ugarske nagodbe iz 1867. godine, Istra i Dalmacija bile pod austrijskom, a sjeverna Hrvatska (uža Hrvatska, Slavonija, Vojna krajina i izdvojeno područje Rijeke) pod mađarskom dominacijom. U mađarskom dijelu države, nakon zasebne Ugarsko-hrvatske nagodbe iz 1868. godine, sjeverna je Hrvatska (Kraljevina Dalmacija, Hrvatska i Slavonija) bila pod upravom bana i Zemaljske vlade u Zagrebu, a područje Rijeke pod izravnom upravom Budimpešte.

Godine 1890. ukupan je broj stanovnika na području sadašnje Hrvatske iznosio 2,85 milijuna, da bi do 1900. porastao na 3,16 milijuna, a do 1910. na 3,46 milijuna. Početkom stoljeća ukupno su 23 grada imala više od 5 000 stanovnika. Najveći gradovi bili su, redom, Zagreb, Rijeka, Pula, Osijek, Split, Karlovac, Varaždin, Zadar, Šibenik, Rovinj, Vukovar, Sisak itd. U razdoblju od 1869. do 1910. godine najveći su rast zabilježili Zagreb, čiji je broj stanovnika gotovo učetverostručen, tj. povećan je 3,8 puta, te Rijeka i Pula, gdje je broj stanovnika povećan 2,7 puta.

Gospodarski je razvoj Hrvatske krajem 19. i početkom 20. stoljeća bio brži u sjevernim negoli u južnim područjima. U tom razdoblju jača proces krupnijih ulaganja u industrijalizaciju: pilane, proizvodnju tekstila, prehrambenu industriju, prvu rafineriju nafte, ugljenokope, brodogradnju, cementare i kemijsku industriju, te u razvoj brodarstva, trgovine i bankarstva. Između 1890. i 1910. godine industrijsko je radništvo najviše poraslo u Osijeku (7,8 puta) i Zagrebu (3,5 puta). U više gradova industrijsko i obrtničko radništvo činilo je više od četvrtine aktivnog stanovništva. Uglavnom su brojniji obrt-

▽ Temelji Munjare Osijek



nici, osim u Zagrebu, gdje je bilo više industrijskih radnika.

Prije početka elektrifikacije, do osamdesetih godina, izgrađene su prve željezničke pruge u Hrvatskoj: Sisak - Zagreb - Zidani Most (1862.), kao odvojak željezničke magistrale Beč - Trst; Zagreb - Karlovac (1865.); Pivka - Rijeka (1873.); Subotica - Dalj - Osijek i Dalj - Slavonski Brod (1869. - 1879.). Na magistralu Beč - Trst godine 1876. priključen je odvojak Pula - Divača i s njega Kanfanar - Rovinj. Godine 1877. završen je i pravac Split - Siverić i Šibenik - Perković, te produžetak Siverić - Knin 1888. Do Prvog svjetskog rata u središnjoj je Hrvatskoj i Slavoniji izgrađena željeznička mreža koju i danas koristimo - podravski i posavski pravac sa sedam poprečnih grana. Time je u Hrvatskoj, osim Like i Dalmacije, uspostavljen željeznički prometni sustav. Lika i Dalmacija su tek nakon izgradnje Ličke pruge (1925.) prometno, a time i ekonomski, povezane s ostalim hrvatskim područjima.

Prvi primjeri javnih mjesnih elektrifikacija u Hrvatskoj javljaju se devedesetih godina prošlog stoljeća, desetak godina iza prvih takvih pojava u svijetu. Dotad se električna energija koristila isključivo za vlastite potrebe: u industriji - za rasvjetu raznih pogona, u mlinovima i pilanama, na željeznici i u lukama, ili u privatne svrhe - u hotelima, lječilištima, kazalištima i sličnim ustanovama i posjedima. Kako je raslo zanimanje javnosti za elektrifikaciju, što su, među ostalim, poticale i javne demonstracije električne rasvjete, ubrzo je započelo i mješovito korištenje istog izvora električne energije: i za industrijske i za javne potrebe. Konačno, samo je nekoliko godina trebalo za zasnivanje prvih postrojenja i organizacija kojima je jedina gospodarska svrha proizvodnja i prodaja električne energije: javne elektroprivrede.

Javna se elektrifikacija u početku odnosila, prije svega, na rasvjetu ulica, trgova i obala. Stoga je kasnila u onim gradovima koji su za javnu rasv-

jetu i u kućanstvima koristili plin. Plinare su u to doba imali Rijeka, Zagreb, Pula, Osijek, Rovinj, Poreč, Pazin, Koprivnica, Brod, Bjelovar, Vinkovci, Split i Crikvenica. Kako je prednost "munjine" nađena u udobnosti kod korištenja, lakom paljenju i gašenju svjetla, bez kvarenja i zagrijavanja uzduha u prostorijama, to je ona s vremenom sasvim potisnula plinsku i petrolejsku rasvjetu.

U početku elektrifikacije stvaraju se odvojeni mjesni sustavi za opskrbu električnom energijom - elektrane s mjesnom distribucijskom mrežom. U razdoblju do Prvog svjetskog rata takvi se sustavi u nas međusobno ne povezuju. Nešto su brojniji primjeri elektrifikacije s generatorima istosmjerne struje, premda se već na početku elektrifikacije primjenjuju i generatori izmjenične struje - jednofazne, dvofazne i trofazne. Do 1900. godine snaga elektrana kreće se od desetak do nekoliko stotina kilovata, odnosno kilovoltampere. Najbrojnije su termoelektrane, s parnim stapnim strojevima, rjeđe

s motorima na upojni plin (nastao u generatorima plina nepotpunim izgaranjem krutog goriva, uglavnom poljoprivrednih ili industrijskih otpadaka) ili s dizelskim motorima. Samo je nekoliko hidroelektrana izgrađeno u tom razdoblju.

Javna se elektrifikacija hrvatskih gradova može grubo podijeliti na dva razdoblja: razdoblje do 1900. godine, rano i suzdržano, i razdoblje od 1900., u kojemu se događa stanoviti zamah, osobito nakon 1906., koji je, nažalost, zaustavio Prvi svjetski rat. U razdoblju do 1900. godine jednak je broj javnih mjesnih elektrifikacija zasnovanih na mješovitom korištenju elektrana i onih s isključivo javnom elektranom. Kasnije se taj omjer neprekidno mijenja u korist javnih elektrana.

PRVOTNI POTHVATI JAVNE ELEKTRIFIKACIJE U HRVATSKOJ

SLAVONIJA I BARANJA

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, donekle suzdržljivi, mađarski i austrijski kapital. Godine 1893. u slavonskoj su poljoprivredi upotrebljavana 284 lokomobila i dva stabilna parna stroja, ukupne snage oko 1 500 KS, a u industriji 77 lokomobila i 137 stabilnih parnih strojeva, ukupne snage oko 7 300 KS, najviše u mlinovima i pilanama.

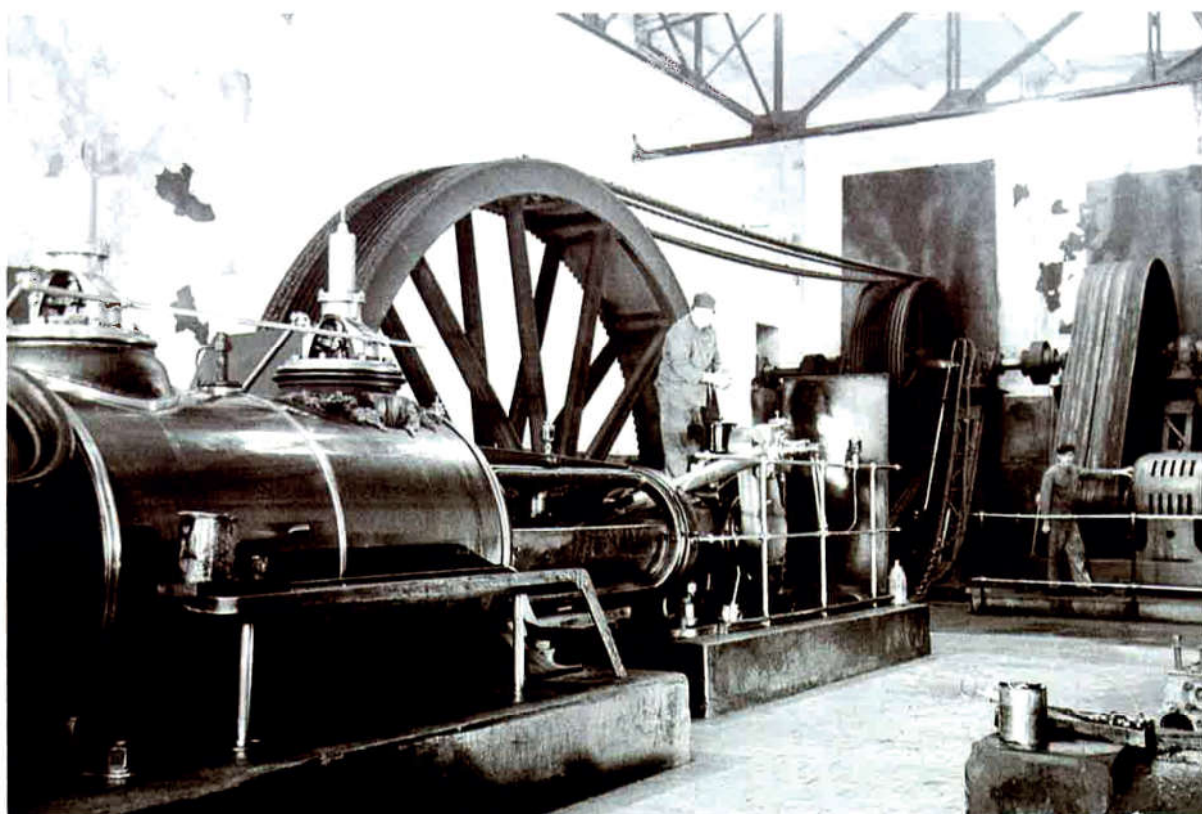
U Županjskoj tvornici tanina i bačava, parnim su strojevima 1880. godine pridodani dinamo-strojevi radi rasvjete u tvornici, a otuda je 1883. godine izvedena i javna rasvjeta. Parnom stroju u belišćanskoj pilani pridodan je 1884. godine generator za rasvjetu u pilani i skladištu, a kasnije i u

radničkim nastambama u neposrednoj blizini. U đakovačkoj mlinarskoj industriji Cereale, generator je u pogonu od 1885. godine. Prva poznata seoska primjena električne energije u Slavoniji zabilježena je u mlinu u Vrbanji, kod Županje, 1890. godine. Hotel Royal u Osijeku imao je vlastitu električnu centralu od 1904. godine, a Pošta od 1912. godine.

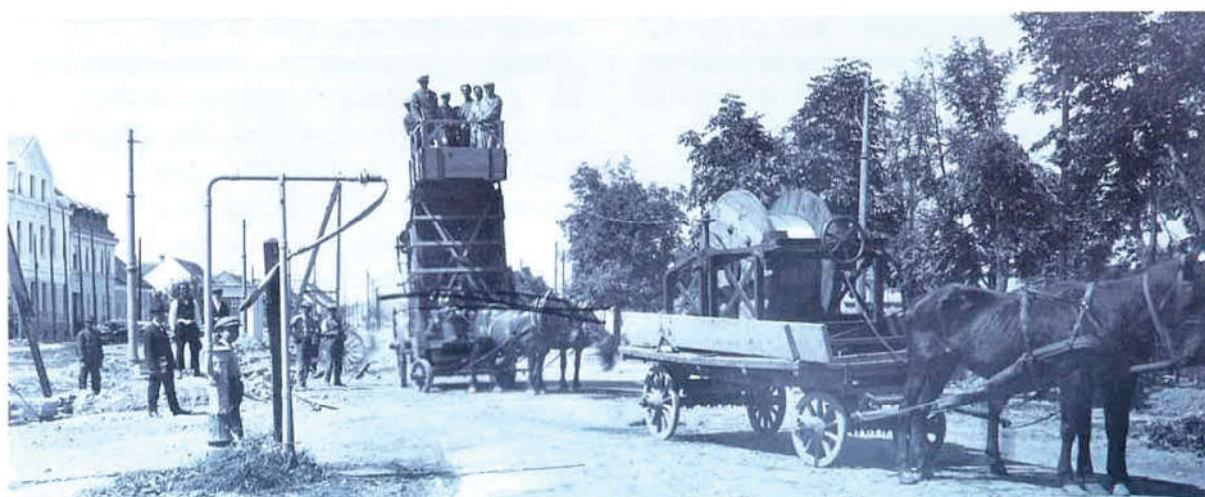
Od godine 1881. koristi se električna energija za vlastite potrebe pilane u Đurđenovcu. Generator istosmjerne struje, snage 120 kW, pogonio je parni stroj. Otuda je započela prva etapa elektrifikacije mjesta te godine. Elektrificiran je dio radničke kolonije, s radničkim nastambama te vilama i stanovima tvorničkih rukovoditelja. Električna energija bila je besplatna, koristila se samo za rasvjetu i bila raspoloživa od večeri do jutra. Zanimljivo

je da do danas u tom tvorničkom krugu nije napuštena proizvodnja električne energije: loženjem parnih kotlova racionalno se iskorištavaju sagorivi otpaci u preradi drveta.

Elektrifikacija Vukovara utemeljena je ugovorom između općine Vukovar i najvećeg dioničara u vukovarskoj kudjeljari Hungaria-Hanffabrik. Ugovorom je predviđeno da će Kudjeljara iz svoje elektrane, s trofaznim generatorom 400 kVA, 42Hz, pogonjenim parnim strojem, opskrbljivati grad električnom energijom. Parni kotlovi loženi su otpadom u preradi kudjelje. Visokonaponski vod 3 kV, dužine 3,5 km, izgrađen je na čelično-rešetkastim stupovima. Niskonaponska mreža 110 V, priključena na transformatore 3/0,11 kV, u gradu je dijelom bila na zajedničkim stupovima s visokonaponskim vodom. Prve žarulje na vukovarskim ulicama zas-

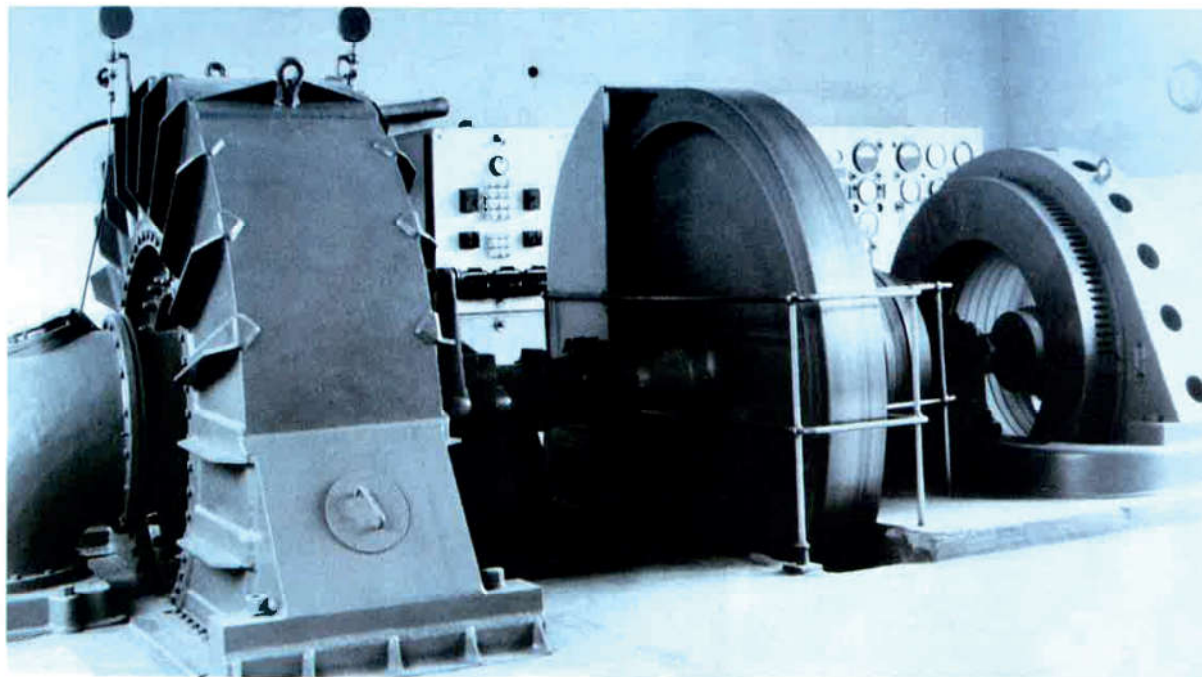


△ Industrijska istosmjerna elektrana u Đurđenovcu, strojevi iz 1891.



△ Razvlačenje tramvajskog vodiča u Osijeku

▽ Hidroelektrana Kuznica, 1912.



vijetlile su 19. prosinca 1909. a sutradan i u prvim ustanovama i stanovima.

U Belom Manastiru električna se energija koristila od 1910. godine u Centralnoj mljekari i za rasvjetu zgrada činovnika i radnika Mljekare te javnih ustanova i domaćinstava u okolici. Otuda se elektrifikacija sporo ali sustavno širila po mjestu. Početna snaga generatora izmjenične struje 65 kVA porasla je godine 1942. na instalaciju 295 kVA. Od godine 1912. u šećerani Branjin Vrh, pokraj Belog Manastira, u pogonu je energana s generatorom 250 kVA. Izvan kampanje prerade šećerne repe, radničku koloniju Šećerane također je opskrbljivala elektrana u Mljekari. Stoga je između Šećerane i Mljekare bio položen kabel 5,5 kV, dužine 2,3 km. Takav način opskrbe električnom energijom Belog Manastira, isključivo iz Mljekare i Šećerane, bez povezivanja s regionalnom mrežom, zadržao se sve do 1954. godine.

Našice imaju Munjaru od 1910. godine, s dva parna lokomobilna stroja i četiri generatora is-

tosmjerne struje 16 kW, 220 V. Ugrađena akumulatorska baterija 216 Ah punila se noću, da bi opskrbljivala mrežu danju, kad je potražnja neznatna. Distribucijska mreža imala je 90 javnih rasvjetnih mjesta. Našička štedionica, vlasnik Munjare, ugovorom s općinom obvezala se da će poštivati rok izgradnje postrojenja i jamčiti kvalitet i sigurnu isporuku električne energije. Za odstupanja napona veća od 5% Munjara je plaćala općini globu, a ako bi se odstupanja mjesečno više puta ponovila, ili dulje potrajala, globa je bila povećana. Globa se plaćala i ako se uklanjanju kvara nije pristupilo unutar 30 minuta od njegova nastanka. Za žarulje javne rasvjete bila je određena zamjena kad pregore ili kad im se svjetlosni učinak smanji za 25%. Njihovo paljenje i gašenje bilo je uređeno godišnjim kalendarom.

Nakon tridesetogodišnje dvojbe između plina i elektrike, Gradsko je zastupstvo Požege godine 1906. raspisalo ponudbenu raspravu za izgradnju hidrocentrale na Orljavi ili centrale s parnom ili

drugom energijom, te za izgradnju mreže, javne rasvjete i instalacija u Poglavarstvu i Dječjačkoj školi. Prihvaćena je ponuda tvrtke Peyer i drug iz Karlovca, te je izgrađena HE Kuzmica, koja je puštena u pogon 6. listopada 1912., pa je večernja rasvjeta uvjerila nevjerne Tome da je to stalna rasvjeta, jaka i lijepa. Objavljeni su propisi i tarife, te oglas građanstvu da je "diranje žicovoda munjare skopčano s pogibelju života". Krajem godine, osim javnih ureda, svjetlo su uveli i privatnici. Elektrana je imala hidroagregat s trofaznim generatorom 295 kVA i dizelski agregat s trofaznim generatorom 155 kVA, koji je osiguravao opskrbu kad je dotok vode bio nedostatan. Vod 6 kV, koji je vodio do grada, bio je dug 6,2 km, a gradska visokonaponska mreža, duga oko 2 km, bila je kabelska. Izgrađeno je šest transformatorskih stanica 6/0,19 kV, a niskonaponska trofazna nadzemna mreža bila je duga 13 km. Javna rasvjeta imala je 134 zidna i 125 visećih rasvjetnih tijela sa žaruljama te 5 lučnih rasvjetnih tijela.

SREDIŠNJA HRVATSKA

Posljednjih desetljeća prošlog stoljeća okupljanje trgovačkog kapitala radi investiranja u industrijske pothvate i prerastanje trgovačkog građanstva u industrijske poduzetnike u hrvatskim je zemljama bilo najizrazitije u sjevernoj i središnjoj Hrvatskoj. U tome je prednjačio Zagreb: godine 1883. u središnjoj Hrvatskoj od 14 industrijskih poduzeća, koja imaju više od 50 radnika, 6 ih je u Zagrebu (primjerice, Paromlin, Tvornica duhana i Tvornica papira, koje imaju preko 700 radnika). U ostalim dijelovima središnje Hrvatske veći su pogoni ugljenokopi (Zagorje), prehrambena industrija (Petrinja, Karlovac), tekstilna industrija (Duga Resa), prerada kože (Karlovac) i kemikalija (Koprivnica), te pilane (Podravina).

U Čakovcu je odluku o plinskoj gradskoj rasvjeti prekinula ponuda o izgradnji novog mlina zajed-

no s elektranom. Grad je ponudu prihvatio, dao besplatno zemljište za novi mlin, pa je 1. listopada 1893. grad rasvijetljen sa 131 električnom svjetiljkom, a priključeno je i 105 kuća s 1400 rasvjetnih mjesta. Elektrana je imala generator istosmjerne struje, napona 2x175 V, a mjesna mreža i kućne instalacije bile su napona 2x150 V. Nakon deset godina, 1903., elektrana je pojačana a mjesna mreža proširena. Daljnje pojačanje obavljeno je dvadesetih godina 20. stoljeća, da bi takva opskrba - mješovitim korištenjem postrojenja u mlinu - bila prekinuta tek 1932. godine, priključenjem Čakovca na hidroelektranu Fala dalekovodom 35 kV.

Varaždinska je Industrijska zadruga dobila od grada Varaždina koncesiju, na 50 godina, na provođenje elektrifikacije ulica, trgova i ostalih javnih mjesta. Trebalo je izvesti rasvjetu s 280 polunoćnih i 100 cjelonoćnih svjetiljki, za što će grad Zadrugi davati godišnju naknadu. Za električnu rasvjetu upisivane su dionice na novo ime Zadruga: Prvo hrvatsko varaždinsko d.d. za električnu rasvjetu. Električno svjetlo zasjalo je prvi put 17. prosinca 1895. Elektrana, koja je kasnije proširivana, imala je u početku tri parna stroja s generatorima izmjenične struje 50 kVA, 42 Hz. Nakon priključenja Varaždina vodom 35 kV na hidroelektranu Fala, 1928. godine, postala je pričuvnom elektranom.

Daruvarska dionička pivovara dobila je od Daruvara koncesiju, na 20 godina, na opskrbu mjesta električnom energijom, izgradnjom elektrane u Pivovari. Elektrana je u početku imala generator istosmjerne struje 18 kW, napona 220 V, pokretan parnim strojem, kasnije motorom na upojni plin. U svibnju 1907. godine grad je rasvijetljen žaruljama na 106 i lučnim svjetiljkama na 6 rasvjetnih mjesta. Priključeno je i 36 kućanstava. Nakon isteka koncesije, općina je izgradila svoju elektranu, koja je puštena u pogon 1928. godine.

Praškoj tvrtki F. Križik ponuđeno je pravo korištenja na 5 godina ako će projektirati, dobiti opremu i izgraditi elektranu u Sisku. Ta je elektrana puštena u pogon 1907. godine. Imala je dva parna

drugom energijom, te za izgradnju mreže, javne rasvjete i instalacija u Poglavarstvu i Dječjačkoj školi. Prihvaćena je ponuda tvrtke Peyer i drug iz Karlovca, te je izgrađena HE Kuzmica, koja je puštena u pogon 6. listopada 1912., pa je večernja rasvjeta uvjerila nevjerne Tome da je to stalna rasvjeta, jaka i lijepa. Objavljeni su propisi i tarife, te oglas građanstvu da je "diranje žicovoda munjare skopčano s pogibelju života". Krajem godine, osim javnih ureda, svjetlo su uveli i privatnici. Elektrana je imala hidroagregat s trofaznim generatorom 295 kVA i dizelski agregat s trofaznim generatorom 155 kVA, koji je osiguravao opskrbu kad je dotok vode bio nedostatan. Vod 6 kV, koji je vodio do grada, bio je dug 6,2 km, a gradska visokonaponska mreža, duga oko 2 km, bila je kabelaška. Izgrađeno je šest transformatorskih stanica 6/0,19 kV, a niskonaponska trofazna nadzemna mreža bila je duga 13 km. Javna rasvjeta imala je 134 zidna i 125 visećih rasvjetnih tijela sa žaruljama te 5 lučnih rasvjetnih tijela.

SREDIŠNJA HRVATSKA

Posljednjih desetljeća prošlog stoljeća okupljanje trgovačkog kapitala radi investiranja u industrijske pothvate i prerastanje trgovačkog građanstva u industrijske poduzetnike u hrvatskim je zemljama bilo najizrazitije u sjevernoj i središnjoj Hrvatskoj. U tome je prednjačio Zagreb: godine 1883. u središnjoj Hrvatskoj od 14 industrijskih poduzeća, koja imaju više od 50 radnika, 6 ih je u Zagrebu (primjerice, Paromlin, Tvornica duhana i Tvornica papira, koje imaju preko 700 radnika). U ostalim dijelovima središnje Hrvatske veći su pogoni ugljenokopi (Zagorje), prehrambena industrija (Petrinja, Karlovac), tekstilna industrija (Duga Resa), prerada kože (Karlovac) i kemikalija (Koprivnica), te pilane (Podravina).

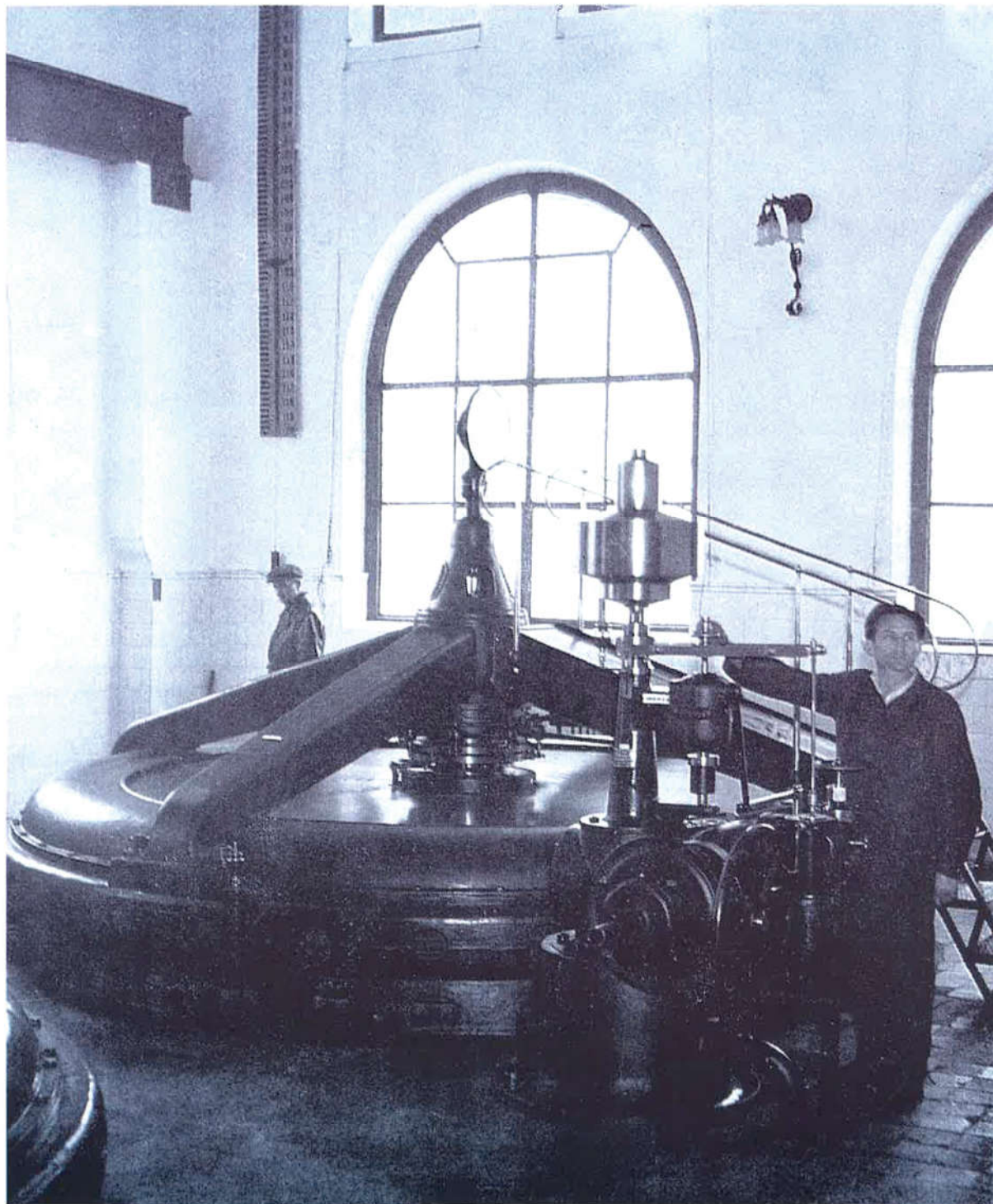
U Čakovcu je odluku o plinskoj gradskoj rasvjeti prekinula ponuda o izgradnji novog mlina zajed-

no s elektranom. Grad je ponudu prihvatio, dao besplatno zemljište za novi mlin, pa je 1. listopada 1893. grad rasvijetljen sa 131 električnom svjetiljkom, a priključeno je i 105 kuća s 1400 rasvjetnih mjesta. Elektrana je imala generator istosmjerne struje, napona 2x175 V, a mjesna mreža i kućne instalacije bile su napona 2x150 V. Nakon deset godina, 1903., elektrana je pojačana a mjesna mreža proširena. Daljnje pojačanje obavljeno je dvadesetih godina 20. stoljeća, da bi takva opskrba - mješovitim korištenjem postrojenja u mlinu - bila prekinuta tek 1932. godine, priključenjem Čakovca na hidroelektranu Fala dalekovodom 35 kV.

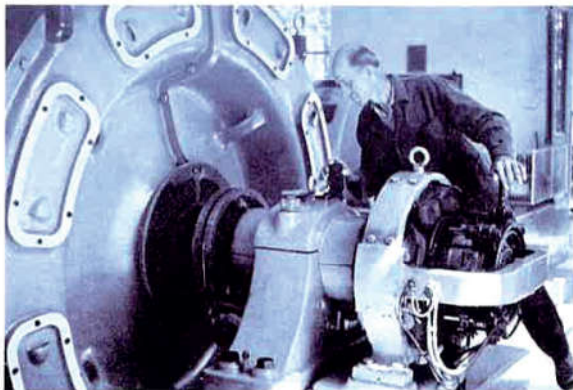
Varaždinska je Industrijska zadruga dobila od grada Varaždina koncesiju, na 50 godina, na provođenje elektrifikacije ulica, trgova i ostalih javnih mjesta. Trebalo je izvesti rasvjetu s 280 polunoćnih i 100 cjelonoćnih svjetiljki, za što će grad Zadrugi davati godišnju naknadu. Za električnu rasvjetu upisivane su dionice na novo ime Zadruga: Prvo hrvatsko varaždinsko d.d. za električnu rasvjetu. Električno svjetlo zasjalo je prvi put 17. prosinca 1895. Elektrana, koja je kasnije proširivana, imala je u početku tri parna stroja s generatorima izmjenične struje 50 kVA, 42 Hz. Nakon priključenja Varaždina vodom 35 kV na hidroelektranu Fala, 1928. godine, postala je pričuvnom elektranom.

Daruvarska dionička pivovara dobila je od Daruvara koncesiju, na 20 godina, na opskrbu mjesta električnom energijom, izgradnjom elektrane u Pivovari. Elektrana je u početku imala generator istosmjerne struje 18 kW, napona 220 V, pokretan parnim strojem, kasnije motorom na upojni plin. U svibnju 1907. godine grad je rasvijetljen žaruljama na 106 i lučnim svjetiljkama na 6 rasvjetnih mjesta. Priključeno je i 36 kućanstava. Nakon isteka koncesije, općina je izgradila svoju elektranu, koja je puštena u pogon 1928. godine.

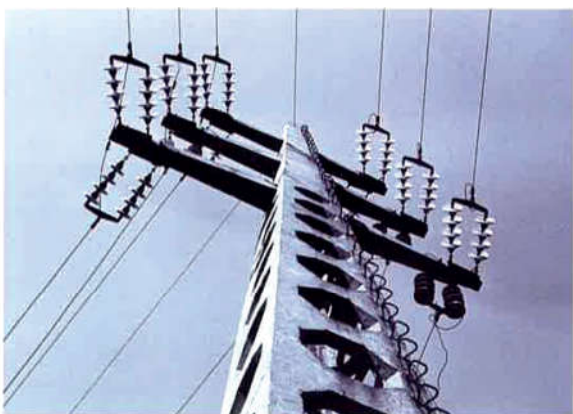
Praškoj tvrtki F. Križik ponuđeno je pravo korištenja na 5 godina ako će projektirati, dobiti opremu i izgraditi elektranu u Sisku. Ta je elektrana puštena u pogon 1907. godine. Imala je dva parna



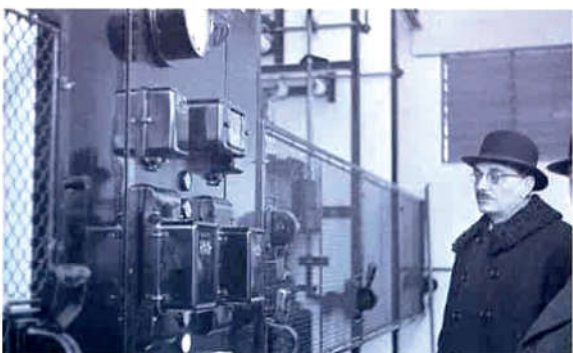
△ Generator u hidroelektrani Ozalj I



△ Strojarnica hidroelektrane Zeleni vir



△ Betonski stup na dvostrukom vodu 30 kV Zagreb - Karlovac



△ Transformatorska stanica 10 kV u Bjelovaru

kotla s dva parna stroja i dva generatora istosmjerne struje 65 kW, te akumulatorsku bateriju, koja je služila kao izvor električne energije kad strojevi nisu radili. Niskonaponska mreža korištena je uz napon 2×110 V za rasvjetu i 220 V za motore.

Gradska plinara izgrađena je u Zagrebu 1863. godine, a konjski tramvaj koristio se od 1892. U tom je razdoblju počela ugradnja prvih vlastitih agregata za opskrbu električnom energijom u Domu Streljačkog društva (1882.), zgradi današnjeg Rektorata Sveučilišta, za potrebe tadašnje Gospodarske izložbe (1891.), kazalištu u Gornjem gradu (oko 1893.), Paromlinu (1886.), Tvornici parketa i Tvornici kože. Na poziv gradonačelnika Milana Amruša, u Zagreb je 1892. došao Nikola Tesla, koji je gradu preporučio izgradnju vlastite elektrane i sustav izmjenične struje. Dvojenje oko elektrifikacije prekinulo je ponovno načelnikovanje Amruševo, koji je 1904. godine raspisao natječaj za gradnju elektrane. Nastao je spor Zagreba s Karlovcem oko korištenja rijeke Kupe, kod Ozlja, za gradnju hidroelektrane. Odlučeno je da se termoelektrana izgradi na području vodocrpilišta, da se vodovod prepravi na električni pogon, plinara rastereti potrošnje plina za rasvjetu i električnim tramvajem zamijeni konjski. Žarulje javne rasvjete zasjale su 5. studenog 1907. Elektrana je imala parne strojeve, trofazni generator 865 kVA, 5 kV, 50 Hz i generator istosmjerne struje 200 kW za opskrbu električnog tramvaja. Iz elektrane su položeni kabeli 5 kV do devet transformatorskih stanica 5/0,5 kV, dužine 7,5 km. Jednofazna mreža 500 V imala je oko 20 km kabela. Pojedine su zgrade na mrežu priključivane transformatorima 500/2x55 V. Polovicom 1907. godine bilo je 247 kućnih priključaka, a krajem godine priključena su i prva tri elektromotora, osim vodocrpnih. Već 1910. godine u elektrani su dograđeni kotlovi i turbine, te trofazni generator 1250 kVA i još jedan generator istosmjerne struje 200 kW. Godine 1914. elektrana je pojačana trofaznim generatorom 3 000 kVA.

Zagrebačka Gradska električna centrala

(GEO) ostvarila je veliki ukupni elektrifikacijski utjecaj na hrvatskom prostoru, kako stručnim pomaganjem izgradnje pojedinačnih opskrbnih sustava u drugim gradovima tako i formiranjem lokalnih mreža na širem području Zagreba, što je uslijedilo u razdoblju nakon Prvog svjetskog rata.

Građevni dio projekta HE Ozalj, koja je riješila rasvjetu grada Karlovca, načinio je karlovački gradski inženjer Valerijan Riezner, izgrađivši na Kupi branu s padom vode od 9 metara. Gradnju elektrane izvela je karlovačka tvrtka Peyer i drug. U početnoj fazi ugrađena su dva hidroagregata s trofaznim generatorima 750 kVA, 5 kV, 50 Hz. Iz elektrane su položena dva nadzemna voda, do Karlovca, dužine 17 km, napona 20 kV, i do Ozlja, napona 5 kV. U Karlovcu je izgrađena transformacija 20/5 kV s dva kabelska voda prema gradu, u kojem je postavljeno 13 transformatorskih stanica 5/0,19 kV. Mreža 5 kV bila je duga 5,3 km, a niskonaponska 20 km. Grad je otuda dobio električnu rasvjetu 18. kolovoza 1908. Već 1913. godine u elektranu je ugrađen još jedan hidroagregat s generatorom 750 kVA. Prirodna kolebanja vodostaja Kupe onemogućavala su ravnomjerniju isporuku električne energije, pa su uz elektranu 1925. godine dograđeni dizelski agregat s generatorom 900 kVA i sinkroni kompenzator 400 kVAr.

HE Ozalj bila je izvor javne elektrifikacije Ozlja od 1908. godine. To je bio doista lijep primjer da je iz hidroelektrane koja je prvenstveno građena za opskrbu grada Karlovca (i danas na zgradi stoji: Munjara grada Karlovca) omogućena i elektrifikacija manjeg mjesta, u čijoj je blizini bogati vodotok, koji je omogućio proizvodnju velike količine električne energije.

Gradska uprava Petrinje počela je gradnju Gradske munjare novcem kojeg je namaknula prodajom šume. Elektrana je puštena u pogon 1911. godine. Imala je tri dizelska motora s generatorima istosmjerne struje: dva 60 kW i jedan 18 kW. Ugrađena je i akumulatorska baterija za izravnavanje opterećenja elektrane. Iz elektrane su do stu-

pova nadzemne mreže položeni kablovi, čiji je napon za rasvjetu bio 2x110 V, a za motore 220 V. Gradskim Statutom za upravu munjare uređeno je vođenje i upravljanje munjarom, pravila za izvedbu instalacija i odnos prema potrošačima. Određene su i tarife za ukupnu i za motorsku potrošnju (omjer je bio 2,4 : 1).

Hrvatsko zemaljsko lječilište u Topuskom riješilo je crpljenje termalne vode tako da su u strojarnicu ugrađena dva dizelska motora s generatorima istosmjerne struje 30 kW, 230 V. Pokusna električna rasvjeta zasjala je u Lječilištu u svibnju 1911. godine. Otuda je izvedena mjesna električna mreža napona 2x110 V, pa je mjesto prvi put rasvijetljeno u siječnju 1912. godine.

U središnjoj je Hrvatskoj, osim spomenutih, još nekoliko mjesta imalo javnu elektrifikaciju prije Prvog svjetskog rata, ali ne postoje opširniji podaci o tome. Pakrac je elektrificiran iz Električne centrale trgovišta Pakrac, koja je u pogonu od 1906. godine. Centrala je imala generator istosmjerne struje 68 kW, koji je pokretan motorom na upojni plin. Novska je od 1909. godine imala munjaru s vodnom turbinom, koja je pokretala generator istosmjerne struje 10 kW. Križevci su imali Gradsku munjaru od 1912. godine. Imala je tri dizelska agregata i generatore istosmjerne struje, ukupne snage 150 kW. U Novoj Gradiški Općinska munjara ima od 1913. godine u pogonu dva dizelska agregata, ukupne snage generatora istosmjerne struje 130 kW. Ivanić Grad imao je javnu električnu centralu Hubeny od 1914. godine, s dva dizelska motora i generatorima istosmjerne struje ukupne snage 27 kW. U Topličko-klimatskom lječilištu u Lipiku ugrađena je 1894. godine elektrana s parnim kotlom loženim drvom, parnim strojem i generatorom istosmjerne struje 16,5 kW, odakle se proširila ulična rasvjeta a elektrika uvela i u susjedne bogataške vile.



△ Jedna od prvih transformatorskih stanica 5 kV u Zagrebu

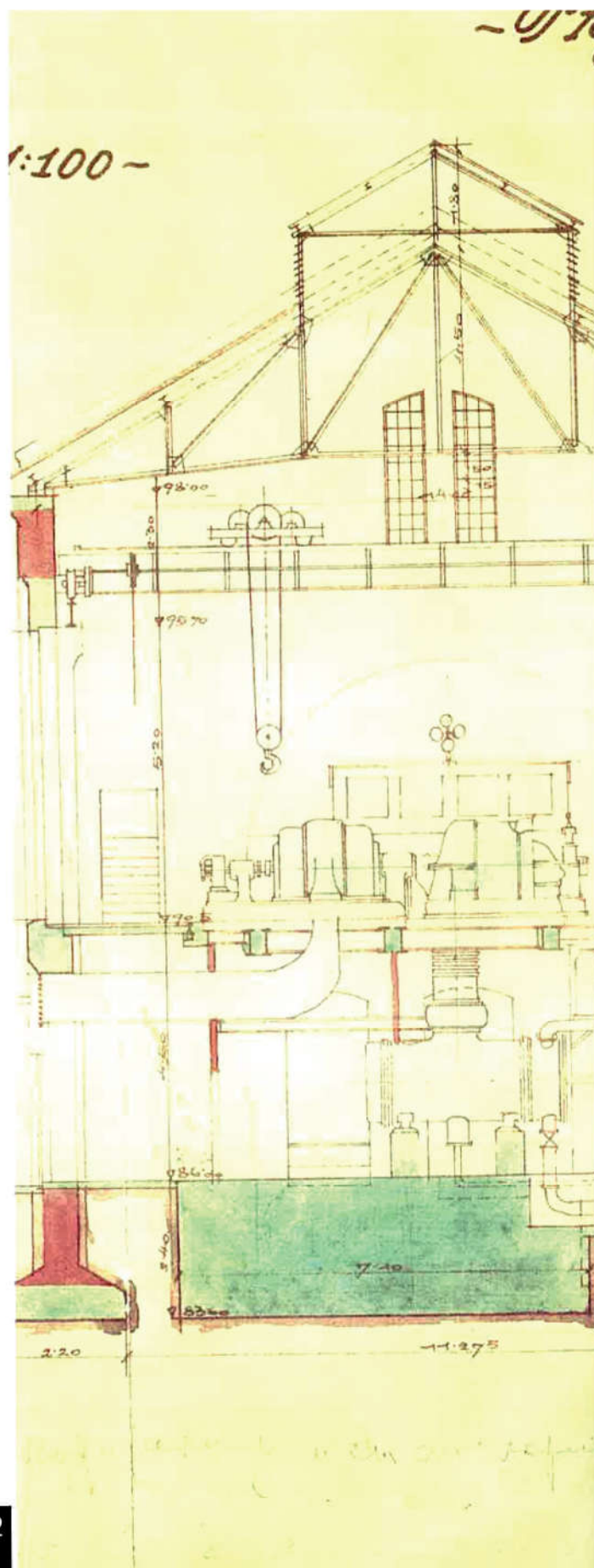
ISTRA

Istarsku tržišnu ponudu krajem prošlog stoljeća obilježili su vino, ulje, riba, drvo, sol i drugi ratarsko-stočarski proizvodi, uz vađenje ugljena i kamena, te preradu kože. Lošinjska brodogradnja propadala je zbog pojave čeličnih i parnih brodova, koji su potiskivali 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 kavani Miramare počela koristiti električna energija.

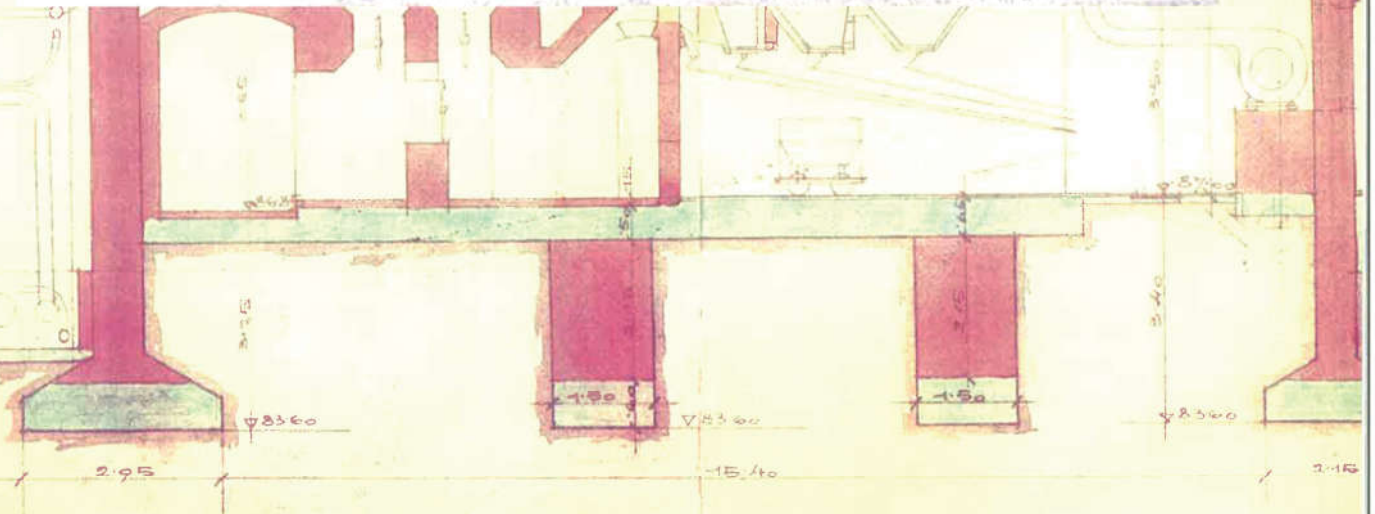
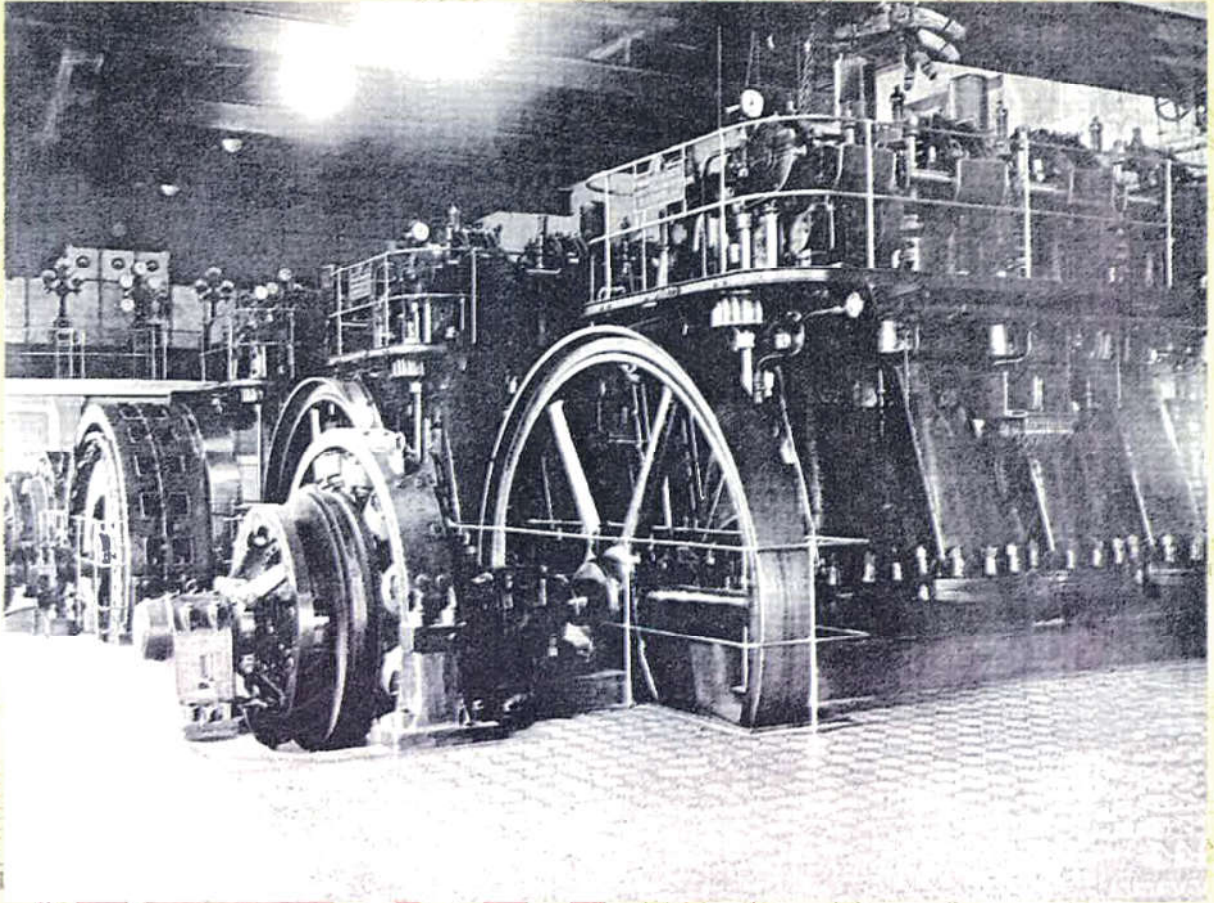
Otočje Brijuni, zapušteno i malarično, godine 1894. počeo je uređivati bečki industrijalac čelika Paul Kupelwieser, nakon što ga je kupio od jednog tršćanskog trgovca. Za polijevanje brojnih nasada i drveća, voda je iz jezera crpljena vjetrenjačom, koja je pokretala i drobilice kamena i rashladne uređaje. Uređivale su se prometnice, športski tereni, kupalište i postavljena je pošta s telefonskom centralom, započela je izgradnja velikih hotela u sklopu pripreme Brijuna za prestižni mondene europski centar. Godine 1898. postavljen je parni lokomobil 25 KS s generatorom istosmjerne struje, napona 110 V, kojim su se, pored gospodarskih objekata, opskrbljivali i stanovi otočana. Godine 1904. izgrađena je elektrana s dizelskim motorom 50 KS, koja je nadopunjena s još dva dizelska motora, tako da je 1910. godine imala ukupnu snagu motora 300 KS.

U Vodnjanu je Pietro Marchesi od 1883. godine koristio dva parna lokomobila s generatorom istosmjerne struje za vlastite industrijske potrebe i rasvjetu pogona. Godine 1889. počeo je s distribucijom električne energije u mjestu, za rasvjetu ulica i za javne lokale. Tvrtka se zvala Električna centrala Marchesi&Compani. Centrala je proizvodila i distribuirala električnu energiju do 1928. godine,

► Projekt dizelske elektrane Pula iz 1903. i njena unutrašnjost



Job. L-13.-



CHARLES B. McDANIEL, JR.
OSWEGO

R. P. Sullivan

85.20
2.65
82.55
2.65

od kada je, ostajući i dalje distributer, dobavljala električnu energiju od Società Elettrica Istriana iz Pule.

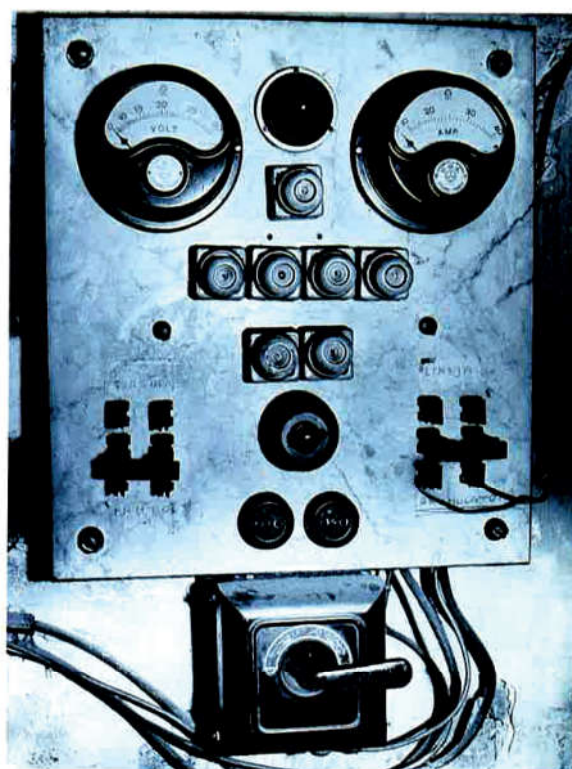
Pula, koja je od 1871. godine imala gradsku plinaru, postavila je 1900. godine kamen temeljac za gradnju elektrane, radi javne opskrbe grada i pogona tramvaja. Električni tramvaj proradio je 24. travnja 1904., a prvi potrošači priključeni su na električnu mrežu 26. travnja 1904. Plinska javna rasvjeta ostala je na ulicama u prvo vrijeme elektrifikacije, jer su tek krajem 1906. godine, kod Zlatnih vrata, postavljene dvije pokusne svjetiljke sa žaruljama. U elektrani su bila ugrađena tri motora na upojni plin, koji su pokretali generatore istosmjerne struje 50 kW. Godine 1915. ugrađen je prvi dopunski dizelski motor s generatorom 250 kW, da bi do 1921. godine instalacija narasla na ukupno četiri dizelska motora. Zanimljivo da je javna rasvjeta bila izvedena uz serijski spoj žarulja. Takav se sustav koristio u Puli sve do iza Drugog svjetskog rata.

HRVATSKO PRIMORJE

Rijeka je u Austro-Ugarskoj Monarhiji bila izdvojeno područje pod neposrednom ingerencijom mađarskih vlasti i pod snažnim mađarskim interesom za izlaz na more. Osamdesetih je godina 19. stoljeća razvijala rafineriju nafte i ljuštionicu riže, uz postojeće tvornice papira, duhana, torpeda, prerade kože, te pomorsku i brodograđevnu djelatnost, koju je postupno usmjeravala prema gradnji parobrodova. U Gorskom kotaru i Lici, u sklopu tadašnje uže Hrvatske, glavne su gospodarske aktivnosti bile vezane za preradu drveta. Do Prvog svjetskog rata na tom području nije došlo do javne elektrifikacije.

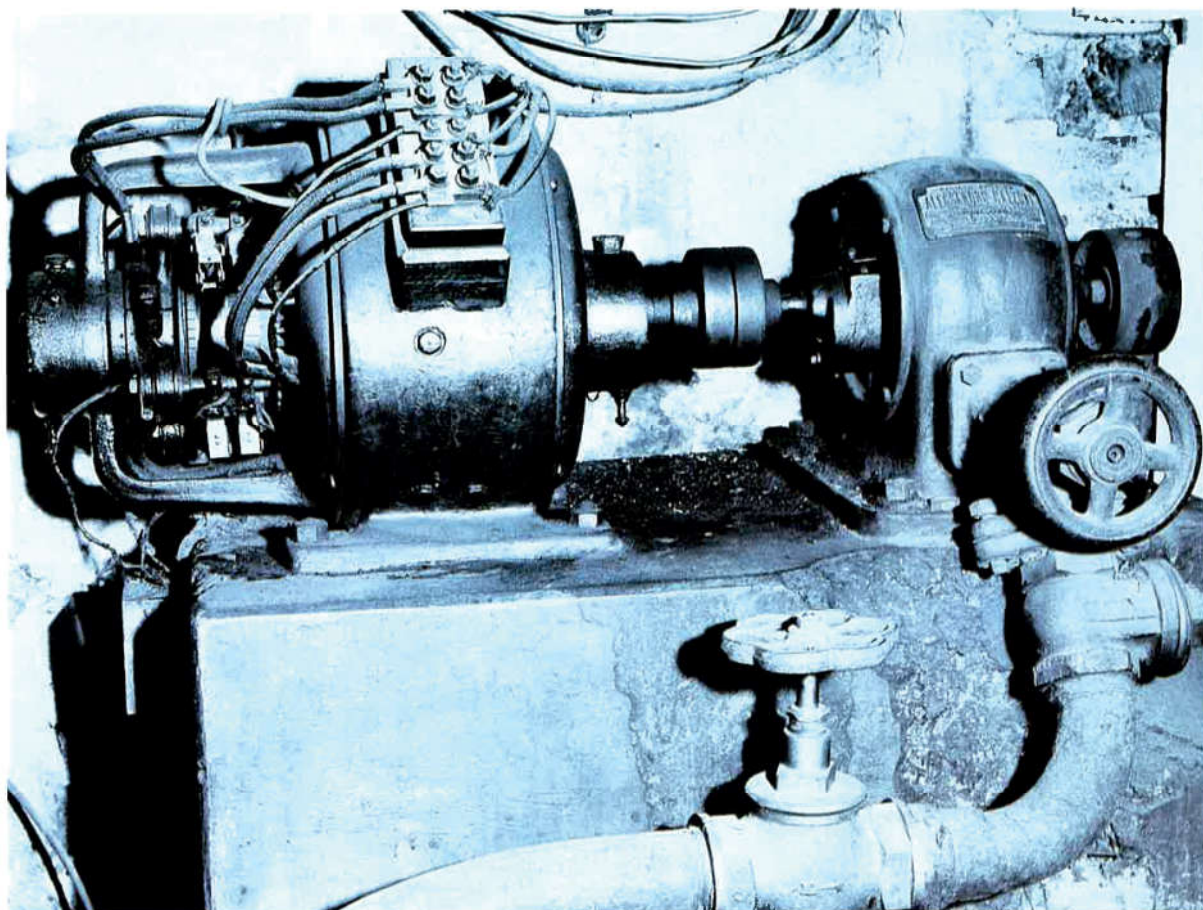
Rijeka je imala gradsku plinaru od 1852. godine - prvu u hrvatskim krajevima. Svečano otvorenje kazališta, 1885. godine, bilo je uveličano sjajem električnog svjetla. Godine 1890. izgrađena je u Rijeci prva elektrana, s generatorom istosmjerne

struje 22 kW, za rasvjetu novog željezničkog kolodvora i lučkih postrojenja. Prijedlozi da se za opće potrebe grada izgradi javna elektrana davani su od 1886. godine. Konačno je, 1892. godine, izgrađena takva elektrana, s parnim strojevima i tri jednofazna generatora 120 kVA, 2 kV, 42 Hz. Ta je elektrana zamijenila prvu, preuzevši rasvjetu željezničkog kolodvora te lučkih postrojenja i silosa. Uskoro je započela elektrifikacija stanova i ureda duž lučke obale. Razdioba je bila jednofazna, pomoću dva nadzemna voda 2 kV, s tri transformatorske stanice 2/0,1 kV, otkuda je energija vođena do potrošača. Elektrana nije dugo radila, jer ju je već 1897. godine zamijenila elektrana Ponsal, s tri parna stroja s ukupno 400 KS. Od 1908. godine u pogonu je četvrta termoelektrana, uz izvor Zvir, na Rječini, koja je imala dva turboagregata s trofaznim generatorima 1 500 kVA, 5 kV, 42 Hz. To je bio početni korak



Δ Razdjelna ploča u riječkom kazalištu iz 1885.

▽ Istosmjerna elektrana za kazalište u Rijeci, 1885.



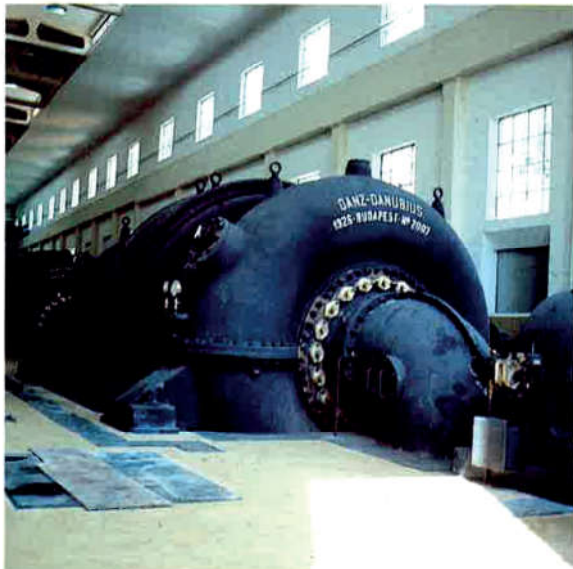
zamišljenog projekta kombinirane termo i hidroelektrane. Termoelektrana Rijeka zamijenila je elektranu Ponsal, koja je prestala s radom. U sedam godina prije Prvog svjetskog rata potrošnja je usdmerostručena, tako da je 1913. godine ugrađen treći turboagregat 1 600 kVA. U Rijeci je 7. studenog 1899. pušten u promet električni tramvaj na pruzi Rječina - Torpedo, dužine 4,4 km. U gradu se od 1904. godine za proizvodnju električne energije koristila i spalionica smeća: para je pokretala parni stroj s trofaznim generatorom 150 kVA, koji je opskrbljivao jedan od motora gradske vodoopskrbne crpke.

Luka u Sušaku bila je priključena na riječku

visokonaponsku mrežu 2 kV preko dvije transformatorske stanice iz kojih su opskrbljivane lučke dizalice na Delti i Brajdi, uz napon 100 V za rasvjetu i 3x330 V za motore.

U Bakru je, prigodom obnavljanja mlina Malinice, na Jazu, u stari mlin ugrađena vodna turbina umjesto kotača, a za pričuvu, u slučaju da nestane vode, i parni stroj. Ta hidro-termoelektrana puštena je u pogon 16. lipnja 1894. Imala je generator istosmjerne struje 6,5 kW, napona 100 V. Javna rasvjeta u Bakru imala je 50, a privatna 120 žarulja. Sredstva za izgradnju elektrane Bakar je namaknuo zajmom, založivši sve svoje nekretnine i dohotke na 50 godina.

▽ Hidroelektrana Kraljevac



Opatija i Volosko elektrificirani su 1896. godine. Na Punta Colovi koncesionar iz Beča izgradio je termoelekttranu na ugljen, s dva parna stroja i generatorima izmjenične struje, snage 125 kVA, napona 5 kV, 50 Hz. Godine 1897. izdana je koncesija na javnu rasvjetu, pa je rasvijetljena Opatija. Električni tramvaj na liniji Matulji - Opatija - Lovran pušten je u promet 1908. godine. Pruga je bila duga oko 12 km. Zanimljivo je da su krajem tridesetih godina opatijski generatori pregrađeni na frekvenciju 42 Hz kako bi opatijska elektrana mogla raditi paralelno s riječkom.

Na otoku Rabu dugo je vremena elektrificirano samo mjesto Rab. Elektrifikacija je počela 1902. godine a u potpunosti je dovršena 1926. Elektranu je imala dizelski agregat s generatorom istosmjerne struje 27 kW, napona 2x230 V. Godine 1902. isporučila je 8 000 kWh, a 1910. 12 000 kWh električne energije.

Na Lošinju je elektrifikacija počela prije Prvog svjetskog rata. Prve žarulje u Malom i Velom Lošinju i Čunskom zasjale su u kolovozu 1910. godine, kada je u pogon puštena elektrana s dva parna stroja, snage 100 i 400 KS. Planirano je da veći

stroj opskrbljuje električni tramvaj na pruzi Mali Lošinj - Veli Lošinj, no, nažalost, izgradnju pruge omeo je Prvi svjetski rat.

DALMACIJA

Sporije negoli u sjevernijim hrvatskim krajevima, u Dalmaciji se krajem prošlog stoljeća odvijalo prerastanje obrtničke u industrijsku proizvodnju. Poduzetnički krugovi okupljali su se u Zadru, Splitu i Dubrovniku. Još je prevladavala ratarsko-stočarska proizvodnja, vinogradarstvo i maslinarstvo, te prerada ribe, osobito na otocima. Ti su proizvodi, uz likere, činili najveći dio trgovačke ponude iz Dalmacije. Pomorski poduzetnici i trgovci bili su brojniji od obrtnika. Na prijelazu stoljeća javljaju se na splitskom i šibenskom području krupniji investicijski zahvati: izgradnja tvornica cementa i karbid-cijanamida, te ugljenokopa.

Zadar je električnu energiju počeo koristiti na Silvestrovo 1894. godine, kada je uključena prva električna javna rasvjeta u Širokoj i drugim ulicama. Na Gospodskom trgu zasjala je velika električna kugla jakosti 1 000 svijeća. Parni strojevi u zadarskoj elektrani pokretali su četiri generatora istosmjerne struje 25 kW. Razdioba električne energije provodila se uz napon 2x150 V. Godine 1902. instaliran je veći parni stroj, koji je pogonio generator istosmjerne struje 160 kW, a do početka Prvog svjetskog rata instalirana su tri dizelska agregata s generatorima istosmjerne struje, tako da je ukupna instalirana snaga zadarske elektrane bila 515 kW. Elektrifikaciju je financirala gradska općina, osnovavši posebno poduzeće Aziende Municipalizzate di Zara.

Šibenik je 28. kolovoza 1895. godine dobio električnu energiju, za potrebe javne rasvjete, iz hidroelektrane Krka, kasnije nazvane Jaruga, odnosno Jaruga I, koja je imala dvofazni generator 320 kVA, 3 kV, 42 Hz. Do grada je bio izgrađen četverovodični (dva puta jednofazno) dalekovod napona 3 kV. Električna se energija u gradu trans-



formirala na napon 110 V sa šest transformatora, postavljenih na vrhove zgrada i stupove. U početku je opskrbljivana javna rasvjeta od 216 rasvjetnih mjesta i neke privatne kuće, a sljedeće je godine priključeno Kazalište. U idućim godinama priključuju se prvi industrijski potrošači, a potom i kućanstva. Ubrzo je formiran i tarifni sustav. Cijeli pothvat - uspostavu našeg prvog cjelovitog elektroprivrednog sustava - izvela je šibenska tvrtka Ante Šupuk i sin.

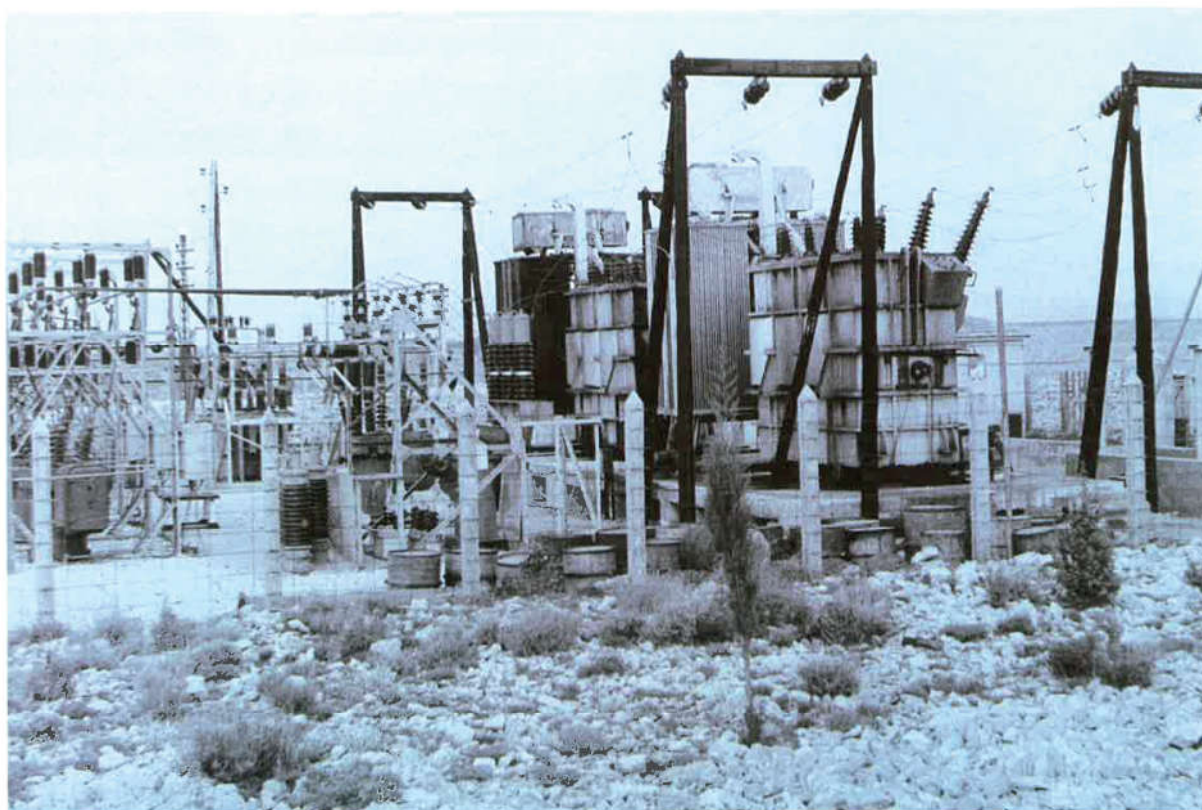
Dubrovnik je još potkraj 18. stoljeća uveo javnu rasvjetu petrolejskim fenjerima, tako da ih je već godine 1821. bilo 45. Hotel Imperial imao je kućnu električnu centralu od 1896. godine, a mlin Marija, u Župi Dubrovačkoj, uveo je električni pogon 1898., koristeći živu vodu Zavrelja. Godine 1898. općinsko upraviteljstvo zaključilo je ugovor s bečkim društvom Gesellschaft für elektrische Industrie, koje je dobilo koncesiju, na 45 godina, na javnu i privat-

nu rasvjetu, na svaku obrtnu upotrebu elektriciteta, te na opskrbu tramvaja kad bude uspostavljen. Općina se obvezala da će odmah uvesti električne žarulje u sve fenjere javne rasvjete - 314 žarulja i 13 lučnih svjetiljki. Unaprijed su određene i tarife za prodaju električne energije za rasvjetne i motorske potrebe (omjer 2:1). Određena je lokacija elektrane u Gružu, na Batali. Električno svjetlo zasjalo je u Dubrovniku, na Pilama, 1. lipnja 1901. Elektrana je imala parne strojeve snage 150 KS i trofazne generatore 3 kV, 42 Hz. U prvo vrijeme, radila je samo noću, a nakon pet godina, kada je prešla na cjelodnevni rad, počela je opskrbljivati i druge potrošače. Godine 1910. proradila je Dubrovačka električna željeznica, tramvaj na liniji Pile - Gruž.

Prema nesigurnim podacima, u Benkovcu je 1907. godine, iz mlinice Novaković, uspostavljena javna elektrifikacija mjesta s vodom turbinom kao

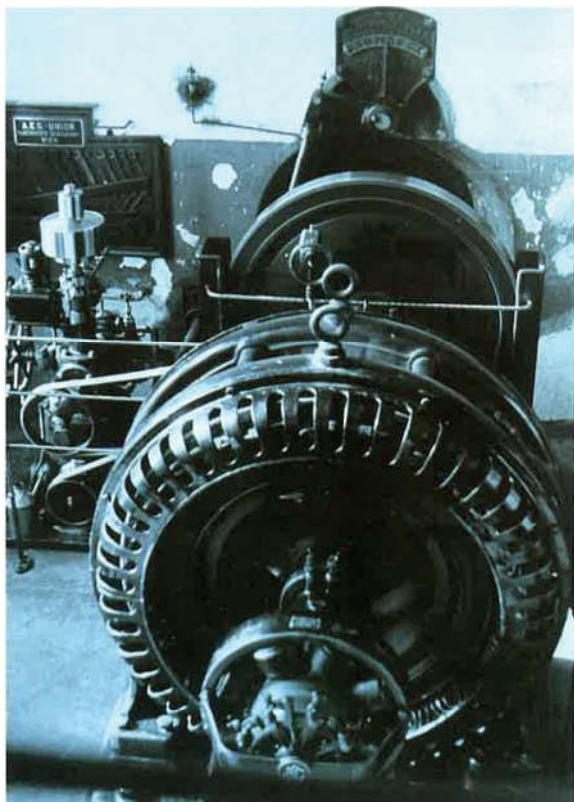
pogonskim strojem.

Općina Drniš ostvarila je 1915. godine priključak na dalekovod 15 kV iz HE Roški slap i vlastitim transformatorom 15/0,4 kV, snage 50 kVA, omogućila javnu elektrifikaciju mjesta. To je prvi primjer u Dalmaciji da se iz ranije izgrađene industrijske hidroelektrane počela koristiti električna energija za javne potrebe.



△ Transformatorska stanica 50/30 kV Lozovac

INDUSTRIJSKE
ELEKTRANE
KAO
IZVORI
JAVNE
OPSKRBE
ELEKTRIČNOM
ENERGIJOM



△ Hidroelektrana Roški slap, 1906.

Neke od prvih hidroelektrana u Dalmaciji, velike u to doba, u početku su bile namijenjene isključivo industrijskom korištenju, da bi se tek kasnije - često znatno kasnije - počele mješovito koristiti i, konačno, uključivati u elektroenergetski sustav, radi usklađenog korištenja s ostalim elektranama u sustavu, i time sudjelovati u javnoj opskrbi električnom energijom sustava u cjelini. Te su veće hidroelektrane:

- HE Jaruga II, snage 2x2 625 kVA, u pogonu od 1904. godine, radi opskrbe tvornice kalcijeva karbida u Crnici kod Šibenika, koja je od 1914. godine potpuno zamjenila HE Jarugu I (iz 1895.), opskrbljujući od tada i grad Šibenik;

- HE Miljacka (Manojlovac), snage 4x5 200 kVA, u pogonu od 1906. godine, radi opskrbe tvornice ferolegura u Crnici kraj Šibenika;

- HE Roški slap, snage 2x500 kVA, u pogonu od 1906. godine, radi opskrbe ugljenokopa u Siveriću i Velušiću. Opskrbljuje i Drniš od 1915. godine;

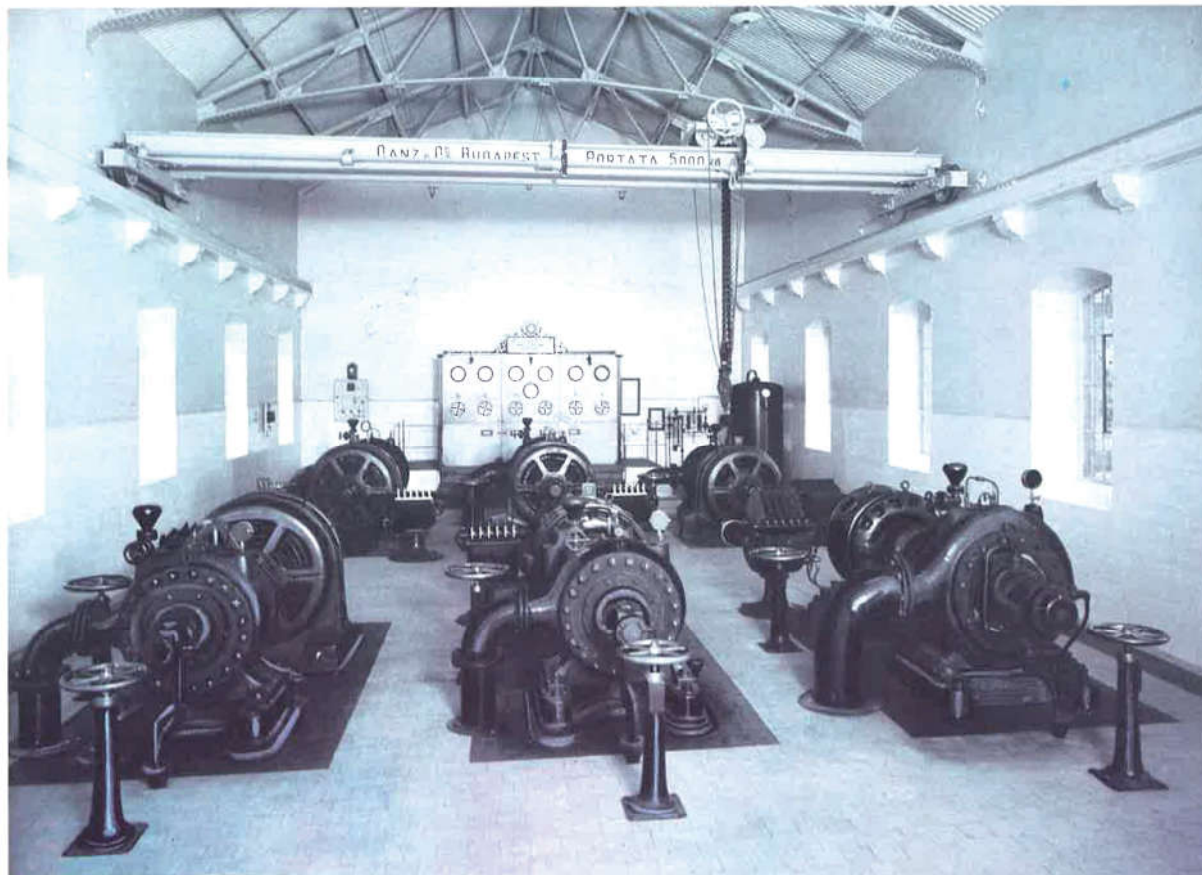
- HE Vrilo (Majdan), snage 2x600 kVA, u pogonu od 1908. godine, za opskrbu tvornice cementa u Solinu. Od 1920. godine korištena je i za javnu elektrifikaciju Splita;

- HE Kraljevac, snage 2x16 000 kVA u prvoj fazi, u pogonu od 1912. godine, za opskrbu tvornice karbida i cijanamida u Dugom Ratu. Tek od 1927. godine sudjeluje u opskrbi Splita.

Šokantna je sudbina HE Jaruga I (HE Krka, iz 1895.), koja je prestala s radom stoga što je njezinu opremu i priključni dalekovod 1914. godine demontirala Austro-Ugarska da bi iskoristila bakar kao vojnostrateški važan materijal.

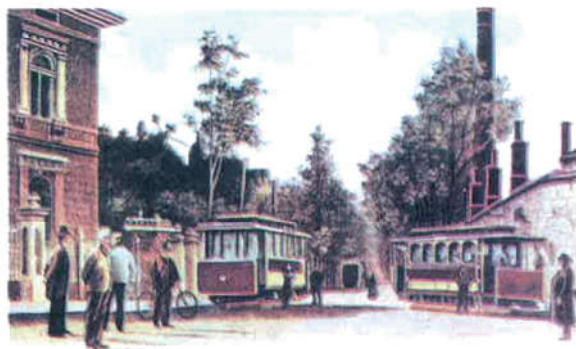
Uključenjem navedenih elektrana u elektroenergetski sustav omogućeno je njihovo ekonomičnije korištenje, a njihovim korisnicima osigurana pouzdanija i ravnomjernija opskrba električnom energijom.

Industrijske su termoelektrane radile u drukčijim okolnostima negoli hidroelektrane izgrađene za potrebe industrije. Locirane u industrijskom krugu, u pravilu su radile u spojenom procesu, radi

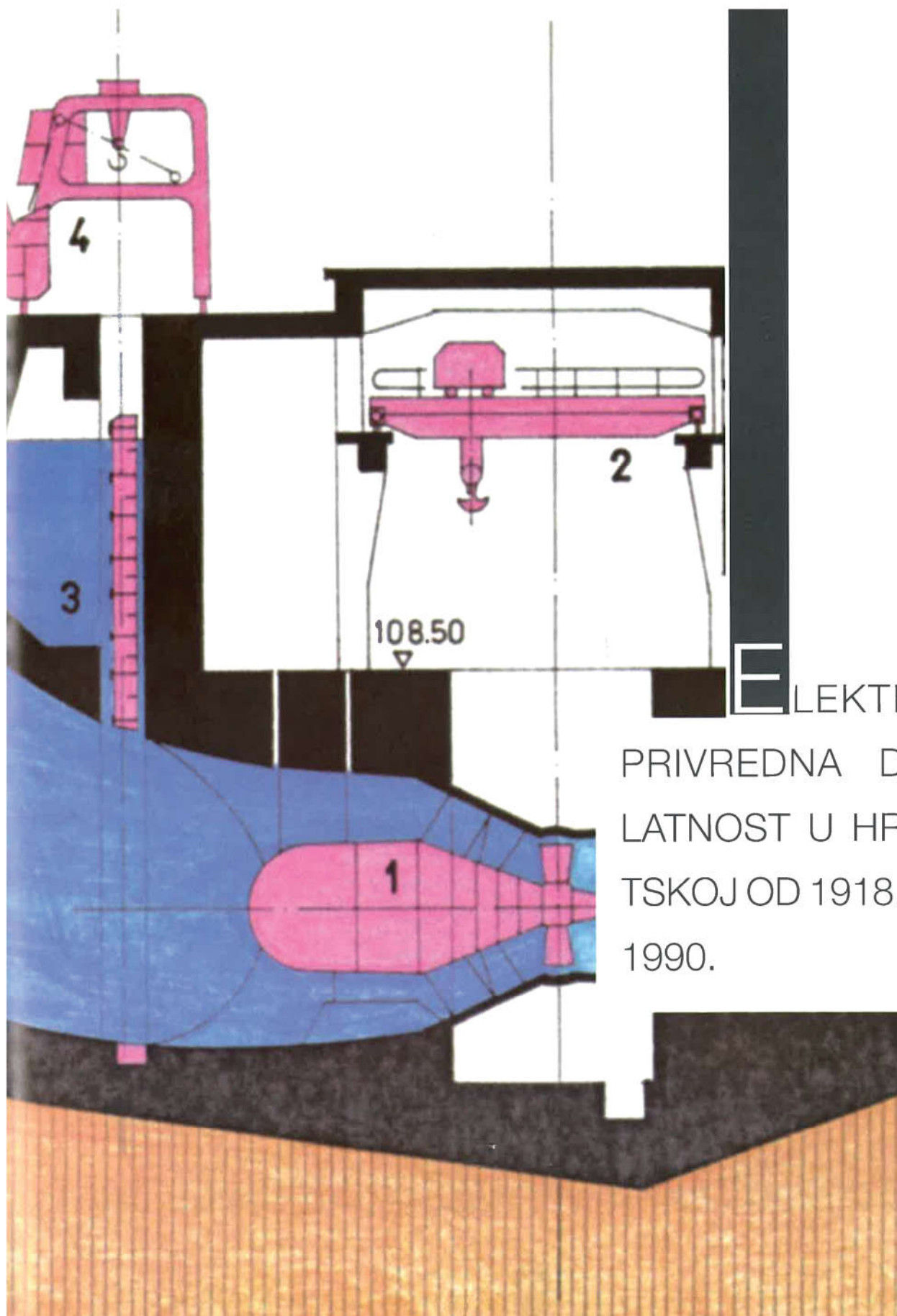


△ Elektromotorne crpke riječkog vodovoda

▽ Električni tramvaj u Puli, 1904.



namirivanja potreba topline u toj industriji, a ponekad su kao gorivo koristile proizvodne otpatke. Stoga takve termoelektrane nisu nikad postale javnim elektranama. Kada je formiran elektroenergetski sustav, uključene su u nj radi pouzdanije opskrbe i plasiranja viškova proizvedene električne energije u elektroenergetski sustav. U razdoblju do Prvog svjetskog rata, a i nakon toga, uspostavljani su čvrsti odnosi između takve industrije i grada, radi trajne isporuke električne energije za javne potrebe. Prvi takvi primjeri su Marchesi&Compani u Vodnjanu, Kudjeljara u Vukovaru, Pivovara u Daruvaru i Centralna mljekara u Belom Manastiru. ■



ELEKTRO-
PRIVREDNA DJE-
LATNOST U HRVA-
TSKOJ OD 1918. DO
1990.

GODINE



△ Izgradnja hidroelektrane

IZGRADNJA
POJEDINAČNIH
ELEKTROENERGETSKIH
SUSTAVA

▽ Polaganje kabela 3 kV u Osijeku, 1926.



Z

avršetkom Prvog svjetskog rata i raspadom Austro-Ugarske Monarhije, teritorij današnje Republike Hrvatske, osim Istre, Rijeke i Zadra, koje su okupirali Talijani, ušao je u sastav nove države - Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca. Kako je Hrvatska u bivšoj carevini bila na periferiji države, gospodarski je zaostala, što se odrazilo i na elektrifikaciju. Podaci o elektranama i elektrifikaciji u ovom razdoblju oskudni su, osobito u pogledu njihove snage. Procjenjuje se da je ukupna instalirana snaga svih elektrana mogla iznositi najviše 65 MW, od čega su hidroelektrane u Dalmaciji imale 53 MW. Većina elektrana, oko 70%, izgrađena je isključivo za potrebe industrije. Oko 9% elektrana je, pored industrijskih, imalo priključene i privatne potrošače. Ostalih 21% služilo je samo javnoj potrošnji, pa ih možemo smatrati javnim elektroprivrednim postrojenjima. One su davale električnu energiju samo uskom području na kojem su bile locirane.

U Dalmaciji, u to vrijeme električnim izvorima najbogatijem dijelu Hrvatske, jedino je HE Jaruga imala priključen javni konzum i opskrbljivala Šibenik.

Koliko su javna elektroprivredna postrojenja bila rijetka, pokazuje podatak da Split 1918. godine još nije imao električnu rasvjetu. Daleko najveći dio proizvedene električne energije u Dalmaciji trošila je elektrokemijska industrija. Dubrovnik je, istina, dobio električnu rasvjetu još 1901. godine, no elektrana je nakon Prvog svjetskog rata bila u toliko lošem stanju da je 1919. nakratko prestala s radom. U kontinentalnoj Hrvatskoj samo su dvije elektrane bile nešto veće snage: termoelektrana u Zagrebu i hidroelektrana Ozalj, koja je davala struju Karlovcu. Broj i vrste elektrana u pojedinim područjima Hrvatske pokazuje tablica 1.

Tablica 1. Broj elektrana u Hrvatskoj prema pogonskim strojevima svršetkom I. svjetskog rata

BROJ PREMA POGONSKIM STROJEVIMA				
PODRUČJE	UKUPNO	TE	HE	DE
Zagreb	45	27	3	15
Rijeka	4	3	1	-
Osijek	18	13	2	3
Split	9	2	5	2
Hrvatska	76	45	11	20

TE termoelektrana DE dizelska elektrana HE hidroelektrana

Središnja je Hrvatska bila područje s najvećim brojem termoelektrana. U Slavoniji je najviše generatora imala drvna industrija. Javna je elektrifikacija bila slabo razvijena, tako da i najveći grad, Osijek, još nije imao električnu rasvjetu. Samo je sedam elektrana u Hrvatskoj imalo snagu generatora veću od 1 000 kVA (tablica 2). Prijenosni vodovi služili su samo za prijenos električne energije iz hidroelektrane do potrošača. Najviši su prijenosni napon imali vodovi 50 kV HE Kraljevac - Dugi Rat i 30 kV HE Miljacka - Tvornica karbida Šibenik. U središnjoj je Hrvatskoj najviši napon, 20 kV, imao prijenosni vod HE Ozalj - Karlovac. Dakako, o nekom povezan-

om elektroenergetskom sustavu tada nije bilo ni govora.

Tablica 2. Veće elektrane u Hrvatskoj 1918. godine

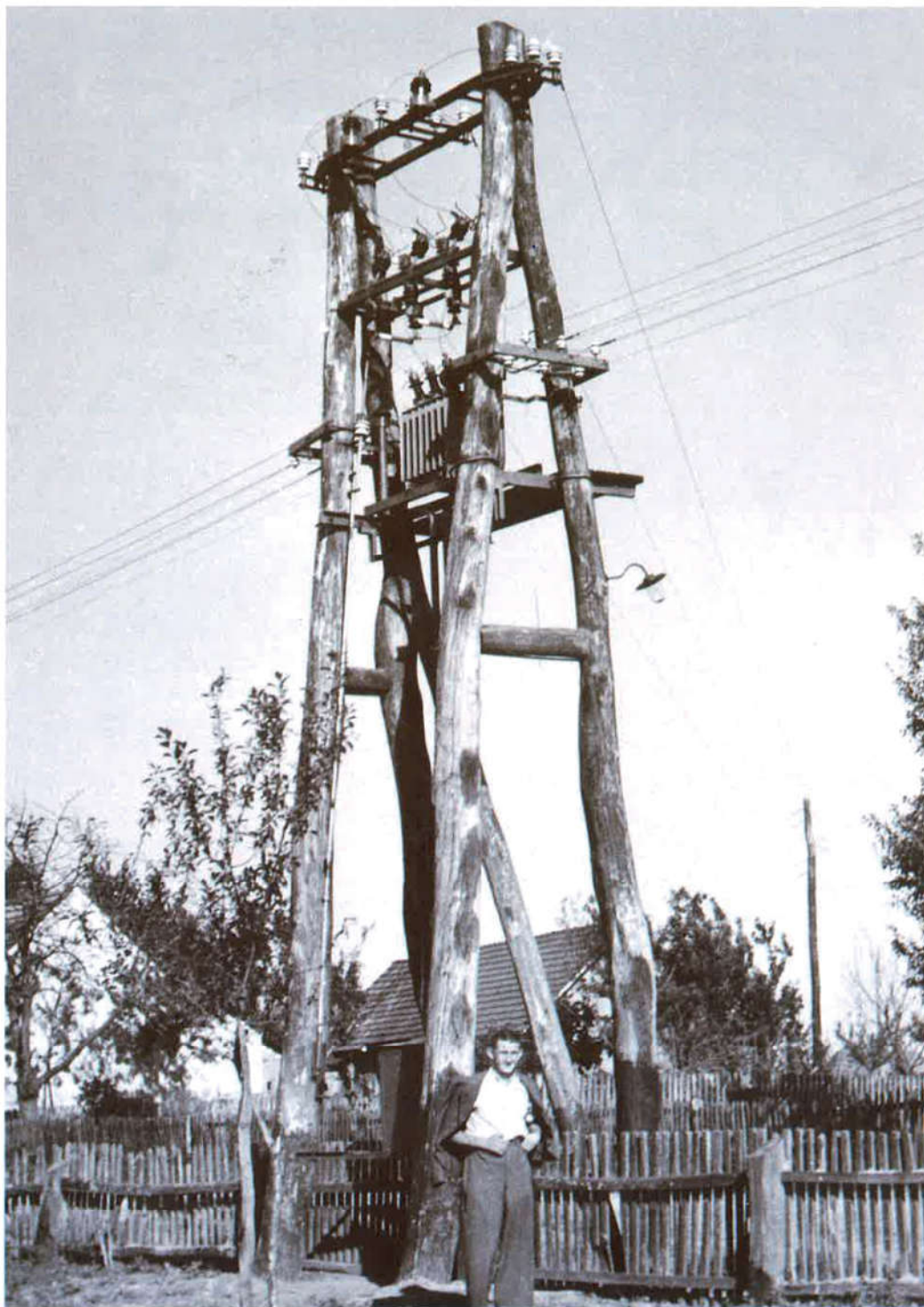
NAZIV ELEKTRANE	VRSTA	INSTALIRANA SNAGA	
		POGONSKI STROJ KS	GENERATOR kVA
Kraljevac	Ind. HE	36 000	32 000
Miljacka	Ind. HE	24 000	20 800
Jaruga	Mj. HE	7 000	5 250
Zagreb GEC	J. TE	6 400	5 980
Karlovac-Ozalj	J. HE	2 700	2 250
Majdan-Split	Ind. HE	1 765	1 310
Roški slap	Ind. HE	1 320	1 000

Ind. - Industrijske elektrane Mj. - Mješovite elektrane

J. - Javne elektrane

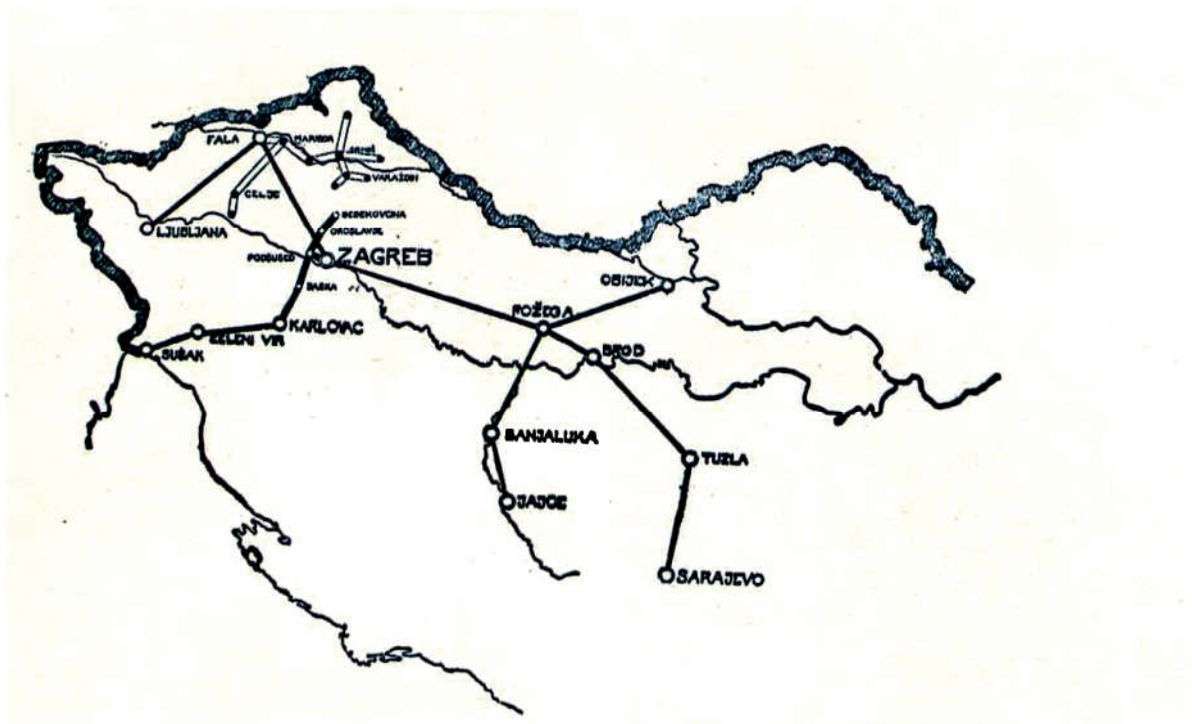
Područja koja su pripala Italiji - Istra, Rijeka i Zadar, također su bila slabo elektrificirana. Osim većih gradova, Pule i Rijeke, tek je nekoliko manjih mjesta imalo opskrbu električnom energijom. Pula je imala u javnoj dizelskoj elektrani instaliranu snagu generatora 640 kW, a Rijeka termoelekttranu na ugljen, instalirane snage 4 600 kVA. U Zadru je radila dizelska elektrana 300 kW. Ova su se područja razvijala odvojeno od ostalog dijela Hrvatske do kraja Drugog svjetskog rata.

Nakon Prvog svjetskog rata nastalo je doba konjunktura, što se odrazilo i na izgradnju elektrana. Nova je država obuhvatila teritorij nekoliko bivših država, sa sedam pravnih područja, no nijedno nije imalo nikakvih zakonskih podloga u svezi s elektrifikacijom i njenim unapređenjem. Već početkom dvadesetih godina sastavljen je u Kraljevini SHS Nacrt zakona o elektrifikaciji, prema kojemu je poslove elektrifikacije isključivo vodila država. S takvim se rješenjem nije složilo Udruženje jugoslavenskih inženjera i arhitekata, koje je predlagalo koncesije, s mogućnošću angažiranja stranog kapitala, odno-



△ stupna transformatorska stanica 10/0,4 kV u vrijeme masovne elektrifikacije Slavonije

▽ Shema elektrifikacijske mreže koju je izradio ing. Visković



sno utakmicu gospodarskih snaga. Svi pokušaji da se u tom smislu nešto učini nisu urodili plodom, tako da zakon nikada nije donesen. Elektroprivredna djelatnost nije bila utemeljena kao gospodarska grana niti je bila državnom brigom. Pitanje elektrifikacije ostalo je regulirano samo jednim člankom Zakona o radnjama iz 1931. godine. Unatoč nesređenoj pravnoj regulativi i izostanku svake državne pomoći, primjena električne energije ipak se širila. Bilo bi logično da je, zbog izdašnih hidroenergetskih izvora, široka elektrifikacija počela u Dalmaciji. To se, nažalost, ipak nije dogodilo. Osim Šibenika, koji je električnu energiju dobio iz HE Jaruga, na rijeci Krki, još 1895. godine, iz hidroelektrana su elektrificirani Drniš, 1915., i Omiš, 1924. Najveći dalmatinski grad, Split, koji je od 1920. godine dobivao struju iz HE Majdan, tek je 1927. priključen na, tada među najvećima u Europi, HE Kraljevac.

U sjevernom dijelu Hrvatske, jezgre za širenje

elektrifikacije stvorene su 1908. godine oko HE Ozalj, kraj Karlovca, te 1922. godine u Gorskom kotaru, puštanjem u pogon HE Zeleni vir. Najveće mogućnosti za elektrifikaciju postojale su oko Zagreba, gdje je od 1907. godine bila najveća termoelektrana u Hrvatskoj. Tadašnje tendencije u elektrifikaciji vrlo dobro ilustrira članak u dnevnom tisku koji je napisao direktor zagrebačke električne centrale, inženjer Visković, o elektrifikaciji zapadnog dijela države. To je bio pokušaj da se potakne široka elektrifikacija u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Autor se priklonio modernoj koncepciji predloživši izgradnju elektroenergetskog sustava koji bi povezoao, za ondašnje prilike, veće elektrane i konzumne centre vodovima visokog napona. Upozorio je da mnoga mjesta bez pravog računa i promišljanja grade, uz veliki trošak, vlastite centrale, iako bi jeftinije bilo da se priključe na neku susjednu elektranu. Takve elektrane zadovoljavale su samo mjesne potrebe, bez

pogleda u širinu i mogućnosti priključka okolnih seoskih područja.

U razdoblju prosperiteta, odnosno do početka tridesetih godina, izgrađen je veći broj novih elektropostrojenja, ali, kako je već naglašeno, bez jedinstvenoga plana. U to vrijeme nije vođena nikakva statistika koja bi pokazala stanje elektrificiranosti. Prvi je pokušaj učinjen 1925. godine kada je Klub strojarских i elektrotehničkih inženjera u Zagrebu izdao popis električnih centrala Kraljevine, a potom je, 1931. godine, i tvrtka Siemens izdala svoj privatni popis javnih elektrana. No, najznačajnija i najpotpunija je statistika električnih centrala Jugoslavije iz 1933. godine, koju je izdao Savez električnih centrala Savske banovine, a obuhvaćala je sve elektrane veće od 15 kW. Ta statistika daje zanimljive i korisne podatke o stanju elektrifikacije u Hrvatskoj početkom tridesetih godina. Po njoj je sastavljena tablica 3, u kojoj su dati broj, snaga i vrsta elektrana u četiri hrvatska područja.

Tablica 3. Broj i snaga elektrana u Hrvatskoj početkom tridesetih godina

PODRUČJE	Ukupno br./kW	HE br./kW	TE br./kW	DE br./kW	UP br./kW
Zagreb	113 / 37 588	7 / 2 836	68 / 30 261	26 / 3 892	12 / 599
Rijeka	19 / 2 355	2 / 1 210	3 / 335	12 / 670	2 / 140
Osijek	40 / 9 123	4 / 287	25 / 7 357	8 / 1 317	3 / 162
Split	24 / 94 162	5 / 86 400	2 / 4 200	16 / 3 522	1 / 40
Hrvatska	196/143228	18/90733	98/42153	62/9401	18/941

Najveće snage u hidroelektranama, kako je već rečeno, imala je Dalmacija, a u termoelektranama središnja Hrvatska, industrijski najrazvijenija. U Hrvatskoj je od ukupno instalirane snage 63% bilo u hidroelektranama, 29% u termoelektranama, a tek 8% u elektranama na pogon dizelskim motorima i motorima na upojni plin. Kontinentalna Hrvatska pokazuje sasvim drugu sliku: u termoelek-

tranama bilo je 77%, u dizelskim elektranama i onima na upojni plin 14%, a u hidroelektranama samo 9% ukupno instalirane snage. Što se pak namjene elektrana tiče, bilo je 58% industrijskih, onih koje služe samo za vlastite potrebe, i 7% mješovitih, onih koje, uz vlastite potrebe, napajaju i javni konzum. Javnih je elektrana, koje napajaju samo široku potrošnju, bilo 35%. Do 1931. godine istosmjerna je struja gotovo potisnuta, no još je uvijek 39% elektrana radilo tim sustavom, ali je njihova ukupna snaga činila samo 4% ukupne instalirane snage elektrana u Hrvatskoj. Prosječna im je snaga bila samo 73 kW.

Prema poslijeratnoj procjeni, na teritoriju današnje Republike Hrvatske, bez Istre i Rijeke, ukupna proizvodnja električne energije mogla je iznositi 300 GWh. Premda je do stvaranja energetskog sustava bilo još daleko, već su se nazirali njegovi obrisi. Oko spomenutih centara elektrifikacije počele su se izgrađivati visokonaponske mreže. U Gorskom kotaru razvijala se od 1922. mreža 5 kV. U Dalmaciji se od 1927. godine, nakon priključenja Splita, na HE Kraljevac priključuje i šira splitska okolica, pa je kaštelanska rivijera 1930. godine dobila vod napona 10 kV do Trogira. Godine 1928. priključen je, vodom 35 kV, Varaždin, a potom, 1932., i Čakovec na postrojenje HE Fala u Sloveniji. Vodovima 10 kV omogućena je elektrifikacija još nekoliko mjesta, ali široka seoska elektrifikacija nije provedena.

Važan korak u elektrifikaciji sjeverozapadne Hrvatske učinjen je 1930. godine, povezivanjem Zagreba i Karlovca vodom 30 kV. Time je formiran, iako skroman, prvi elektroenergetski sustav u Hrvatskoj. Paralelno su vezani zagrebačka elektrana (18 750 kW), hidroelektrana Ozalj (2 690 kW) i dizelski agregat u Karlovcu (720 kW). Za niskih vodostaja Kupe, zagrebačka je termoelektrana davala energiju Karlovcu, a za povoljnog vodostaja, energija bi tekla, uglavnom noću, prema Zagrebu. Time je znatno povećana ekonomičnost rada elektrana i sigurnost opskrbe. Uz navedene prednos-

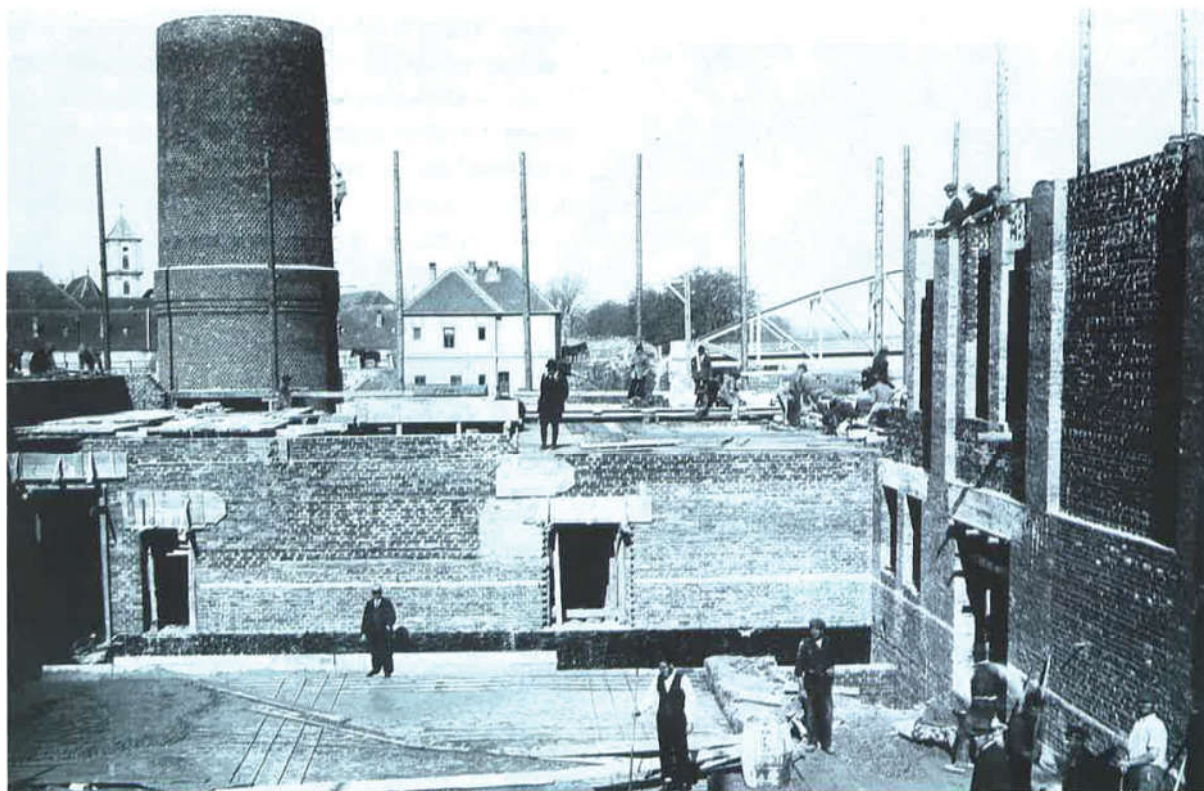
ti, ova je veza bila osnova daljnjeg širenja mreže visokog napona i prodora elektrifikacije u okolna područja. Već prilikom gradnje, u trasi voda ugrađene su dvije transformatorske stanice 30/10 kV, jedna u Kerestincu, druga u Cvetkovcu, kraj Jastrebarskog. To su bile prve pojne točke za elektrifikaciju šire zagrebačke okolice, čime se opskrbno područje zagrebačke električne centrale proširilo izvan gradskih međa. Na te pojne točke, vodovima 10 kV, priključili su se Samobor i Jastrebarsko. Tako se počela razvijati zagrebačka vanjska mreža, a nositelj elektrifikacije tog dijela Hrvatske postala je zagrebačka Gradska električna centrala (GEC). Za poslove kupnje i prodaje električne energije, te za održavanje prijenosne mreže Zagreb - Karlovac osnovano je 1929. godine posebno poduzeće Udružene električne centrale (UEC). Visokonaponska mreža počela se širiti i na karlovačkom području. Godine 1931. povezala se Metlika (Slovenija), vodom 20 kV, s hidroelektranom Ozalj, a tvornica u Dugoj Resi, također vodom 20 kV, s transformatorskom stanicom Ilovac, kraj Karlovca.

U promatranom razdoblju, do početka tridesetih godina, važan događaj u Dalmaciji bio je završetak druge faze izgradnje HE Kraljevac, ugradnjom dvaju hidroagregata s generatorom snage 26 000 kVA. Pa ipak, to povećanje snage, za ondašnje prilike veliko, nije imalo nikakvog utjecaja na širenje javne elektrifikacije. Značajan korak u elektrifikaciji Slavonije učinjen je izgradnjom termoelektrane u Osijeku, koja je 1926. godine, kada je puštena u pogon, imala instaliranu snagu 2 200 kVA, ali sve do 1938. nije proširila svoje opskrbno područje izvan grada.

Kad je početkom tridesetih godina svjetska gospodarska kriza zahvatila i naše krajeve, usporen je i razvoj elektrifikacije. Međutim, unatoč teškoćama, inicijative za daljnji razvoj nisu prestale. Godine 1930. osnovan je Savez električnih centrala Savske banovine sa zadaćom udruživanja električnih centrala radi zajedničkog promicanja električnog gospodarstva te širenja tehničkih i gospo-

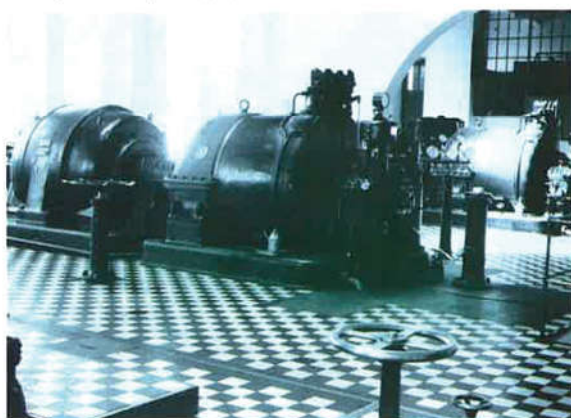
darskih interesa članica. Savez je 1934. godine u Zagrebu organizirao Prvi elektrotehnički kongres, sa specijaliziranom izložbom u okviru Jesenskog zagrebačkog zbora (današnjeg Velesajma). Svrha je kongresa bila da okupljeni predstavnici električnih centrala iz cijele države nađu, vodeći računa o gospodarskim, financijskim i političkim prilikama, najbolji i najbrži put za provedbu planske elektrifikacije zemlje. Tom su se prigodom čule mnoge zanimljivosti koje daju sliku o tadašnjoj elektroenergetici. Značajan pokazatelj industrijalizacije i elektrifikacije neke zemlje je prosječna godišnja proizvodnja električne energije po glavi stanovnika. Ona je 1931. godine za cijelu zemlju iznosila samo 56 kWh, a za Zagreb, jedan od industrijski i kulturno najnaprednijih gradova, 128 kWh. U razdoblju od 1918. do 1931. godine instalirana snaga elektrana povećana je 3 puta, ali je široka elektrifikacija napredovala vrlo sporo. Na tom kongresu, kao i na sličnim skupovima prije i poslije njega, stalna je tema bilo unapređenje elektroprivrede, koja je početkom tridesetih godina čak i nazadovala: u nekim je područjima zabilježen pad proizvodnje električne energije i do 20 %.

Osim poteškoća izazvanih svjetskom gospodarskom krizom, država je 1932. godine, smatrajući električnu energiju luksuzom, nastojala povećati proračun propisujući trošarinu od 70 para po kWh. To je u prosjeku iznosilo 10% do 20% cijene električne energije za kućanstvo, a do 50% i više za motore i velike potrošače. U različitim dodatnim nametima na električnu energiju nisu zaostajale ni banovine, a ni općine. Osim toga, određena je osjetna državna pristojba na baždarenje električnih brojlara, a poteškoće su nastale i u dobavi elektromaterijala iz inozemstva, zbog ukidanja carinskih povlastica. Osobito su visokom trošarinom bile opterećene žarulje. Trošarina je, osim toga, otežavala uvođenje modernog tarifnog sustava, koji bi stimulirao potrošače. Industrija je, pak, zbog trošarine počela prelaziti s električnog na mehanički pogon, koji nije bio opterećen tim troškovima. Veli-

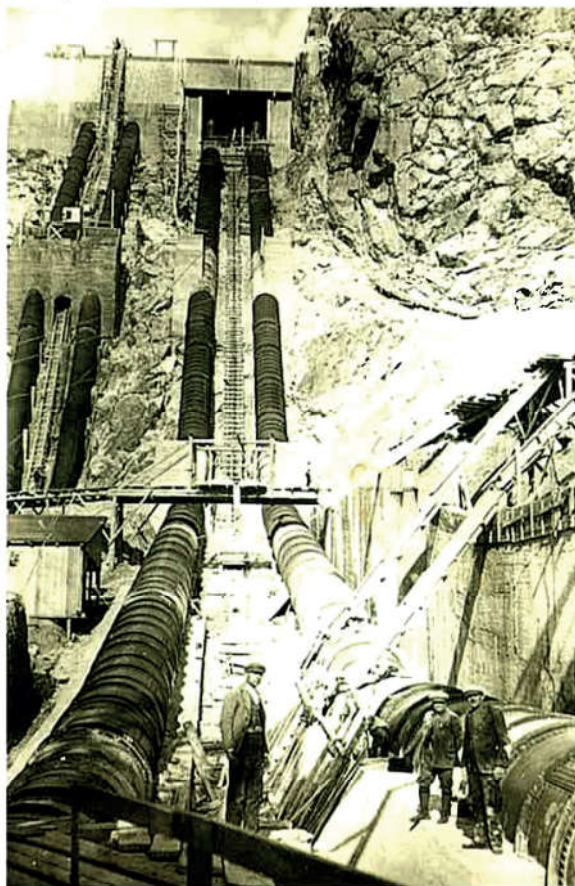


△ Izgradnja strojarnice Munjare Osijek

▽ Strojarnica Munjare Osijek, 1926.



▽ ▢- Izgradnja hidroelektrane Kraljevac

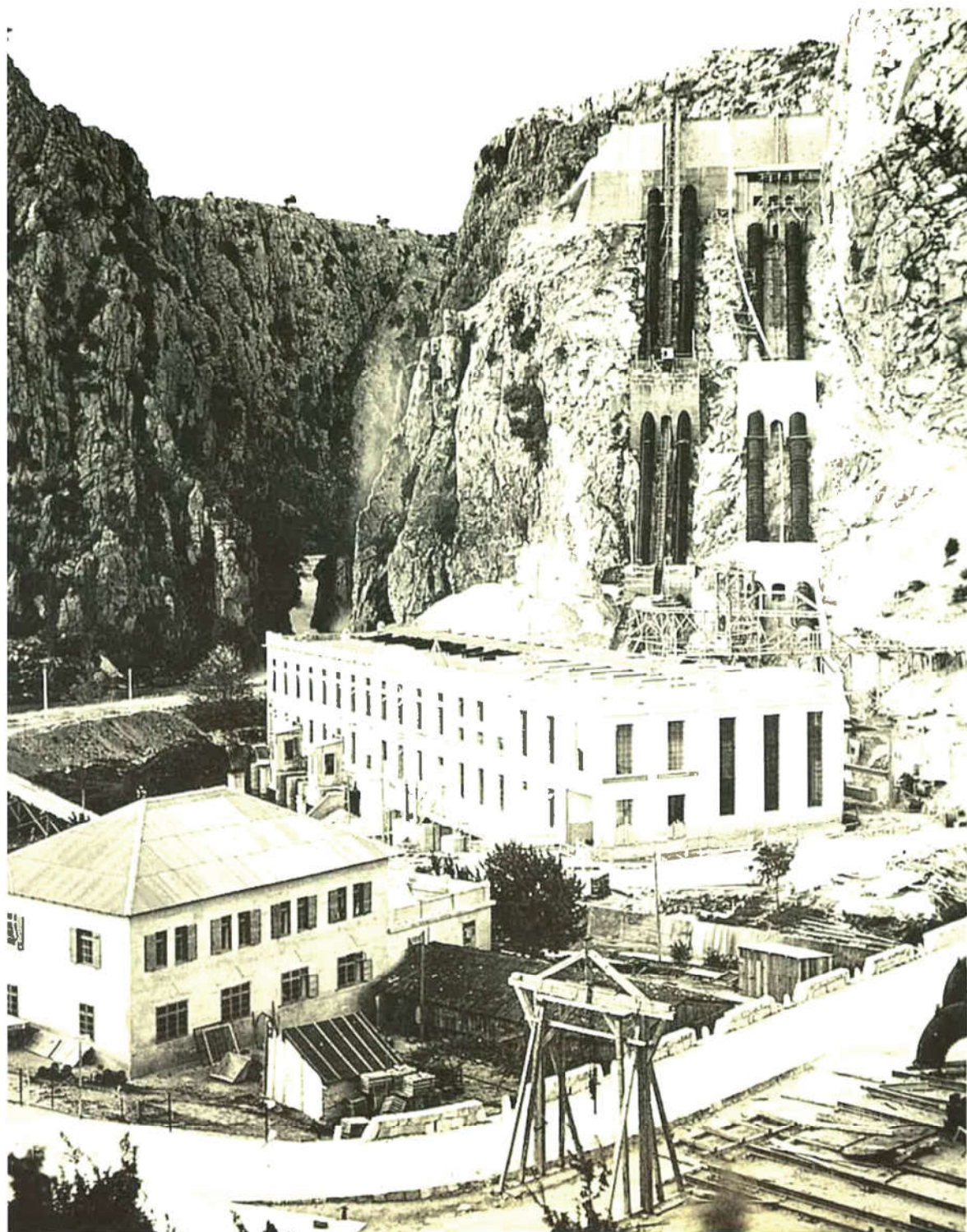


ka zapreka intenzivnoj elektrifikaciji bio je i nedostatak kapitala u zemlji: ako je i postojao, financijeri su nerado ulagali u elektroprivredu. Niska potrošnja električne energije, zbog nerazvijene industrije i malog potrošačkog područja, nije davala uloženom kapitalu dovoljno izgleda za rentabilno poslovanje. Elektrifikacija sela činila se osobito nepovoljnom, pa je njena rentabilnost i svrhovitost bila stalnom temom rasprava sve do početka rata. Među stručnjacima je vladalo mišljenje da bi se elektrifikacijom željeznice mogao stvoriti temelj za širu elektrifikaciju zemlje. No, ona za vrijeme postojanja Kraljevine nije ni započeta. Država nije davala nikakvu pomoć već je, naprotiv, 1934. godine stanje otežala uvođenjem nove pristojbe na novogradnje

u elektroprivredi. Vlasnici elektropostrojenja su, pak, nastojali povećati rentabilnost povećanjem konzuma. Godišnje iskorištenje zagrebačke termoelektrane iznosilo je tada 2 500, dok je državni prosjek za javne elektrane iznosio 1 270 sati. Godine 1935. dvosobni je stan u Zagrebu mjesečno trošio prosječno 5 kWh, što je tražilo stimulativniji tarifni sustav. Na zakonskoj regulativi na području elektroprivrede i dalje nije učinjeno ništa, osim što je 1937. godine Ministarstvo građevina zakonom reguliralo pitanje odobrenja i eksproprijacije prigodom podizanja električnih vodova.

Unatoč svim poteškoćama i zaprekama široka se elektrifikacija u Hrvatskoj, iako sporo, ipak razvijala, osobito od sredine tridesetih godina. Zagrebačka se vanjska mreža polako širila. Do godine 1935. elektrificirana su mjesta ispod Medvednice i sam vrh Sljeme. Širenje opskrbnog područja istočno od Zagreba počelo je 1934. godine, izgradnjom voda 30 kV do Božjakovine, gdje je podignuta transformatorska stanica 30/10 kV. Dalekovod 30 kV produžen je 1938. godine od Božjakovine do Križevaca, otkuda je, vodom 10 kV, elektrificiran Bjelovar, koji do tada nije imao električnu rasvjetu. U drugim područjima u Hrvatskoj u ovom razdoblju nije bilo značajnih pomaka na polju elektrifikacije. Treba ipak spomenuti da je 1938. godine osječka elektrana, vodom 15 kV, počela širu elektrifikaciju Baranje i, uz to, visokim naponom priključila nekoliko većih industrijskih poduzeća izvan užeg gradskog područja. Kako je potreba za električnom energijom sve više rasla, uvidalo se da napredak nije moguć bez dovoljnih količina električne energije, dostupne svim građanima po povoljnoj cijeni. No, sva nastojanja za planskom elektrifikacijom na širokoj osnovi ostala su bezuspješna, premda je bilo nekih regionalnih pomaka.

Nakon osnivanja Banovinskog električnog poduzeća (BEP) u Zagrebu 1937. godine, elektrifikacija je dobila veći poticaj. Poduzeće je u početku imalo djelokrug na području Savske banovine, a osnutkom Banovine Hrvatske proširilo je djelat-



nost na čitav njezin teritorij. Banovina je Hrvatska namjeravala, u svrhu javne opskrbe, sama preuzeti proizvodnju, prijenos i razdiobu električne energije na svom području, te elektrifikaciju povjeriti onome koji može najbolje ocijeniti pojedine čimbenike odlučne za plansko električno gospodarstvo. Dotad nije postojao čimbenik koji bi provodio, odnosno mogao provoditi, plansku elektrifikaciju većih razmjera. Pojedina su pitanja električnog gospodarstva rješavana parcijalno, za više-manje usko područje koje gravitira postojećoj gradskoj ili općinskoj elektrani. Osnivanje BEP-a, sa zadaćom planske elektrifikacije čitave Hrvatske, stvarni je začetak elektroprivrede kao jedinstvene organizacije, koja je svoju ulogu mogla u potpunosti ostvariti samo djelovanjem na čitavom teritoriju Hrvatske.

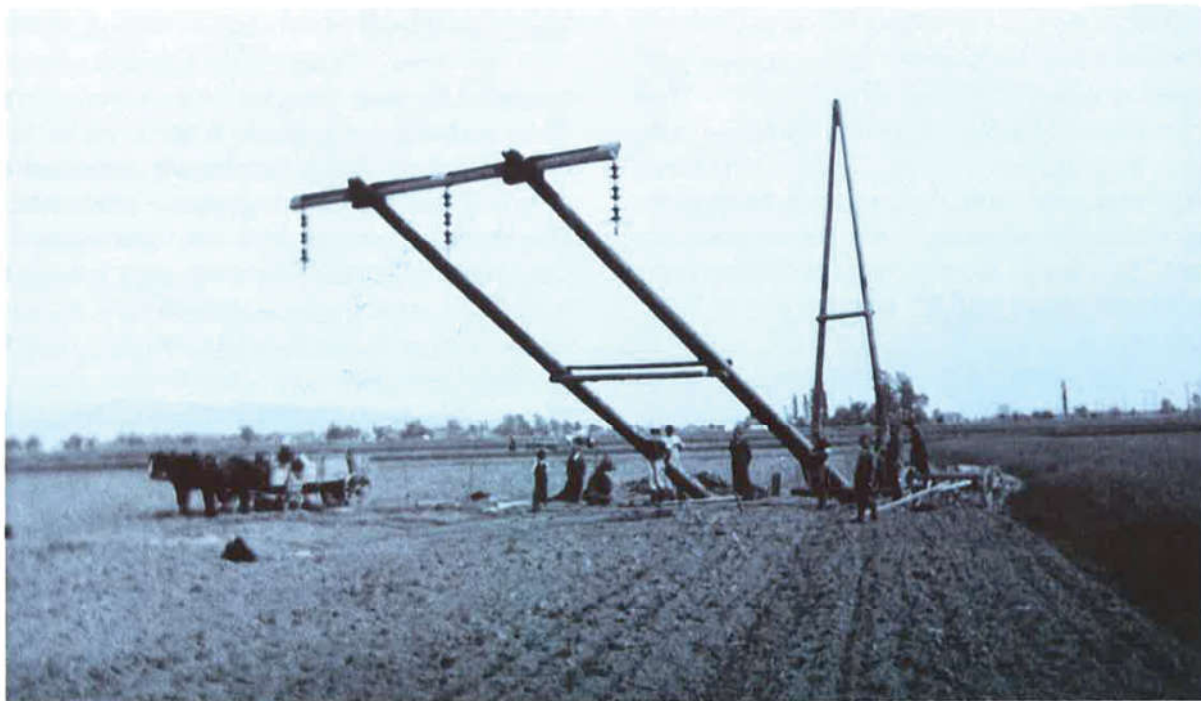
Premda Istra i Rijeka u tom razdoblju nisu bile u sastavu Hrvatske, o elektrifikaciji tog područja pod Italijom ipak treba nešto reći. Prvih godina nakon Prvog svjetskog rata elektrifikacija Istre zasnivala se na malim mjesnim elektranama, bez bitnih promjena u odnosu na prijeratno razdoblje. Šira se elektrifikacija počela provoditi od 1924. godine, kada je dvostruki dalekovod 50 kV postavljen iz transformatorske stanice 132/50 kV Općine, kraj Trsta, do Pule. U trasi voda ugrađene su dvije transformatorske stanice 50/10 kV, u Karojbi i San Vincentu. Taj je vod, vezan na talijanski elektroenergetski sustav, s frekvencijom 42 Hz, bio temelj elektrifikacije Istre. S njega se napajala distribucijska 10 kV mreža za široku elektrifikaciju. Zapadni primorski dio Istre elektrificiran je jednostrukim vodom 27 kV iz Općina, također s transformacijom 10 kV. Krakom voda 50 kV iz San Vincenta bio je priključen raški ugljeni revir. Tijekom rata, kada je dovršena transformatorska stanica 132/50 kV u Matuljima, kraj Rijeke, istarska je visokonaponska mreža dobila novu pojuu točku. Izgradnjom voda 50 kV od Matulja do Labina zatvoren je istarski prsten 50 kV. Na transformatorsku stanicu Matulji priključena je tada, vodom 50 kV, i riječka opskrbna mreža, koja je od 1931. godine napajala i cijelu

kvarnersku rivijeru, a povremeno i Sušak.

Od 1938. godine, kada su započeli prvi terenski radovi u organizaciji Banovinskog električnog poduzeća, a pogotovo od 1939., nakon osnutka Banovine Hrvatske, BEP počinje elektrifikacijske radove u cijeloj Banovini i preuzima elektrifikaciju isključivo u svoje ruke. Govoriti o elektrifikaciji u Hrvatskoj od 1938. do 1945. godine znači govoriti o radovima BEP-a, odnosno DEP-a (Državnog električnog poduzeća), kako se zvalo u Nezavisnoj Državi Hrvatskoj. Glavna je zadaća Banovinskog električnog poduzeća bila provedba elektrifikacije, izgradnjom elektroenergetskih izvora s jedne, te stvaranje konzumnih područja elektrifikacijom seoskih općina, s druge strane. BEP se odmah nakon osnutka posvetio rješavanju aktualnih elektrifikacijskih problema, pa nije bilo vremena za proučavanje općih pitanja niti za izradu općeg plana elektrifikacije.

Najvažniji aktualni problem bila je svakako opskrba Zagreba. Razmatrana je mogućnost korištenja vodnih snaga rijeka Like i Gacke. Ubrzo se uvidjelo da za realizaciju takvog projekta nema ni novca ni vremena. Prihvaćeno je jednostavnije i lakše rješenje - korištenje vodotoka Ličanke i Lokvarke u hidroelektrani Vinodol. Odmah su započeli projektni radovi, pa je generalni plan bio završen sredinom 1939. godine. Istodobno je u Švicarskoj naručen glavni dio elektrostrojarske opreme: 4 Peltonove turbine, 18 000 KS, 2 generatora 32,5 MVA, 2 transformatora 35 MVA i tlačni cjevovod. Krajem 1940. godine, počeli su terenski radovi, koji su, zbog rata, sredinom 1943. prekinuti. Istodobno kad i izgradnja HE Vinodol, počeli su pripremni radovi i trasiranje prijenosnog voda 110 kV, koji će spajati hidroelektranu s razdjelnom i transformatorskom stanicom u Sv. Klari, kraj Zagreba. Trasa je bila duga 150 km, a s dva sustava vodiča bi se prenosilo 60 000 kVA, uz faktor snage 0,8. Predviđeno je da se, osim Zagreba i šire okolice, napaja i okolica Vrbovskog i Karlovca, iz dviju transformatorskih stanica, izgrađenih u trasi voda. Radovi su, nažalost,

▽ Izgradnja voda 110 kV Zagreb - Brestanica, 1943.



prekinuti u proljeće 1941. godine, tako da je potpuno izgrađeno samo 5 km voda. Kad je postalo očito da ne postoji realna mogućnost za dovršetak HE Vinodol, učinjena su još dva pokušaja izgradnje većeg izvora električne energije. Za termoelekttranu na nalazištima lignita u Oriovcu, kraj Nove Gradiške, u Njemačkoj su naručena tri agregata 15 MVA, s kotlovima 60 t/h i pripadno rasklopno postrojenje s transformatorima. Uskoro se pokazalo da od te isporuke neće biti ništa. Nakon propasti projekta TE Oriovac, ponovno je, 1943. godine, prihvaćena zamisao o izgradnji termoelekttrane na zagorskim ugljenokopima u blizini Konjščine. Plaćena oprema za HE Vinodol zamijenjena je za opremu te termoelekttrane. Počelo se s ispitivanjem terena oko sela Turnišća, no točna lokacija nije bila određena do kraja rata. Premda na terenu nije učinjeno ništa, oprema, plaćena i spremna za ugradnju, bila je dragocjena u poslijeratnoj izgradnji.

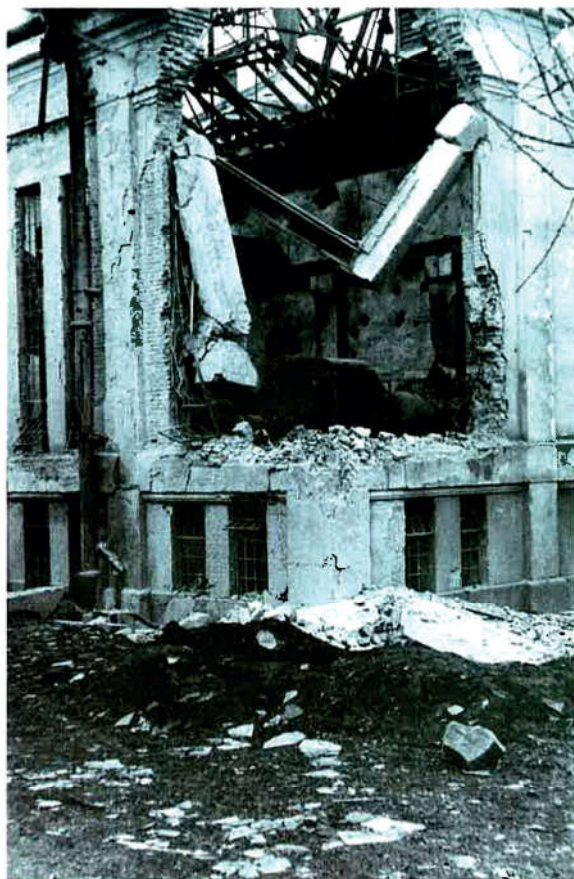
Za vrijeme Drugog svjetskog rata elektroen-

ergetske su prilike, zbog teškoća u dobavi goriva, bile osobito nepovoljne u Zagrebu. Kako je upravo u Brestanici, u Sloveniji, 1942. godine puštena u pogon termoelekttrana s jednim agregatom 15 MVA, DEP je s njom sklopio ugovor o isporuci energije Zagrebu. Izgrađen je vod 110 kV, dužine 40 km, na drvenim stupovima, koji je ujesen 1943. godine stavljen pod napon 30 kV. Ova je veza predstavljala veliku pomoć Zagrebu, te je tijekom 1944. godine prenijela oko 40% njegove godišnje potrebe za električnom energijom.

BEP, odnosno DEP, je mnogo više učinio na polju široke elektrifikacije negoli na osiguranju novih energetske izvora. Kako, u nedostatku vremena i zbog početka rata, nije mogao izgraditi vlastite izvore električne energije, svoja je elektrificirana područja vezao za postojeće elektrane. Prvo mjesto koje je elektrificirano 1939. godine bio je Križ, koji je postao središtem elektrifikacije Moslavine. Čitava moslavačka visokonaponska mreža bila je priključe-

na, vodom 30 kV (u početku 10 kV), na transformatorsku stanicu zagrebačke Gradske električne centrale (GEC) u Božjakovini. Vod je završio na transformatorskoj stanici 10/6 kV Križ, a potom je produžen do Novske, koja je priključena 1943. godine. Za ovaj osnovni prijenosni vod vezana je vrlo razgranata mreža 6 kV, na koju je do kraja rata priključeno oko 90 naselja sa 70 transformatorskih stanica. Zapadno od Zagreba, visokonaponska mreža 10 kV, priključena na GEC, produžena je do Savačkog Marofa.

Postupno su radovi na elektrifikaciji počinjali i u drugim dijelovima Hrvatske. Terenski radovi na elektrifikaciji Međimurja, započeti 1939. godine, prekinuti su zbog rata i mađarske okupacije. U Hr-



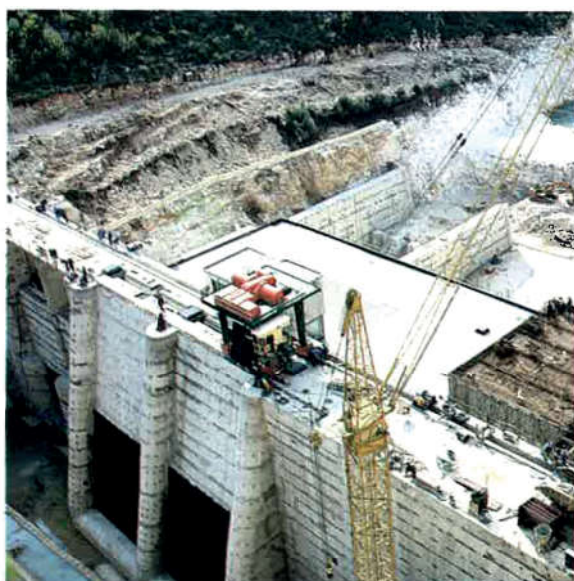
△ Ratna razaranja osječke elektrane, 1944.

vatskom zagorju prvo su 1940. godine elektrificirani Oroszlavlje i Donja Stubica i privremeno priključeni na elektranu tvornice tekstila u Oroszlavlju. Godine 1941. DEP je proširio postojeću mrežu vodova 35 kV poduzeća HE Fala, čija je postrojenja otkupio na čitavom teritoriju NDH. Izgrađena je dionica voda 30(35) kV Lepoglava - Oroszlavlje, vod Varaždin - Novi Marof i odcjep Mirkovec - Bedekovčina. Dva posljednja voda stavljena su privremeno pod napon 6 kV. Spomenuti vodovi 30(35) kV, s pripadnim transformatorskim stanicama, trebali su služiti kao središte za priključak razdjelnih 6 kV vodova. Do kraja rata, u Hrvatskom je zagorju priključeno oko 40 naselja i 20 industrijskih pogona, poglavito rudnika ugljena. Svojim zahvatima BEP je proširio mrežu visokog napona i oko Karlovca i priključio je na elektropostrojenja Karlovačke munjare. Oko Krašića elektrificirano je 7 naselja i mlin, a oko Duge Rese 17 naselja.

Aktivnost BEP-a u Gorskom kotaru počela je 1939. godine, kad je preuzeta mjesna mreža u Fužinama, koja je struju dobivala iz pilane. Daljnjim širenjem električne mreže i porastom opterećenja, poglavito zbog gradilišta HE Vinodol, čitavo je područje priključeno na vlastite elektroenergetske izvore. Godine 1940. počela je izgradnja visokonaponskih i mjesnih mreža u Hrvatskom primorju, na širem crikveničkom i novljanskom području. Zbog ratnih je okolnosti 1943. godine prestala svaka terenska djelatnost. Do tada su ukupno elektrificirana 23 naselja, sa 16 transformatorskih stanica i 5 transformatorskih stanica za gradilište HE Vinodol. Za opskrbu ove goransko-primorske mreže, BEP je izgradio elektrane u Drveniku (145 KS) i Fužinama (400 KS) i priključio elektranu u Crikvenici (236 KS), koju je otkupio. DEP je 1942. godine otkupio i sva postrojenja elektrane Zeleni vir (1 185 KS) i, preko transformatorske stanice 5/6 kV, izgrađene 1944. u Kupjaku, povezao je s primorskom mrežom. Zapadno od Osijeka DEP je izgradio svoju mrežu 6 kV, koja je dobivala električnu energiju iz osječke elektrane. Priključeno je mjesto Čepin i tri

privatne transformatorske stanice. U Donjem Mi-holjcu započeo je elektrifikaciju 1940. godine, ali je već 1944. sve preuzela općina.

Sredinom 1940. godine osnovana je Tehnička uprava u Splitu, sa zadaćom planske elektrifikacije srednje Dalmacije i otoka. Tada su počeli terenski radovi na gradnji voda 15 kV na Braču i mjesne mreže na Visu. DEP je na Braču planirao izgraditi mrežu 15 kV, koja bi podmorskim kablom bila vezana za elektropostrojenja tvornice ferolegura u Dugom Ratu i tim se putem napajala iz HE Kraljevac. Do početka 1942. godine dovršeno je samo 12 km voda, jer su zbog ratnih okolnosti radovi prekinuti. DEP je javnu elektrifikaciju u Dalmaciji pokušao pomaknuti s mrtve točke, budući da je između dva svjetska rata stagnirala: kao i u ostalim dijelovima Hrvatske, gradile su se male elektrane, isključivo za mjesne potrebe. Tijekom Drugog svjetskog rata, što zbog oštećenja dalekovoda, što zbog oštećenja samih postrojenja, hidroelektrane Kraljevac i Miljacka nisu radile. Povezivanje najizdašnijih dalmatinskih hidroelektrana u zajednički elektroenergetski sustav obavljeno je tek nakon rata. Sa zadaćom provedbe planske elektrifikacije 1945. godine osnovano je Električno poduzeće Hrvatske (ELPOH), koje je preuzelo sva električna postrojenja unutar granica tadašnje Socijalističke Republike Hrvatske.



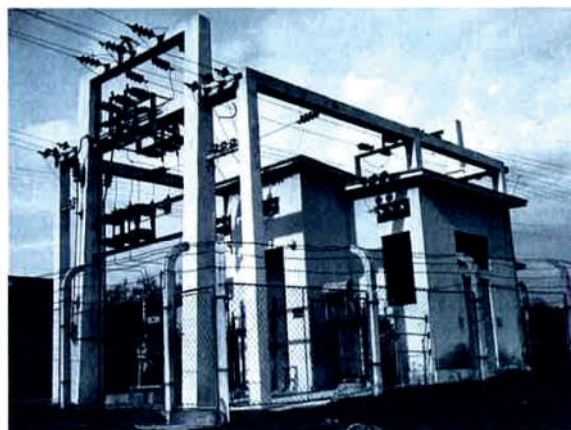
△ Izgradnja hidroelektrane Đare

UTEMELJENJE DANAŠNJEG ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Kada se razmatra razvoj elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj nakon Drugog svjetskog rata, treba imati na umu dvije činjenice. Prvo, taj se razvoj odvijao u uvjetima socijalističkog društvenog uređenja. Drugo, hrvatska je elektroprivreda djelovala u okviru tadašnje jugoslavenske elektroprivrede, s manje ili više slobode u razvoju, ovisno o pojedinom vremenskom razdoblju.

RAZDOBLJE OD 1945. DO 1965. GODINE

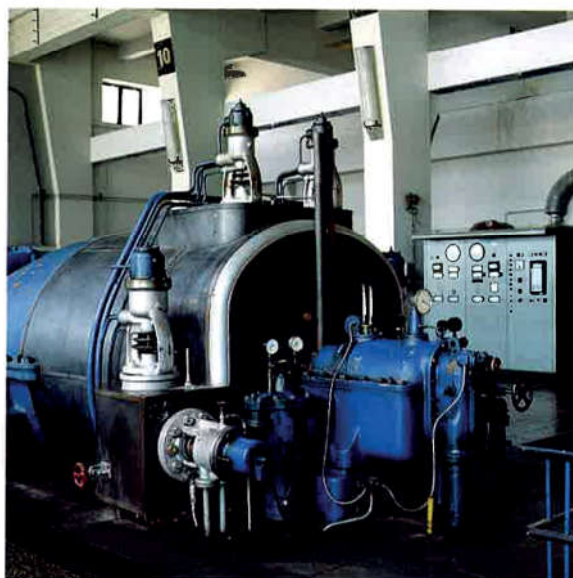
Nakon rata u Hrvatskoj nije postojao elektroenergetski sustav nego izolirani manji termoeenergetski i hidroenergetski izvori s lokalnim konzumom. Samo su se na području Dalmacije, Zagreba i Rijeke mogli nazrijeti začeci elektroenergetskog sustava. Ukupna instalirana snaga elektrana iznosila je 178 MW a godišnja potrošnja 1945. godine 224 GWh. Budući da su mnogi agregati stradali u ratu, tek je



▷ Transformatorska stanica 30 (35)/10 kV

njihovom obnovom potrošnja u 1948. godini dosegla predratnu razinu od 543 GWh. Nakon rata bilo je samo 13 % elektrificiranih naselja, dok je elektrificiranih kućanstava bilo oko 26%. To je, inače, doba središnjeg planiranja i općih investicijskih fondova, koje je trajalo do 1965. godine, bez obzira na Zakon o radničkom samoupravljanju iz 1950.

17 Strojarnica termoelektrane Jertovec



Opću klimu, koja se bitno odrazila na elektroprivredu u tom razdoblju, najbolje prikazuje krilatica "Elektrifikacija plus industrijalizacija jednako socijalizam". Slične su parole preplavile ulice i trgove. Nažalost, želje i iskreni naponi stručnjaka za djelotvornijom provedbom elektrifikacije bili su usporavani kontinuiranim reorganizacijama, promjenama u uvjetima privređivanja i nerazumljivim odlukama vlasti na saveznoj i republičkim razinama. Naime, želimo li naglasiti osnovne momente u razvoju hrvatske elektroprivrede u promatranom razdoblju, moglo bi se to učiniti na sljedeći način: elektroprivreda i njeni glavni poslovni partneri - Institut za elektroprivredu, Dalekovod, Elektroprojekt, Končar i još poneki dosegili su visoku razinu stručnosti i bili u stanju rješavati vrlo kompleksne zadatke planiranja, izgradnje, pogona i održavanja elektroenergetskog sustava; odluke bitne za život elektroprivrede donošene su izvan elektroprivrede; direktori u elektroprivredi bili su više predstavnici vlade negoli privrednici, a neriješeni gospodarski položaj elektroprivrede i stalne promjene značili su gubitak energije, vremena i novca. Pozitivnu ulogu u razvoju elektrifikacije, koji je, unatoč svemu, bio eksplozivan, odigrale su dvije

činjenice: visokoškolske i srednjoškolske ustanove su davale vrlo dobre stručnjake svih profila potrebnih za uspješno djelovanje elektroprivrede, a s druge strane, uvjeti rada u elektroprivredi bili su relativno stimulativni, pa nije bilo kadrovskih problema.

U poslijeratnom razdoblju, do 1950. godine, osim širenja distribucijske mreže, značajno je puštanje u pogon prve transformatorske stanice 110/30 kV Sv. Klara i dalekovoda Sv. Klara - TE Brestanica. Tada je došlo i do formiranja prvih proizvodno-prijenosnih i distribucijskih poduzeća. Godine 1950. instalirana snaga elektrana iznosila je 188 MW a potrošnja je dosegla 666 GWh. Elektrificiranih je naselja bilo 21% a kućanstava 32%.

U razdoblju između 1950. i 1955. godine započeo je eksplozivan rast potrošnje, djelomično i kao posljedica neekonomске cijene električne energije. Zahtjevi za energijom tražili su nove energetske izvore. Dugo nakon ideje, još od prije Prvog svjetskog rata, da se gorski potoci dinarskoga krša u području nepropusnih paleozojskih naslaga Lokvarskog i Fužinskog kraja zahvate u akumulaciju, te odluke i projekta Banovinskog električnog poduzeća iz 1939. godine o korištenju vodnih snaga Ličanke i Lokvarke, tek je 1952. dovršena energetska vrijedna HE Vinodol, snage 76 MW. Iste je godine, na lijevom boku stare brane HE Ozalj na Kupi, puštena u pogon HE Ozalj II, snage 2.2 MW. Uz to je, izgradnjom dalekovoda Kraljevac - Mostar, ostvarena prva veza s elektroenergetskim sustavom Bosne i Hercegovine. Osobito značajan događaj u tom razdoblju bilo je stvaranje prvog elektroenergetskog sustava koji je uključivao Sloveniju i zapadnu Hrvatsku. To je omogućeno izgradnjom dalekovodne veze 110 kV Sežana - Matulji - Vinodol - Rakitje - Nedeljanec - Maribor. Stječu se prva iskustva u pogonu i vođenju elektroenergetskog sustava, sa sve naglašenijim značajem dispečerske službe. U nemogućnosti da slijedi rast konzuma, elektroprivreda je pristupila prvim redukcijama električne energije, koje su u 1953. godini dosegle 3,2% ukupne potrošnje.



△ Rashladni tornjevi termoelektrane Jertovec



△ Elektrotoplana Zagreb

Godine 1954. ostvarena je zamisao iz 1943. da se na zagorskim ugljenokopima izgradi termoelektrana: potekli su prvi kilovatsati iz TE Jertovec, snage 39,8 MW, u to vrijeme naše najveće i najmodernije termoelektrane. Na kraju ovog razdoblja konzum je dosegao 1076 GWh a instalirana snaga elektrana 327 MW. Elektrificiranih naselja bilo je 36% a kućanstava 46%. U tom je razdoblju, sve do 1958. godine, konzum rastao s godišnjom stopom od 9,6%. Osobito brzo rasla je potrošnja u kućanstvima, koja je dosegla godišnju stopu veću od 31%. Takav rast konzuma, uz odgovarajući rast distribucijskih mreža, bio je omogućen samoorganiziranjem sela i naselja, koja su formirala odbore za elektrifikaciju, koji su brinuli za projektiranje, izgradnju i financiranje seoskih mreža, uz stručnu potporu distribucijskih poduzeća. Nažalost, prve su mreže građene za vrlo niska opterećenja, od 50 do 150 W po kućanstvu, što je poslije izazvalo znatne probleme u pogonu i potrebu rekonstrukcija. Kao kuriozitet iz tog doba, spominjemo da su drveni stupovi, koji su korišteni za elektrifikaciju, bili toliko sirovi da su ponekad u proljeće znali prolistati. Impregniranih je stupova u to vrijeme bilo vrlo malo.

U razdoblju između 1955. i 1960. godine tendencija rasta konzuma nastavila se a manjak električne energije, osobito u zapadnoj Hrvatskoj, izazivao je učestale redukcije. Nedostatak energetskih izvora donekle je ublažen u Dalmaciji 1956. godine puštanjem u pogon obnovljene HE Miljacka. Zbog znatnih viškova električne energije u elektroprivredi BiH, odlučeno je da se izgradi dvostruki dalekovod 110 kV Zagreb - Jajce. Taj je dalekovod pušten u pogon 1957. godine. Te je godine proradila i CHE Fužine, snage 3,8 MW, smještena u sustavu HE Vinodol, na tunelu koji povezuje akumulacije Lokvarka i Bajer. Tijekom 1956. i 1957. godine, izgradnjom dalekovoda Doboj - Slavonski Brod - Osijek i transformatorskih stanica 110 kV Slavonski Brod i Osijek, Slavonija se povezala s mrežom BiH. U prosincu 1957. godine ostvaren je prvi paralelni rad cjelokupnog tadašnjeg jugoslavenskog elektroen-

ergetskog sustava. Time je prvi put, premda preko mreže BiH, ostvarena povezanost hrvatskog elektroenergetskog sustava. Za ovo je razdoblje karakterističan intenzivan razvoj prijenosne 110 kV i distribucijske mreže. Značajan objekt, pušten u pogon 1958. godine, je dalekovod Nedeljanec - Söjtör, s proširenjem TS Nedeljanec, uključujući transformaciju 120/110 kV. To je bila prva međunarodna veza hrvatskog elektroenergetskog sustava. Ta je značajna investicija, koja je tražila veće zahvate na području zaštite, mjerenja i telekomunikacija, bila realizirana tijekom četiri zimska mjeseca, na prijelazu iz 1957. u 1958. godinu.

Intenzivna izgradnja hidroelektrana u drugoj polovici pedesetih godina smanjila je manjak energetskih izvora u Hrvatskoj. Ponornice Gojačka Dobra i Ogulinska Mrežnica, nakon poniranja na ogulinsko-oštarijskoj krškoj zaravni, izviru kao stalni vodotoci - Gojačka Dobra i Zvečajska Mrežnica. Na kratkom podzemnom putu prevladavaju visinsku razliku veću od 100 metara. Na tom je mjestu izgrađena HE Gojak, snage 48 MW, puštena u pogon 1959. godine.

Najveći graditeljski izazov u razdoblju od 1956. do 1960. godine svakako je izgradnja HE Peruča, s gravitacijskom nasutom branom i akumulacijom u kraškom terenu, ukupne zapremnine 541 hm³. Bio je to prvi korak u realizaciji koncepcije energetskog korištenja šireg sliva Cetine. Naime, HE Peruča, snage 41,5 MW, s akumulacijom za godišnje izravnavanje protoka za nizvodne hidroelektrane na Cetini, ne bi, po svojim tehničkim, energetskim i gospodarskim obilježjima, bila izgrađena da nije bila dio šire zamišljenog projekta, koji je nizvodno dao veliki doprinos energetici, vodoprivredi i poljoprivredi.

Krajem 1960. godine elektrificiranost naselja dosegla je 57% a kućanstava 63%. Zakon o elektroprivredi iz 1958. godine imao je poseban dio o elektroenergetskoj dispečerskoj službi, koja je organizirana u Zajednici jugoslavenske elektroprivrede i u zajednicama republičkih elektroprivrednih

organizacija. Osnovna zadaća te službe bila je ostvarenje ekonomičnog rada svih sudionika. Dispečerska služba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede kontrolirala je razmjenu između republičkih zajednica i određivala prednost u slučaju nedostatka električne energije, te usklađivala planove remonta postrojenja. U Hrvatskoj su, još od kraja četrdesetih godina, djelovale tri dispečerske službe - u Zagrebu, Splitu i Osijeku.

U razdoblju od 1955. do 1960. godine počela se snažno razvijati telekomunikacijska mreža, utemeljena prvenstveno na VF vezama izvedenim na dalekovodima 110 kV. Formirana su i prva specijalizirana prijenosna poduzeća: Elektroprijenos Split, za područje Dalmacije, i Elektroprijenos Zagreb, za ostali dio Hrvatske. Godine 1960. instalirana snaga hrvatskih elektrana iznosila je 470 MW a potrošnja 1943 GWh, odnosno 469 kWh po stanovniku. Glede strukture energetske izvora, dominirale su hidroelektrane, što će ostati karakteristikom hrvatskog elektroenergetskog sustava sve do kraja sedamdesetih godina.

Početkom šezdesetih godina u razvoju hrvatske elektroprivrede započelo je razdoblje kojeg karakterizira intenzivna izgradnja energetske izvora. Godine 1965. elektrificiranih naselja bilo je 80% a kućanstava 81%. Hrvatski elektroenergetski sustav znatno je ojačao ulaskom u pogon HE Zakućac, HE Senj i HE Dubrovnik, kao i TE-TO Zagreb. Instalirana snaga elektrana u sustavu iznosila je 898 MW a ukupni konzum dostigao je 3 115 GWh. Samo godinu dana nakon izgradnje HE Peruća, u donjem toku Cetine, gdje je koncentriran najveći dio hidroenergetskog potencijala rijeke, puštena je u rad prva faza HE Zakućac, snage 216 MW. Tako je, zajedno s uzvodnom akumulacijom Peruća, energetske korištenje tog koncentriranog hidropotencijala zadobilo puni smisao.

Krajem 1962. godine na lijevoj je obali Save, na granici zagrebačke industrijske zone i stambenih gradskih četvrti, puštena u pogon TE-TO Zagreb, snage 64 MW, koja je, uz normalno konden-

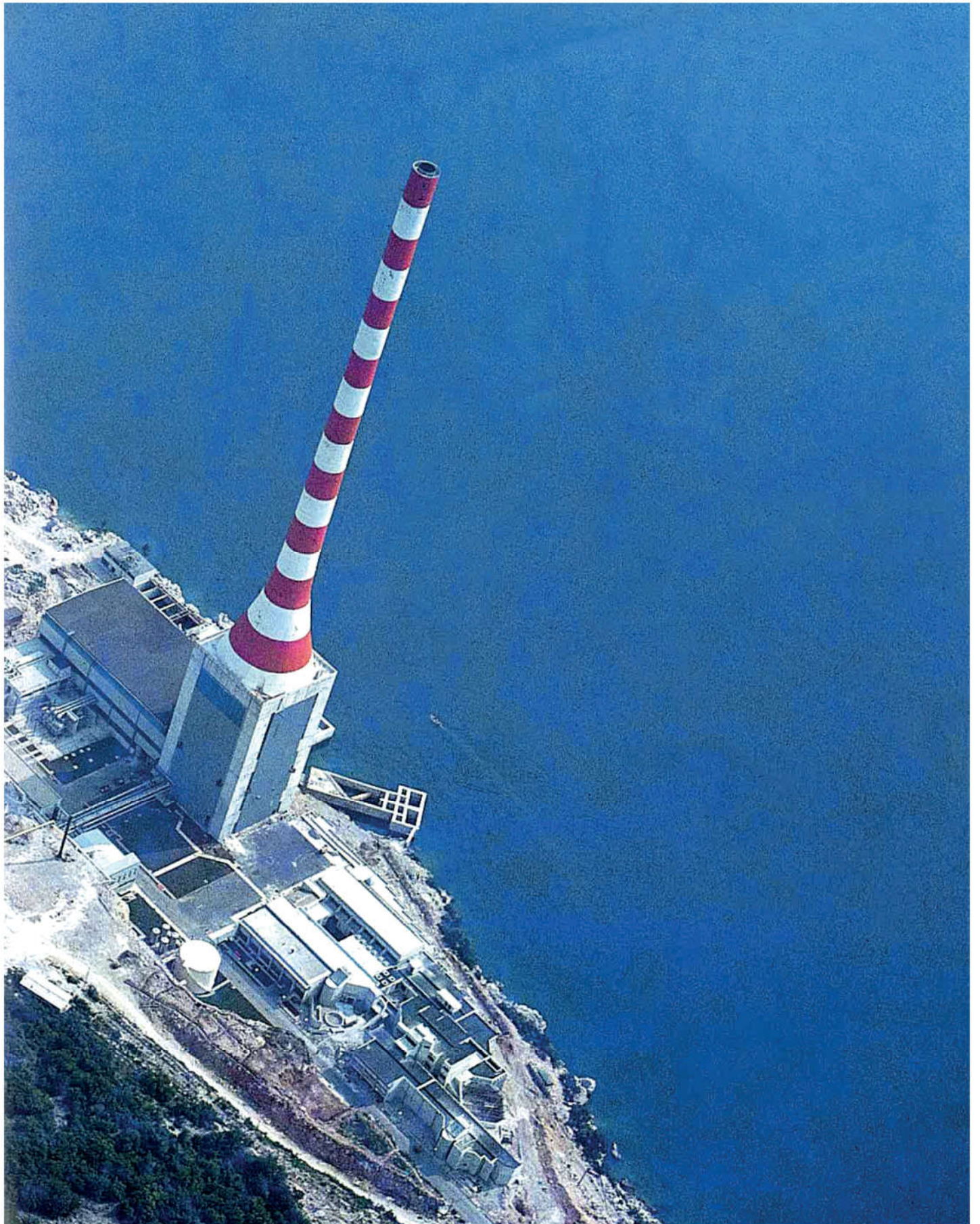


Δ Polaganje podmorskog kabla 110 kV

▷ Termoelektrana-toplana Zagreb









◁ Termoelektrana Rijeka (Urinj)

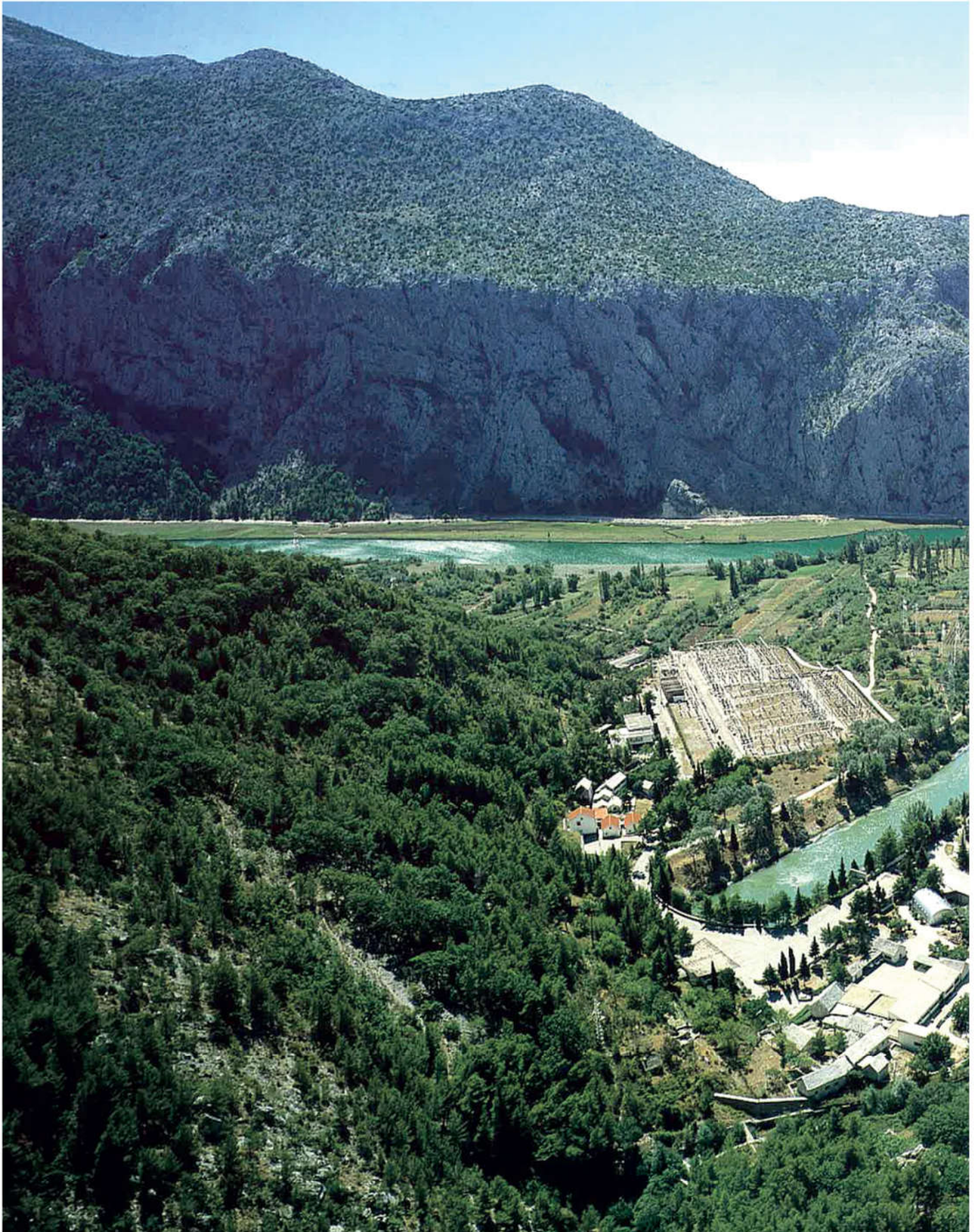
△ Termoelektrana Sisak



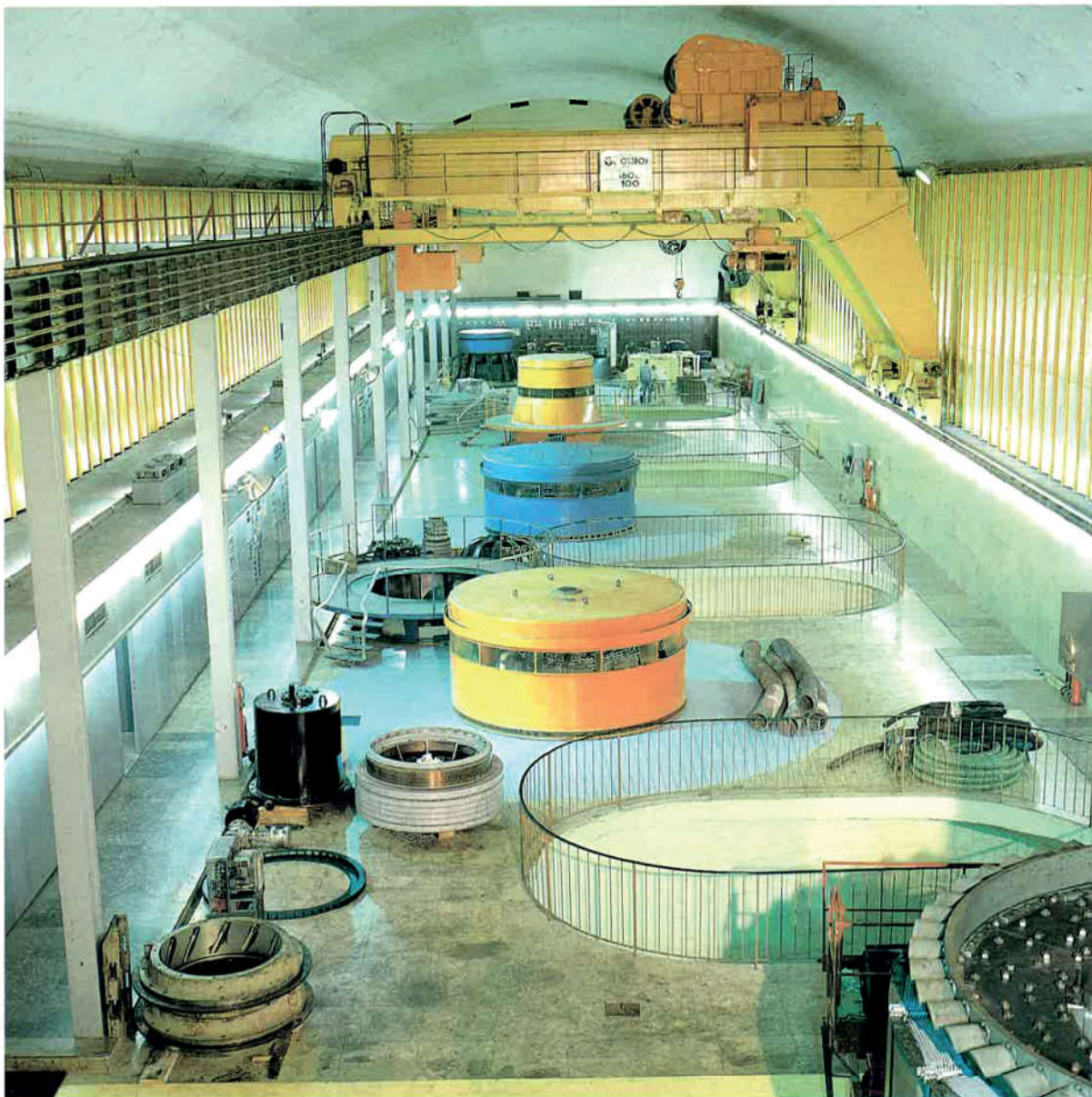
△ Termoelektrana-toplana Osijek

zacijsko postrojenje, imala i uređaje za opskrbu potrošača toplinom. Lignit zagorskih ugljenokopa i viškovi prirodnog plina s obližnjih naftnih polja, trebali su biti energetsom osnovom ovog postrojenja. S tim u svezi izgrađeni su industrijski kolosijek za dopremu ugljena, uređaji za istovar i unutarnji transport do bunkera, te spremište za ugljen. Međutim, samo tri godine nakon puštanja u pogon, zbog povoljnije cijene naftnih derivata u odnosu na ugljen na svjetskom tržištu, kotlovsko je postrojenje preuređeno za loženje mazutom, uz postojeće instalacije na prirodni plin. Prvi je blok adaptiran početkom 1965., a drugi krajem 1966. godine. Ele-

ktroprivreda je u to vrijeme bila pretežito orijentirana na izgradnju hidroelektrana. Naime, 1965. godine u hrvatski su elektroenergetski sustav ušle HE Senj i HE Dubrovnik. Kada je puštena u pogon, HE Senj, snage 216 MW, bila je do tada naš najveći hidroenergetski objekt. Vode dviju ličkih ponornica: bujične Like, djelomično zahvaćene u akumulaciju Kruščica, i stalnije Gacke, odvođe se dugačkom derivacijom, koju pretežito čine tuneli, do vodne komore, a otuda, tlačnim cjevovodom, do strojarnice, smještene uz morsku obalu. Planiranim povećanjem akumulacijskog prostora u području ličke ravnice kroz koju protječu Lika i Gacka, bilo bi







Δ Hidroelektrana Zakučac

◀ Kanjon Cetine s hidroelektranom Zakučac

moguće znatno smanjiti preljeve i povećati proizvodnju u HE Senj.

U suradnji s elektroprivredom Bosne i Hercegovine, 1965. godine, na padu od 270 m, između rijeke Trebišnjice, uzvodno od Trebinja, i Jadranskog mora, izgrađeno je postrojenje HE Dubrovnik, snage 216 MW. Nažalost, kao posljedica političkih okolnosti, od proizvodnje sustava Trebišnjice, u kojemu djeluje HE Dubrovnik, Hrvatskoj je pripalo samo 22%. Unatoč povremenim nastojanjima da se uveća pripadni dio energije, zbog srazmjerno većeg udjela Hrvatske u financiranju izgradnje tog sustava, do danas se ništa nije promijenilo.

Rast potrošnje i novi izvori električne energije premašili su mogućnosti prijenosne 110 kV mreže. Istodobno s HE Zakućac I izgrađena je i transformatorska stanica 220/110 kV Mraclin i dalekovod 220 kV Zakućac - Mraclin, pa su tako 1962. godine Dalmacija i zapadna Hrvatska prvi put izravno povezane. Te je godine u pogon pušten dalekovod 220 kV Zakućac - Mostar, sljedeće dalekovod 220 kV Mraclin - Cirkovci, a 1965. dalekovod 220 kV Mraclin - Kakanj. Na taj način veza zapadnog i središnjeg dijela također je znatno ojačana, tako da je to razdoblje, uz iznimku 1964. godine, prošlo bez znatnijih redukcija u potrošnji električne energije. To, međutim, ne znači da nije bilo problema u pojedinim dijelovima sustava. Unatoč značajnoj izgradnji prijenosne 110 kV i distribucijske mreže, ta izgradnja nije uvijek slijedila rast potrošnje. Zato su lokalna ograničenja, a osobito problemi s naponom, bila česta.

Gospodarski je položaj elektroprivrede, kao jedan od najvećih problema u čitavom poslijeratnom razdoblju, ostao neriješen. Cijena električne energije formirana je administracijski. Disproporcija u cijenama raznih energenata stalno je prisutna, a pokušaji uvođenja racionalnog tarifnog sustava nisu nikada ostvareni do kraja. Dakako, favorizirane cijene električne energije, poglavito u kućanstvu i kod specijalnih potrošača, pospješile su neracionalno trošenje energije. Cijena električne energije

nije pokrivala ni troškove proste reprodukcije elektroprivrede. Kako bi se elektroprivredi omogućio normalan rad, trebalo je donositi razne manje-više gospodarski neopravdane mjere.

Osnovnim Zakonom o elektroprivredi iz travnja 1965. godine Zajednica jugoslavenske elektroprivrede postala je poslovnom zajednicom obvezno udruženih elektroprivrednih proizvodnih i prijenosnih poduzeća. Novim je zakonom napušten dugogodišnji tretman elektroprivredne djelatnosti kao javne službe, te je postala gospodarska djelatnost. U lipnju 1965. godine u Hrvatskoj je ukinuta Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske (ZEPH). Proizvodna i prijenosna poduzeća s područja Zagreba, Splita i Rijeke osnivaju poslovno udruženje Udružena elektroprivreda SR Hrvatske a republička dispečerska služba prestaje djelovati.

RAZDOBLJE OD 1965. DO 1975. GODINE

I iduće razdoblje, između 1965. i 1970. godine, obilježeno je događajima koji su imali utjecaja i na razvoj elektroprivrede. Uz prijelaz s centralnog na indikativno planiranje, banke sve više preuzimaju ulogu općih investicijskih fondova. S gospodarskom depresijom pojavila se inflacija i sve veći rast nezaposlenosti. Ipak je zadržana tendencija razvoja i gradnje elektroenergetskih izvora u Hrvatskoj. Uz dvije hidroelektrane - HE Rijeka, snage 36 MW, s akumulacijom Valići, smještene na kratkom bujičnom vodotoku Rječine, i HE Sklope, snage 22,5 MW, smještene uz branu akumulacije Kruščica na rijeci Lici, godine 1970. puštena su u pogon tri termoelektrarna postrojenja: TE Plomin I, TE Sisak I i EL-TO Zagreb I. Kod TE Plomin, snage 100 MW, smještene uz obalu plominske uvala, domaća je industrija još uvijek slijedila elektroprivredu znatnim udjelom u proizvodnji opreme. Prema tadašnjim pogledima i mjerilima o zaštiti okoliša, lokacija elektrane je izabrana zbog topografski i geološki prikladnog terena, blizine raškog ugljenokopa,



▲ Hidroelektrana Orlovac

↳ Hidroelektrana Dale

mogućnosti opskrbe morskom i pitkom vodom, nenaseljenosti, mogućnosti odlaganja pepela, priključka na mrežu i blizine prometnica. Ova je termoelektrana klasično postrojenje, koje kao gorivo koristi ugljen iz Raše. Zbog visokog sadržaja sumpora u ugljenu (oko 9%) postavljeni su specijalni uvjeti za kotlovsko postrojenje, koji, nažalost, nisu potpuno zadovoljeni. Za razliku od plominske, TE Sisak I, snage 210 MW, koja se nalazi u središtu najvećeg konzumnog područja (Karlovac, Zagreb, Kutina i Sisak), neposredno uz sisačku rafineriju nafte, za pogon može koristiti tekuća goriva (mazut, niskooktanski benzin i sirovu naftu) i prirodni plin. Porastom toplinskog konzuma u Zagrebu, nametnula se potreba da se, na mjestu gdje je od 1907. do 1960. godine radila Gradska električna centrala, proširi kotlovsko postrojenje EL-TO Zagreb, loženo teškim loživim uljem i prirodnim plinom, što se dijelom ostvarilo 1970. godine, izgradnjom bloka snage 11 MW.

Izgradnjom energetskih izvora u razdoblju od

▽ Akumulacija Peruća



1965. do 1970. godine, snaga hrvatskih hidroelektrana u elektroenergetskom sustavu uvećana je za 58,5 MW a instalirana snaga termoelektrana za 321 MW. Ukupna instalirana snaga svih elektrana 1970. godine dosegla je 1 277 MW a potrošnja 5 308 GWh. Elektrificiranost naselja dosegla je 94% a kućanstava 92%. Značajan je razvoj ostvaren i na području prijenosa energije. U 1966. godini pušteni su u pogon dalekovodi 220 kV Senj - Brinje i Đakovo - Gradačac, te RS Brinje. Godinu dana kasnije, puštena je u pogon TS 220/110 kV Đakovo, a



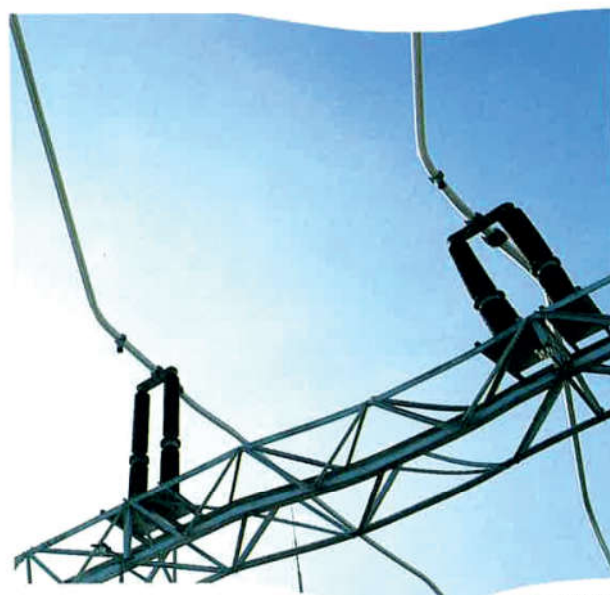
▽ Transformatorska stanica Konjsko 400/220/110 kV, kraj Splita



1970. TS 220/110 kV Pehlin te dalekovod 220 kV Mračlin - Sisak, Sisak - Jablanica, Senj - Pehlin, Pehlin - Divača i Zakučac - Bilice. Uz razvoj prijenosne 220 kV mreže i prijenosnih čvorišta, intenzivno se radilo na proširenju prijenosne mreže 110 kV, kao i distribucijske mreže. U razdoblju između 1965. i 1970. godine nije bilo znatnijih redukcija potrošnje električne energije.

U razvoju elektroprivredne djelatnosti, razdoblje od 1970. do 1975. godine moglo bi se nazvati dramatičnim. Depresija i inflacija nastavile su se, da bi 1973. godine, za naftne krize, pale na najnižu točku. U Hrvatskoj je naftna kriza imala poseban značaj glede korištenja mazuta kao goriva za hrvatske termoelektrane. Pod pritiskom ugljenarskog lobija iz Srbije i Bosne i Hercegovine, cijena mazuta za termoelektrane bila je opterećena visokim porezima, kako bi se dala prednost termoelektranama na ugljen i lignit. Zbog takve politike, kilovatsat uvezen iz Italije bio je jeftiniji od mazuta potrebnog za proizvodnju kilovatsata u Hrvatskoj. Te je godine puštena u pogon elektroliza aluminija u Ražinama, kao tipično politička inves-

ticija, unatoč upozorenjima stručnjaka da Hrvatska nije energetska sposobna za takvu tehnologiju. Dramatične redukcije krajem 1973. godine, od 512 GWh ili 7,85% godišnjeg konzuma, jasno su poka-



Δ Detalj mreže 220 kV



Δ Transformatorska stanica Tumbri 400/110 kV

▽ Transformatorska stanica Ernestinovo 400/110 kV, izgled prije 1991.

▷ Mreža 400 kV



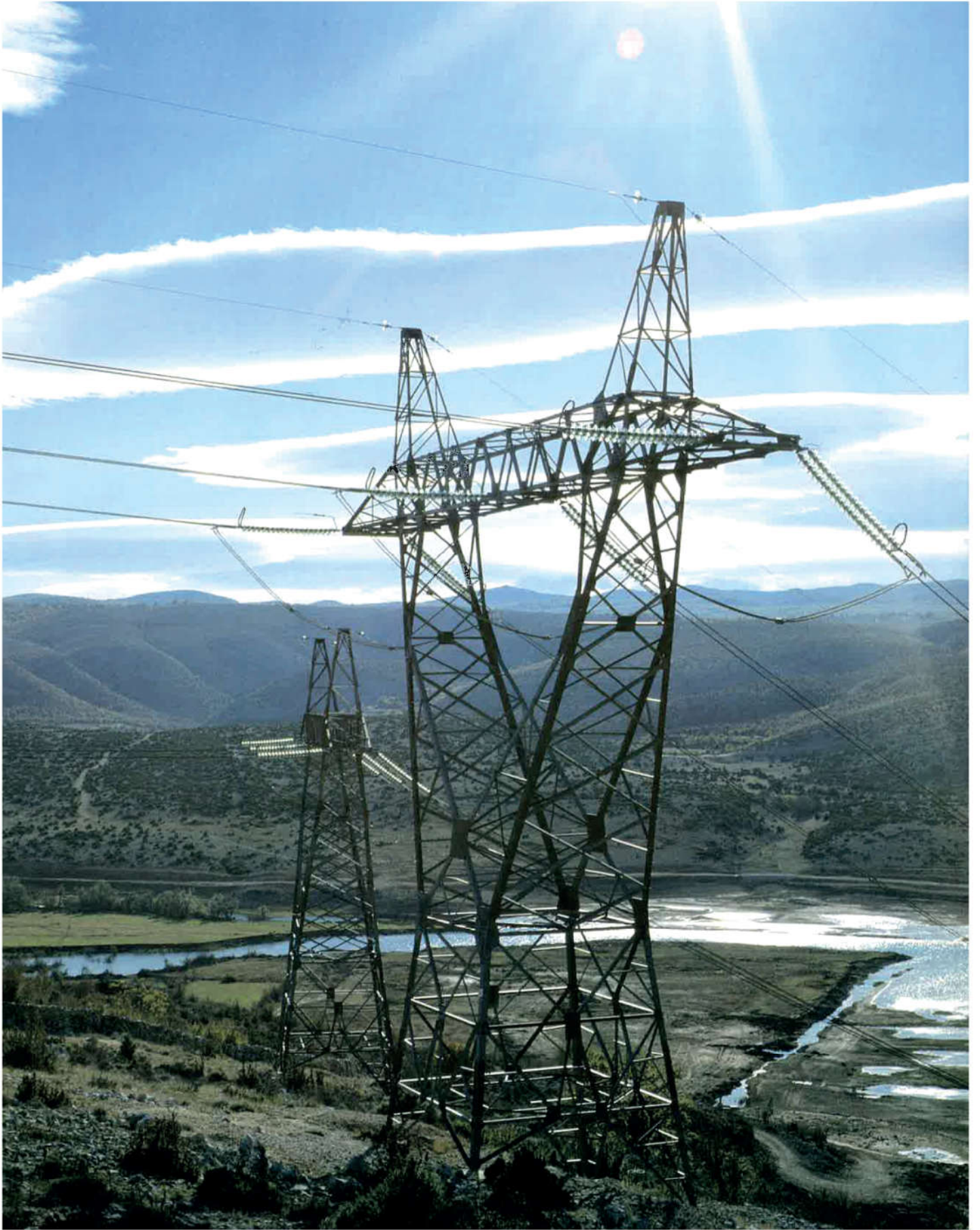
zale kakve su elektroenergetske prilike u Hrvatskoj. Premda se stanje nije znatnije poboljšalo ni do kraja 1975. godine, hrvatska elektroprivreda nije bačena na koljena, jer su za potrebe hrvatskih potrošača u sustav uvedene HE Orlovac, TE Tuzla IV, HE Varaždin i rekonstruirana TE Jertovec.

Izgradnjom HE Orlovac, s akumulacijom Buško blato, vode na horizontu Livanjsko polje - Buško blato, koje su i inače podzemnim putevima nekontrolirano dolazile u Cetinu, zadržavaju se u akumulaciji, na razini od 716,4 metara nadmorske visine. Potom se, tunelom kroz Kamešnicu, tlačnim ojevovodom usmjeravaju prema lijevoj pritoci Cetine, Rudi, na kojoj je smještena strojarnica, gdje koriste pad od 380 m, dajući snagu od 237 MW. Akumulacijom Buško blato, zapremnine 800 hm³, omogućeno je regulirano ispuštanje prema nizvodno najvećoj hidroelektrani Zakučac. Ostali planovi dovođenja voda iz sjeverozapadnoga dijela Livanjskoga polja do danas nisu ostvareni. Zbog skupe

eksploatacije ugljena iz zagorskih rudnika hrvatska je elektroprivreda, 1974. godine, dovršila rekonstrukciju TE Jertovec za loženje tekućim gorivom.

U nemogućnosti da izgradi termoenergetske izvore na ugljen u Hrvatskoj, početkom sedamdesetih godina Hrvatska se upustila u financiranje izgradnje takvih postrojenja izvan svoga teritorija. Tako je 1974. godine, za potrebe hrvatskih potrošača, pušten u pogon jedan blok TE Tuzla u Bosni i Hercegovini, snage 210 MW. Ostavši ipak dosljedna energetske strategiji o korištenju vlastitog, energetski neiscrpnog, vodnog blaga, hrvatska je elektroprivreda početkom sedamdesetih godina počela izgradnju HE Varaždin na rijeci Dravi, između Ormoža i Varaždina, snage 86 MW, koja je puštena u pogon 1975. godine. Bila je to naša prva hidroelektrana na području aluvijalne riječne doline, pa je stoga u graditeljskom smislu predstavljala pravi izazov.

Uz izgradnju energetskih izvora u prvoj polov-



ici sedamdesetih godina, širila se i mreža 220 kV. Tijekom 1972. i 1973. godine izgrađeni su dalekovodi Đakovo - Tuzla i Orlovac - Bilice, kao i transformatorska stanica Bilice 220/110 kV.

Još su dva događaja u tom razdoblju predstavljala prekretnicu u radu elektroprivrednog sustava. Godine 1972. pušten je u pogon analogni uređaj za regulaciju frekvencija-snaga razmjene. Regulacijski zahtjevi upućivani su iz dispečerskog centra Zajednice jugoslavenske elektroprivrede u podcentre regulacije. U dispečerskom centru u Zagrebu nalazio se podcentar Zapad, iz kojeg se regulirao rad HE Zakućac, HE Senj, HE Vinodol i HE Orlovac, a kasnije i nekih elektrana u Sloveniji. Ova regulacija bila je preduvjet za paralelni rad sa zapadnoeuropskom interkonekcijom UCPT (Unija za koordiniranje proizvodnje i prijenosa električne energije), što se ostvarilo 16. rujna 1974. To je značajno utjecalo na rad i pouzdanost hrvatskog elektroenergetskog sustava, a ostale sudionike jugoslavenske elektroprivrede prisililo na ponašanje u mreži u skladu s pravilima UCPT. Elektrificiranost naselja 1975. godine dosegla je 98% a kućanstava 97%. Krajem 1975. godine instalirana snaga elektrana iznosila je 1 922 MW, uključujući snagu TE Tuzla IV, izgrađenu u Bosni i Hercegovini za potrebe hrvatskih potrošača. Potrošnja električne energije iznosila je 8 225 GWh.

RAZDOBLJE OD 1975. DO 1990. GODINE

Što se tiče izgradnje energetske izvora za potrebe hrvatskih potrošača, poglavito termoelektrana, najplodnije je bilo razdoblje između 1975. i 1980. godine. Snaga u hidroelektranama povećala se za 270 MW a u termoelektranama, uključujući i objekte izvan Hrvatske, za 1 084 MW. Potrošnja je povećana za više od 3 000 GWh. Naglo širenje konzuma sedamdesetih godina zahtijevalo je brzu intervenciju radi osiguravanja dovoljnih količina snage i energije. Stoga se već 1973. godine

počelo razmišljati o izgradnji plinske elektrane, koja bi se mogla koristiti kao pričuva u sustavu. Tako su 1976. godine puštene u pogon dvije plinske turbine na lokaciji TE Jertovec, koje su zapravo proširile postojeće postrojenje: naime, te su turbine, s dva parna kotla na otpadnu toplinu, zajedno s dvije parne turbine, s pripadajućim pomoćnim strojevima, činile dva tzv. kombi-bloka, svaki snage 44 MW. Kotlovi trećeg turboagregata, snage 14,8 MW, zadržanog u postojećem postrojenju, koristili su teško loživo ulje. Uz PTE Jertovec, u Osijeku je tijekom 1976. godine započeta i dovršena izgradnja PTE Osijek, snage 47 MW. Obje su izgrađene na temelju posebne odluke, kao interventne elektrane. Te je godine, uz ugradnju pretežito ruske opreme, u Sisku pušten u pogon drugi blok na tekuće gorivo, snage 210 MW, a u Bosni i Hercegovini TE Kakanj V, s pogonom na ugljen, snage 93,5 MW, od čega je hrvatski elektroenergetski sustav raspolagao s 46 MW. Od 1978. do 1980. godine puštene su u pogon HE Zakućac II, snage 270 MW, i nekoliko termoelektrana, od kojih su TE Rijeka, snage 320 MW, TE-TO Zagreb II, snage 120 MW, i EL-TO Zagreb II, snage 30 MW, imale pogon na tekuće gorivo, a TE Obrenovac VI, snage 310 MW, izgrađena u Srbiji za potrebe hrvatskih potrošača, pogon na ugljen.

Zahvaljujući novim izvorima, razdoblje između 1975. i 1980. godine, nije bilo opterećeno redukcijama električne energije. Najznačajniji događaj sa stanovišta elektroenergetskog sustava bila je izgradnja i puštanje u pogon mreže 400 kV. Ta je mreža zamišljena tako da povezuje sva značajna proizvođačka i potrošačka područja u bivšoj Jugoslaviji i omogućuje povezivanje sa susjednim energetskim sustavima. Svjetski su eksperti nakon naftne krize dijelili mišljenje da neizbježne energetske udare treba dočekati snažnom mrežom, kako bi se u datim prilikama moglo bez poteškoća gospodariti raspoloživom energijom. Radi postizanja optimalnih rješenja i usmjeravanja domaćih proizvođača opreme, provedene su opsežne pripreme



△ Hidroelektrana Dubrovnik

za normizaciju i standardizaciju opreme i postrojenja 400 kV. Od 1977. do 1979. godine u pogon je pušteno više 400 kilovoltnih objekata: TS Ernestinovo, TS Tumbri i dalekovodi Ernestinovo - Tumbri - Krško, Konjsko - Mostar, Ernestinovo - Obrenovac, Ernestinovo - Tuzla, Konjsko - Melina i Melina - Divača. Mreža 400 kV pružila je nove mogućnosti razmjene energije, povećala pouzdanost pogona i smanjila gubitke prijenosa. Ta je mreža donijela i neke pogonske probleme, poglavito u svezi s previsokim naponima u doba niskih opterećenja, primjerice na južnoj magistrali Konjsko - Melina, koja je puštena u pogon nešto kasnije. Još je jedan događaj utjecao na život elektroprivrede: stupanje na snagu Zakona o udruženom radu (ZUR) 1976. godine, koji je doveo do ekstremne decentralizacije hrvatske elektroprivrede. Do 1980. godine instalirana snaga elektran, zajedno s objektima izgrađenim izvan Hrvatske, dosegla je 3 276 MW a potrošnja 11 226 GWh, dok je elektrifikacija naselja i kućanstava ostala na razini iz 1975. godine. Rast potrošnje znatno je skromniji, a nema ni redukcije električne energije.

U razdoblju od 1980. do 1985. godine hrvatska elektroprivreda organizirana je u četiri proizvodno-prijenosna i sedam distribucijskih poduzeća, te više od stotinu osnovnih organizacija udruženog rada. Inflacija je sve brže rasla a dogovorna ekonomija pokazivala svu svoju nemoć. Donošenje odluka u elektroprivredi bilo je sve teže. Ako je decentralizacija i olakšala neke rutinske poslove održavanja postrojenja, na području investicija dala je negativne rezultate, koji su teško opteretili hrvatsku elektroprivredu. Primjerice, izgrađena je RHE Obrovac, vrlo kompleksno i skupo postrojenje, k tomu preuranjeno, jer se potreba za takvom elektranom pokazuje tek nakon izgradnje jednog ili dva nuklearna bloka u hrvatskoj mreži. Ulazak u nedovoljno pripremljeni projekt izgradnje TE Plomin II, također je bio posljedica neorganizirane i decentralizirane elektroprivrede, jednako tako kao i odluka o priključenju TE Rijeka na lokalnu mrežu 220 kV, umjes-

to na mrežu 400 kV. Ovakvo gospodarenje imalo je za posljedicu, između ostalog, manjak financijskih sredstava i odgađanje izgradnje dalekovoda 400 kV Tumbri - Melina, koji bi bio višestruko povećao pouzdanost zapadnog dijela elektroenergetskog sustava. Kasniji događaji to su potvrdili.

Godine 1981. Hrvatska je, zajedno sa Slovenijom, dovršila i pustila u pogon prvu nuklearnu elektranu na ovim prostorima - NE Krško, snage generatora 664 MW, od čega Hrvatskoj pripada polovica energije i raspoloživa snaga od 316 MW.

Uz manju HE Golubić, snage 6,5 MW, u slivu Krke, sjeverno od Knina, godine 1982. puštena je u pogon naša druga hidroelektrana na rijeci Dravi - HE Čakovec, snage 79,3 MW. Te je godine u istočnoj Hercegovini dovršena TE Gacko, snage 300 MW, u čijoj je izgradnji hrvatska elektroprivreda financijski sudjelovala s trećinom ukupnih troškova i time ostvarila pravo na trećinu energije, uz raspoloživu snagu od 92 MW. Bila je to posljednja elektrana izvan teritorija Hrvatske čiju je izgradnju financirala hrvatska elektroprivreda. Dakle, za potrebe hrvatskih potrošača, izvan teritorija Hrvatske izgrađene su elektrane ukupno instalirane snage 1099 MW, od čega je raspoloživo 916 MW. Isporuku električne energije iz TE Tuzla, TE Kakanj i TE Obrovac jamčili su elektroenergetski sustavi tadašnjih socijalističkih republika BiH i Srbije, dok je ugovorena isporuka električne energije iz NE Krško i TE Gacko ovisna o pogonskoj spremnosti i raspoloživosti tih elektran.

Sudjelujući u financiranju izgradnje energetskih izvora izvan svog teritorija, hrvatska se elektroprivreda upuštala u rizične investicije. Budući da je jednom, 1984. godine, na vlastitom teritoriju učinila promašaj, ostvarivši nepotreban i skup projekt reverzibilne hidroelektrane Obrovac, snage 276 MW, poučena tim iskustvom, elektroprivreda je, umjesto da izgradi EL-TO u Rijeci, snage 42 MW, odlučila to postrojenje premjestiti u Osijek, gdje postoji znatan toplinski konzum. Tako je 1985. godine Osijek dobio novi energetski izvor. Uz izgra-



Δ Crpna hidroelektrana Obrovac



△ Hidroelektrana Varaždin

dnju energetske izvora, u ovom su razdoblju u mreži 400 kV puštene u pogon dvije transformatorske stanice: TS Konjsko, 1981., i TS Melina, 1984. godine.

Krajem 1985. godine praktički je završena elektrifikacija naselja i kućanstava. Instalirana snaga elektrana, uključujući i snagu elektrana izvan teritorija Hrvatske, iznosila je 4 130 MW a godišnja potrošnja električne energije dosegla je 13 759 GWh. Tada je u elektroprivredi ostvarena značajna investicija: pušten je u pogon Sistem daljinskog vođenja (SDV), koji je uključio Republički dispečerski centar (RDC) i četiri Centra daljinskog upravljanja (CDU), za upravljanje prijenosnom mrežom. Taj je projekt zamišljen još početkom sedamdesetih godina, ali je njegova realizacija kasnila zbog stalnih organizacijskih promjena u elektroprivredi. Puštanjem u pogon SDV-a hrvatska je elektroprivreda napravila veliki iskorak u modernu tehnologiju. Odgojeni su mnogi mladi stručnjaci u elektroprivredi i u poduzeću Končar, kao glavnom izvoditelju. Paralelno s ovim projektom stvoreni su dispečerski centri u distribucijskim organizacijama, pa je porasla ukupna pouzdanost hrvatskog elektroenergetskog sustava.

U razdoblju između 1985. i 1990. godine bila je u tijeku izgradnja triju hidroelektrana i TE Plomin II. Godine 1989. završena je izgradnja dviju hidroelektrana: HE Dubrava, na Dravi, snage 80,6 MW, i HE Đale, na Cetini, snage 40,8 MW. Crpna hidroelektrana Lepenica, snage motora 1,33 i generatora 1,10 MW, zbog poteškoća u izgradnji, puštena je u pogon tek 1995. godine. Izgradnja TE Plomin II, snage 210 MW, još nije dovršena.

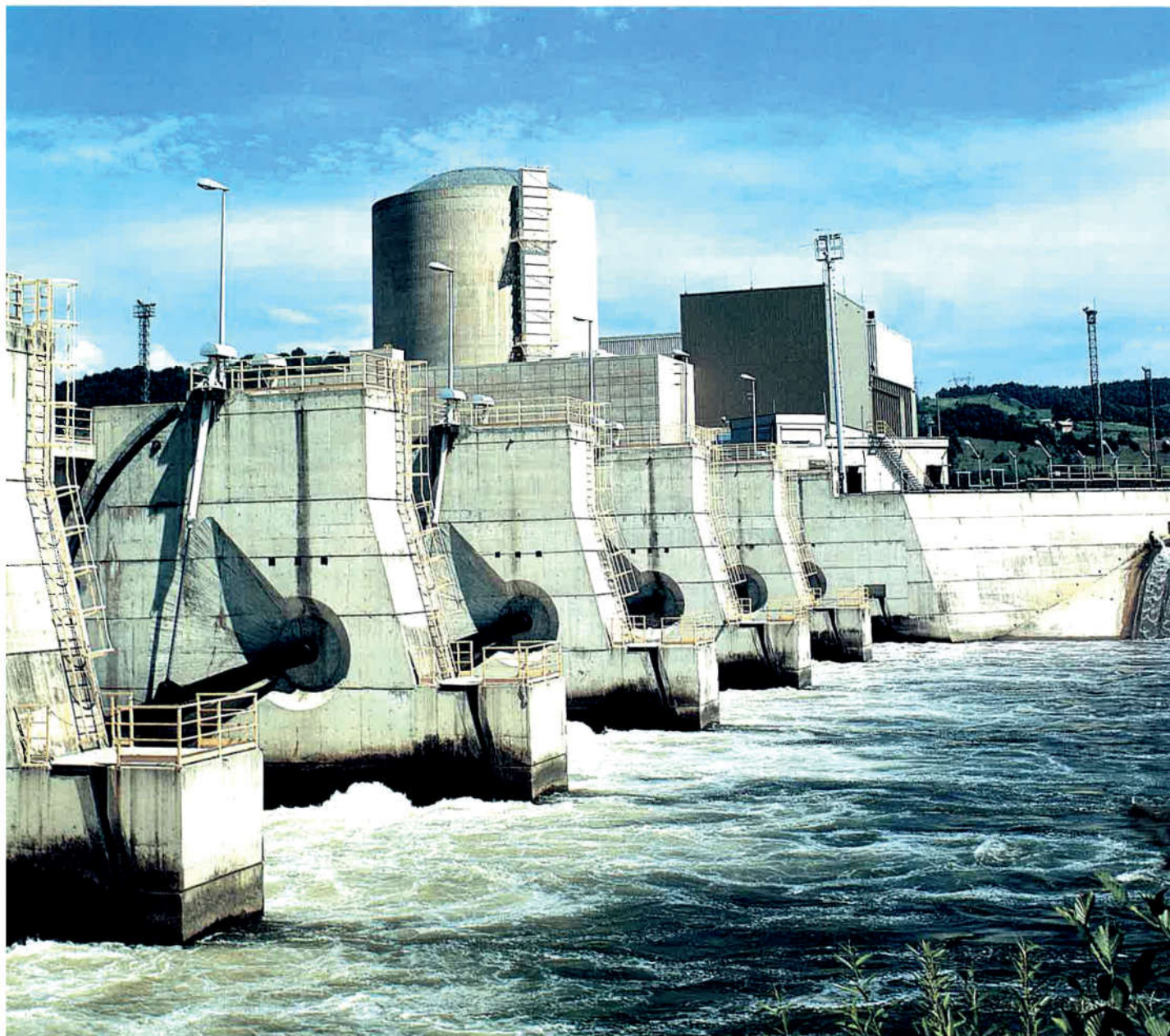
Poslovi na izgradnji prijenosne i distribucijske mreže u ovom su se razdoblju uglavnom svodili na proširenje, odnosno interpolaciju novih stanica u postojeće vodove. Krajem ovog razdoblja, u distribucijskoj mreži u pogonu su 24 transformatorske stanice 110/10 kV, ukupne snage 935 MVA, 341 stanica 35/10 kV, ukupne snage 3 626 MVA, i 19 113 stanica 10/0,4 kV, ukupne snage 4 634



△ Strojarnica hidroelektrane Varaždin

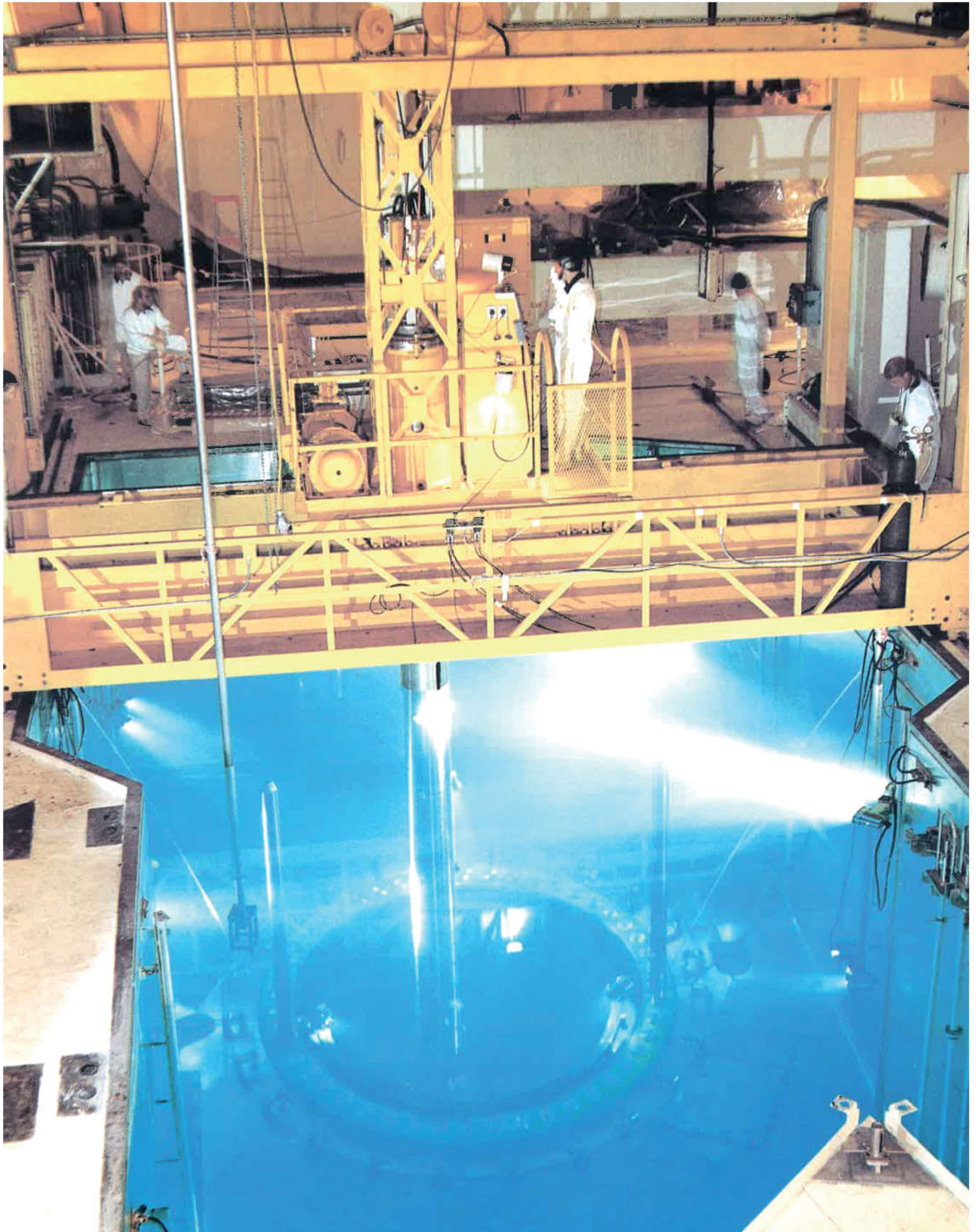


▽ Pristupni tunel hidroelektrane



△ Brana za zahvat vode za hlađenje u nuklearnoj elektrani Krško

▷ Nuklearni reaktor u elektrani Krško



MVA. Ukupna dužina nadzemnih dalekovoda i energetske kabele napona 35 kV iznosila je 4 488 km, napona 10 kV 27 206 km, a niskonaponska mreža dosegla je 58 006 km. Navedeni podaci odnose se samo na postrojenja u vlasništvu distribucijskih organizacija, dok se dio postrojenja nalazi u vlasništvu privrednih organizacija. Važno je napomenuti da se u tom razdoblju u mnogim distribucijskim organizacijama puštaju u pogon dispečerski centri daljinskog upravljanja, koji znatno povećavaju pouzdanost rada distribucijske mreže.

Krajem 1990. godine ukupna instalirana snaga generatora svih elektrana izgrađenih za potrebe hrvatskih potrošača iznosila je 4 247 MW a godišnja potrošnja električne energije dosegla je 14 749 GWh. Snaga hidroelektrana bila je 2 024 MW, termoelektrana 2 223 MW, od čega na termoelektrane izgrađene izvan teritorija Hrvatske, uključujući i NE Krško, otpada 973 MW. Uz to, instalirana snaga industrijskih elektrana u Hrvatskoj iznosila je oko 276 MW.

Glavna je značajka razdoblja od 1985. do 1990. godine naglašena inflacija i usporeniji rast potrošnje. Gospodarski položaj elektroprivrede u uvjetima stalno rastuće inflacije bio je sve teži. Ukupni se broj zaposlenih stalno povećavao prema zahtjevima lokalnih vlasti, pa je produktivnost hrvatske elektroprivrede izražena brojem zaposlenih po kilovatsatu stalno opadala u odnosu na razvijene europske elektroprivrede.

Sažmu li se ukupna ostvarenja elektroprivredne djelatnosti u razdoblju od 1945. do 1990. godine, može se reći da se Hrvatska, od zemlje na pragu elektrifikacije nakon Drugog svjetskog rata, uvrstila u srednje elektrificirane europske zemlje. Stvoren je jak stručni kadar. Hrvatski elektroenergetski sustav povezan je na razini 400 kV s interkonekcijom UCPE. Izgrađen je vrlo moderan sustav vođenja a električna je energija bila jedna od najsigurnijih roba na tržištu. Nažalost, neekonomična cijena električne energije i društveno-političke okolnosti imale su i negativne posljedice: poje-

dine pogrešne investicije, neprimjereno održavanje postrojenja zbog pomanjkanja financijskih sredstava i problem specijalnih potrošača. Zbog politiziranja problema cijene električne energije elektroprivreda je, bez vlastite krivice, stekla lošu sliku u javnosti. Osim relativno solidno izgrađenog sustava, snaga hrvatske elektroprivrede očituje se u iskustvu njenih stručnjaka na svim razinama, što je došlo do punog izražaja početkom devedesetih godina, u vrijeme velikosrpske agresije na Republiku Hrvatsku.

Na kraju navodimo imena direktora hrvatske elektroprivrede za razdoblje u kojem je funkcionirala kao javna služba i gospodarska djelatnost:

Miloš Damjanić, od listopada 1952. do lipnja 1965. godine;

Andelko Marušić, od srpnja 1965. do studenoga 1973. godine;

Ivica Pavelić, od studenoga 1973. do veljače 1974. godine;

Ivo Božin, od ožujka do srpnja 1974. godine;

Hakija Hasanbegović, od kolovoza 1974. do svibnja 1978. i od lipnja do listopada 1982. godine;

Rade Pavlović, od lipnja 1978. do svibnja 1982. godine;

Vojislav Roksandić, od studenoga 1982. do srpnja 1990. godine.



Δ Termoelektrana Plomin

ZASLUŽNICI
RAZVOJA
ELEKTROPRIVREDNE
DJELATNOSTI
U
HRVATSKOJ

Na početku razvoja elektrotehnike, krajem 19. i početkom 20. stoljeća, u Hrvatskoj je bilo istaknutih ljudi koji su doprinijeli općem razvoju te znanosti, kao i onih koji su je promovirali među hrvatskim pukom.

Među prvim graditeljima elektrana i mreža u našim gradovima bio je Vjekoslav Meichsner, dok su Ante i Marko Šupuk bili prvi korisnici i voditelji elektroprivrednog sustava. Prvi graditelji i promicatelji tehničkih znanosti, poglavito elektrotehničari, svoja su znanja stjecali izvan Hrvatske sve do kraja Prvog svjetskog rata, kada je u Zagrebu otvorena Visoka tehnička škola, koja je 1926. godine prešla u Tehnički fakultet. Od 1927. godine na Zagrebačkom sveučilištu diplomiraju, između ostalih, i inženjeri elektrotehnike, od kojih će neki postati zaslužni za razvoj ove znanosti. Govoreći o stogodišnjoj povijesti elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj, valja spomenuti one koji su u tom razdoblju dali svoj osobiti doprinos, bilo u izgradnji energetskih objekata, bilo u razvoju i promicanju elektrotehničke znanosti općenito.

Jedan od naših najpoznatijih graditelja elektrana bio je karlovački gradski inženjer Valerijan Riesznar (Bakar, 1876. - Zagreb, 1949.). Po zvanju graditeljski inženjer, do 1906. godine radio je u Beču, projektirajući i gradeći hidroelektrane. Te mu je godine povjerena izrada projekta i izgradnja hidroelektrane Ozalj, na rijeci Kupi, u blizini Karlovca, što je uspješno priveo kraju 1908. godine. Na temelju njegovih projekata i pod njegovim vodstvom izgrađena je 1912. godine hidroelektrana Kuzmica, na rijeci Orljavi, kod Požege, a 1922. i hidroelektrana Zeleni vir, kod Skrada. Radnu i znanstvenu karijeru završio je u Zagrebu kao profesor Tehničkog fakulteta za predmet Vodogradnja. Izgradnju elektrostrojarskog dijela HE Ozalj vodio je inženjer Edgar Montina, koji je poslije bio direktor Karlovačke gradske munjare. On je 1923. godine izradio prvi tehnički elaborat o elektrifikaciji Slavonskog Broda (tadašnjeg Broda na Savi). Na Visokoj tehničkoj školi predavao je predmet Uredba električnih centrala i



mreža.

Za osnutak Banovinskog elektrotehničkog poduzeća (BEP) u Zagrebu 1937. godine velike zasluge imaju dva elektroinženjera i profesora na Tehničkom fakultetu. Stoga ih se može smatrati organizatorima elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj. To su Miroslav Plohl stariji i Juro Horvat. Miroslav Plohl stariji (Gorica, 1881. - Berlin, 1939.) započeo je karijeru kao mornarički oficir, specijaliziran za elektrotehničku opremu ratnih brodova. Bavio se izmjeničnim strujama za pogonske svrhe, te radiotehnikom. Na tim je područjima do 1918. godine registrirao nekoliko patenata. Nakon Prvog svjetskog rata bio je umirovljen, pa se posvetio studiju elektrotehnike, da bi, nakon što je diplomirao, postao profesorom na Visokoj tehničkoj školi, odnosno Tehničkom fakultetu, u Zagrebu iz predmeta Jaka struja, Prenašanje električne energije i Brodska elektrotehnika. Osnovao je Zavod za elektrostrojstvo na fakultetu, bio je aktivni sudionik

izgradnje i razvoja tehnike Radio Zagreba, a u BEP-u je obavljao dužnost tehničkog direktora. Njegova je ideja elektrifikacija Gorskog kotara, Hrvatskog primorja i sjevernih jadranskih otoka. U tu svrhu zamislio je izgradnju HE Vinodol. Prigodom pregleda terena za tu elektranu, poginuo je u prometnoj nezgodi.

Juro Horvat (Gospić, 1882. - Zagreb, 1954.) diplomirao je na Tehničkoj visokoj školi u Grazu 1904. godine, potom je gradio hidroelektranu Fala, na rijeci Dravi, u Sloveniji, i bio dulje vrijeme profesor na Tehničkom fakultetu u Ljubljani. Godine 1932. prešao je na zagrebački Tehnički fakultet kao profesor predmeta Električne centrale. Osim što je objavio brojne stručne radove iz područja elektroenergetike, s puno entuzijazma obavljao je funkciju direktora BEP-a, radio na elektrifikaciji Posavine (Božjakovina, Križ) i na izradi projekata elektrifikacije Hrvatske.



△ Juro Horvat

Ivo Radulović (Livno, 1900. - Buenos Aires, 1980.) osoba je vezana uz razvoj elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj od 1942. do 1945. godine. Nakon završenog studija elektrotehnike u Pragu i Braunschweigu radio je u elektrani u Sarajevu a potom obavljao funkciju glavnog direktora električnog poduzeća "Elektro" na Sušaku. Godine 1942. imenovan je za glavnog direktora Državnog električnog poduzeća (DEP), nasljednika Banovinskog električnog poduzeća (BEP). Kao direktor DEP-a uspješno je, u ratnim uvjetima, vodio tu elektroprivrednu organizaciju. Nastavio je s radovima na elektrifikaciji Hrvatske, te je do 1944. godine srednjenaponskom mrežom povezano oko 50 naselja. Uspio je spriječiti zapljenu hidroelektrane Fala, koja je bila vlasništvo jedne švicarske kompanije. Usko je surađivao s tvrtkom Siemens, te je od 1945. godine radio u Švicarskoj, a poslije 1948. u Argentini, gdje u državnom poduzeću "Agua, Energia Eléctrica", radi na elektrifikaciji Argentine i gradnji velikih centrala te visokonaponskog dalekovoda El Chocon - Buenos Aires. Umro je u Argentini 1980. godine, kao ugledni elektroprivredni djelatnik te zemlje.

Uz Miroslava Plohla i Juru Horvata ide ime Josipa Lončara (Đakovo, 1891. - Zagreb, 1973.), trećeg istaknutog profesora Tehničkog fakulteta u Zagrebu. Bio je profesor matematike, koju je studirao u Zagrebu i Parizu, a doktorirao je fiziku na Filozofskom fakultetu u Zagrebu. Od osnutka Visoke tehničke škole, 1919. godine, bio je njezinim nastavnikom, istina honorarnim, jer mu Ministarstvo nije htjelo dati status stalnog profesora. Tek je 1932. postao stalnim docentom Tehničkog fakulteta, premda je od 1919. neprekidno predavao predmete Osnove elektrotehnike i Električna mjerenja. Područje električnih mjerenja bilo mu je osobito zanimljivo, pa je već 1923. godine osnovao Laboratorij za električna mjerenja, iz kojeg je izrastao Zavod za električna mjerenja Tehničkog fakulteta. Baveći se isključivo znanstvenim i nastavnim radom, napisao je veći broj zapaženih znanstvenih

▽ Josip Lončar



radova i nekoliko knjiga, koje su postale klasični i nezaobilazni izvori znanja na području elektrotehnike. Bio je redoviti član JAZU i počasni doktor Sveučilišta u Zagrebu. Njegova je profesorska karijera trajala punih 50 godina.

Posebno mjesto u razvoju elektrotehničke znanosti, odnosno energetike, imaju profesori Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu: Anton Dolenc, Božidar Stefanini i Hrvoje Požar. Svaki je na svom području rada ostavio duboki trag. Anton Dolenc (Celovec, 1905. - Zagreb, 1984.) je, nakon studija elektrotehnike u Ljubljani, čitav život djelovao u Zagrebu. Bio je projektant, a potom i direktor tvornice Siemens u Zagrebu, iz koje je nakon Drugog svjetskog rata izrastao Končar. Dolenc je projektirao, konstruirao i gradio velika energetska postrojenja, posebno velike sinkrone generatore, koji su ugrađeni u postrojenja u nas i u svijetu. Na tom području istaknuo se originalnim konstrukcijama i brojnim patentima. Uz rad na praktičnom planu,

▽ Anton Dolenc



Dolenc je od 1939. godine u Zagrebu predavao predmete iz područja elektrostrojarstva, a potkraj života i u Ljubljani. Objavio je brojne stručne i znanstvene radove, te knjige o transformatorima i rotacijskim električnim strojevima. S pravom ga se može smatrati utemeljiteljem elektrostrojarstva u Hrvatskoj.

Božidar Stefanini (Split, 1913. - Zagreb, 1991.) počeo je 1937. godine raditi u BEP-u, kao projektant i graditelj transformatorskih stanica. Nakon 1945. godine radio je na izgradnji dalekovoda i rasklopnih postrojenja, te kao graditelj prvih 110 kV mreža u Hrvatskoj. Kasnije je aktivno sudjelovao u planiranju dalekovoda 220 kV i 400 kV, kojima je ostvarena interkonekcijska mreža na čitavom bivšem jugoslavenskom prostoru, kao i planiranju prvih interkonekcija prema Italiji, Austriji i Mađarskoj. Uz to je, od 1950. godine, predavao na Elektrotehničkom fakultetu predmete iz područja električnih mreža, prijenosa električne energije, visokonapon-

▽ Božidar Stefanini



ske tehnike i, potkraj karijere, iz računarke znanosti. Naime, Stefanini je vrlo pažljivo pratio sve novosti iz elektrotehnike, pa je upravo on u Hrvatsku uveo elektronička računala, educirao prvi informatički kadar i organizirao Sveučilišni računski centar (SRCE), kojeg je bio direktor. Stefanini je vrlo zaslužan što je, uz tehniku visokonaponskih mreža, Hrvatsku i njene stručnjake uveo u informatičko doba.

Hrvoje Požar (Knin, 1916. - Zagreb, 1991.) bio je istaknuti profesor Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu. Nakon što je neko vrijeme obavljao praktične poslove kao voditelj električnih mreža, voditelj elektrana i dispečer, postao je nastavnikom predmeta Proizvodnja električne energije i Osnovi energetike na Elektrotehničkom fakultetu. Svojim je predavanjima, stručnim i znanstvenim radom, te knjigama iz područja elektroenergetike, odgojio generacije elektroenergetičara. Osobito je značajna njegova knjiga *Snaga i energija u elektroenergetskom sustavu*, koja je doživjela i nekoliko izda-

17 Hrvoje Požar

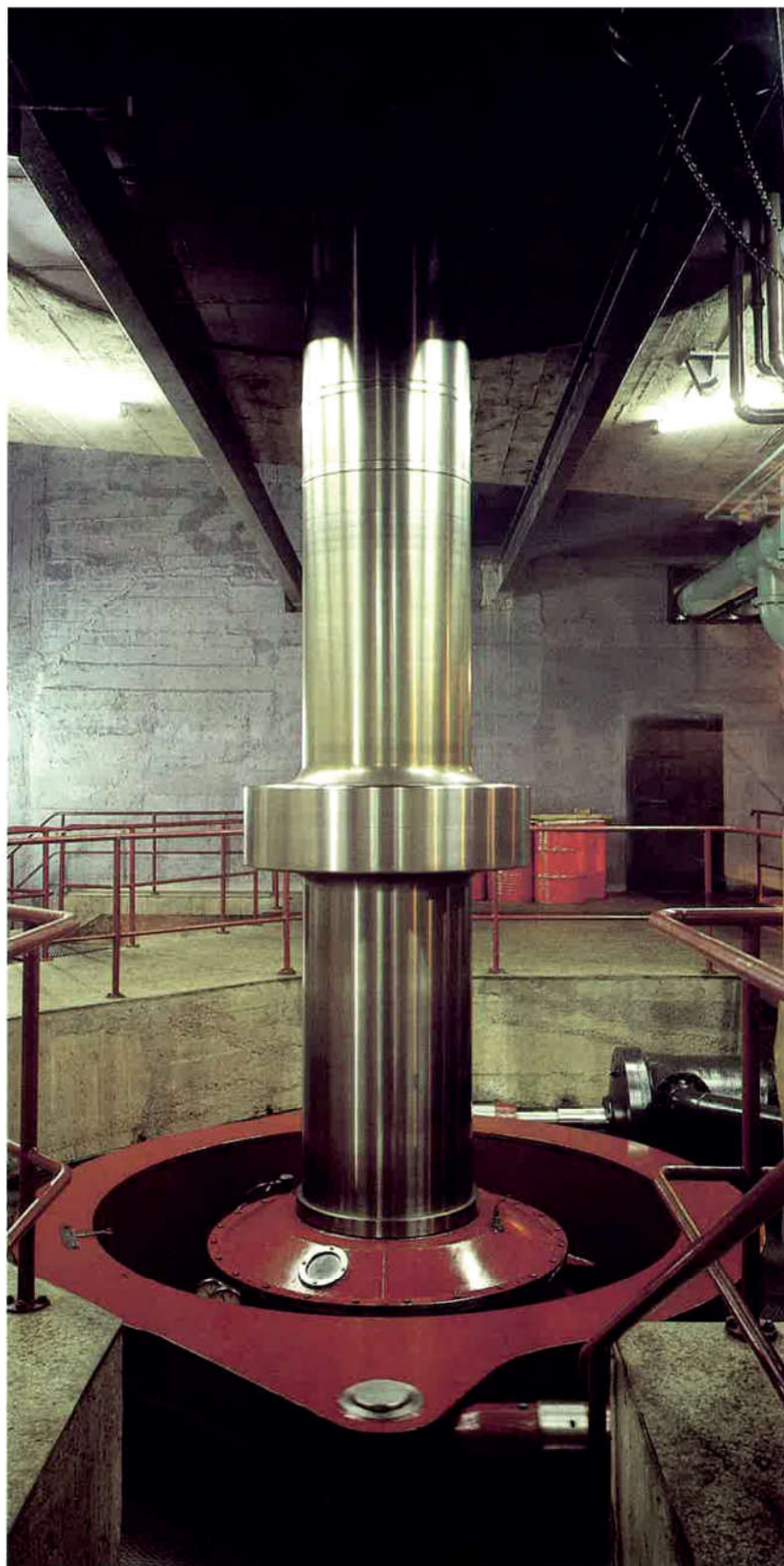


nja na njemačkom jeziku. Postavio je temelje stručnog organiziranja rada elektrana u sustavu i temelje tehničko-ekonomske analize rada energetskog sustava. Bio je član i dugogodišnji glavni tajnik JAZU, te glavni urednik *Tehničke enciklopedije* Leksikografskog zavoda "Miroslav Krleža" u Zagrebu.

Još su mnogi istaknuti Hrvati zaslužni za razvoj hrvatske elektroprivrede, a pojedini su posvetili životni vijek razvoju elektroprivredne djelatnosti i elektrotehničke znanosti. Vlatko Dabac (Nova Rača, 1902. - Zagreb, 1988.), izradio je prvi *Elektrotehnički rječnik*, njemačko-hrvatski i hrvatsko-njemački, i *Tehnički rječnik*, u kojemu su termini iz svih osnovnih područja tehnike. Vladimir Žepić (Osijek, 1894. - Zagreb, 1971.) je projektirao prvi 50 kV dalekovod Dugi Rat - Split, kojim je Split spojen s HE Kraljevac, što je omogućilo njegovu potpunu elektrifikaciju. Kasnije je bio voditelj Gradske električne centrale u Zagrebu, te voditelj tehničke službe Državnog elektrotehničkog poduzeća od 1942. do 1945. godine, a potom direktor ELPOH-a u Zagre-

bu. Božidar Filipović (Petrinja, 1894. - Zagreb, 1977.) posebice se bavio gospodarskim problemima u svezi s električnom energijom, a bio je i vrstan stručnjak za tarifieranje potroška električne energije. Božidar Ribić (Varaždin, 1895. - Zagreb, 1986.) bavio se elektrifikacijom željeznica, posebice pruge Zagreb - Rijeka, a, kao dugogodišnji glavni elektroenergetski inspektor, bio je pokretač izrade tehničke regulative i propisa o gradnji elektroenergetskih pogona u Hrvatskoj. Problemima elektrifikacije željeznica, i titrajnih krugova, bavio se Đuro Švarc (Koprivnica, 1901. - Zagreb, 1980.). Egon Najman (Osijek, 1915. - Zagreb, 1972.) je, radeći u Končaru, konstruirao naše prve električne lokomotive, a bio je i predavač predmeta Električna vuča. Problematiki baždarenja brojila posvetio se Zdravko Hukavec (Požega, 1905. - Zagreb, 1994.), koji je osnovao i bio voditeljem Državnog ureda za baždarenje brojila. Napisao je knjigu *Indukciona brojila*, u tri sveska. Visokonaponskom tehnikom i ispitivanjima elektrotehničkih materijala i opreme bavio se Blaž Uzelac (Smiljan, 1906. - Zagreb, 1985.), osnivač prvog visokonaponskog laboratorija u Hrvatskoj. Projektiranjem, te znanstvenim i stručnim radovima o električnim mrežama i dalekovodima, poglavito distribucijskim mrežama, bavio se Mladen Dokmanić (Ščitarjevo, 1908. - Zagreb, 1980.), pisac vrlo opsežnog djela *Elektroenergetske mreže*.

Ovi istaknuti stručnjaci, koji su dali značajan doprinos razvoju elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj, kao i oni koji su to zavrjedili a nisu spomenuti, zaslužni su za današnju visoku razinu elektroprivrede i elektroenergetike. Oni su odgojili nove generacije stručnjaka koji će hrvatsku elektroprivredu povesti ususret 21. stoljeću, odnosno, u drugo stoljeće njene djelatnosti na ovim prostorima. ■



▷ Osovina hidrogeneratora

ZEMLJOVIDI

ELEKTROENERGETSKI

OBJEKATA

I

POSTROJENJA

HRVATSKE

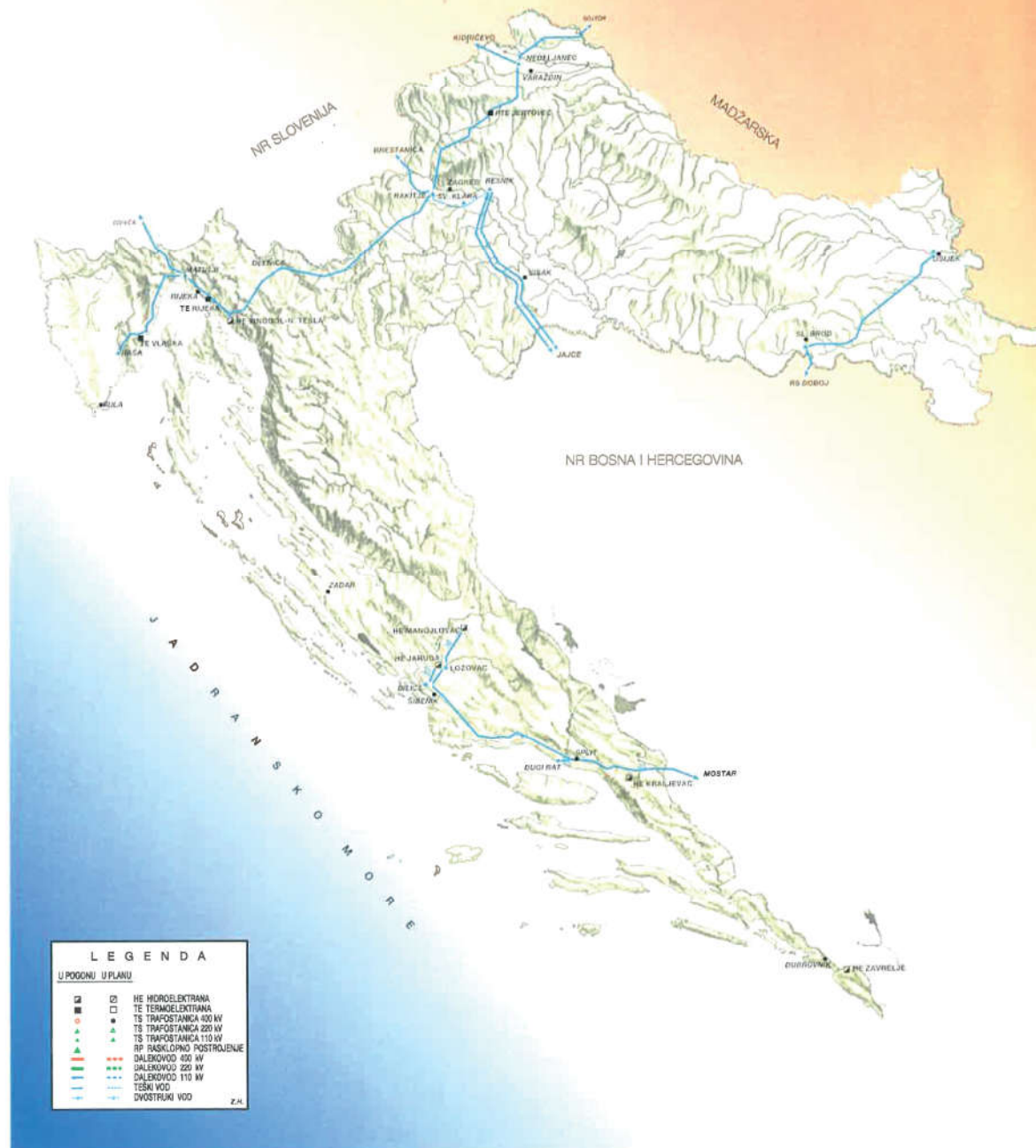
ELEKTROPRIVREDE

IZGRAĐENE ELEKTRANE

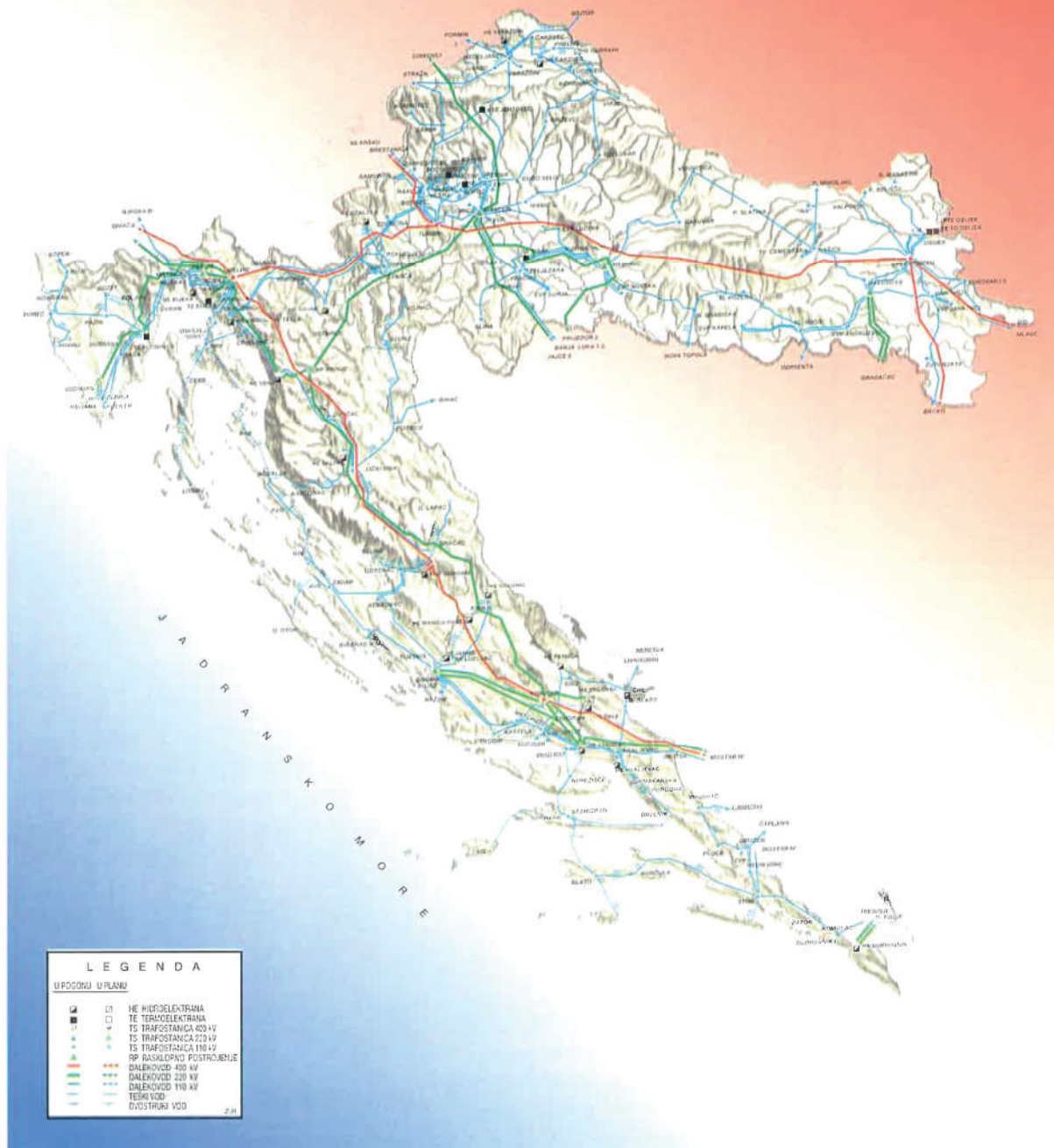
Hidroelektrane		
Naziv	Godina puštanja u pogon	Snaga (MW)
1. HE Varaždin	1975.	86.0
2. HE Čakovec	1982.	79.3
3. HE Dubrava	1989.	80.6
4. HE Ozalj	1908./1952.	5.1
5. HE Gojak	1959.	48.0
6. HE Vinodol	1952./1957.	79.8
7. HE Rijeka	1968.	36.0
8. HE Sklope	1970.	22.5
9. HE Senj	1965.	216.0
10. HE Kraljevac	1912./1932.	67.2
11. HE Peruća	1960.	41.5
12. HE Zakučac	1961./1980.	486.0
13. HE Orlovac	1973.	237.0
14. HE Đale	1989.	40.8
15. HE Miljacka (Manojlovac)	1906./1956.	24.0
16. HE Jaruga	1904./1937.	5.6
17. HE Golubić	1982.	6.5
18. HE Obrovac	1984.	276.0
19. HE Dubrovnik	1965.	216.0 (108*)
Termoelektrane i termoelektrane-toplane		
Naziv	Godina puštanja u pogon	Snaga (MW)
20. TE Sisak	1970./1976.	2x210
21. TE Plomin	1970.	100
22. TE-TO Zagreb	1962./1979.	2x32+ 120
23. EL-TO Zagreb	1970./1980.	11+30
24. TE Rijeka	1978.	320
25. PTE Jertovec	1954./1976.	2x44 + 14.8
26. EL-TO Osijek	1976./1985.	2x23.5 + 42
27. NE Krško	1981.	632 (316*)

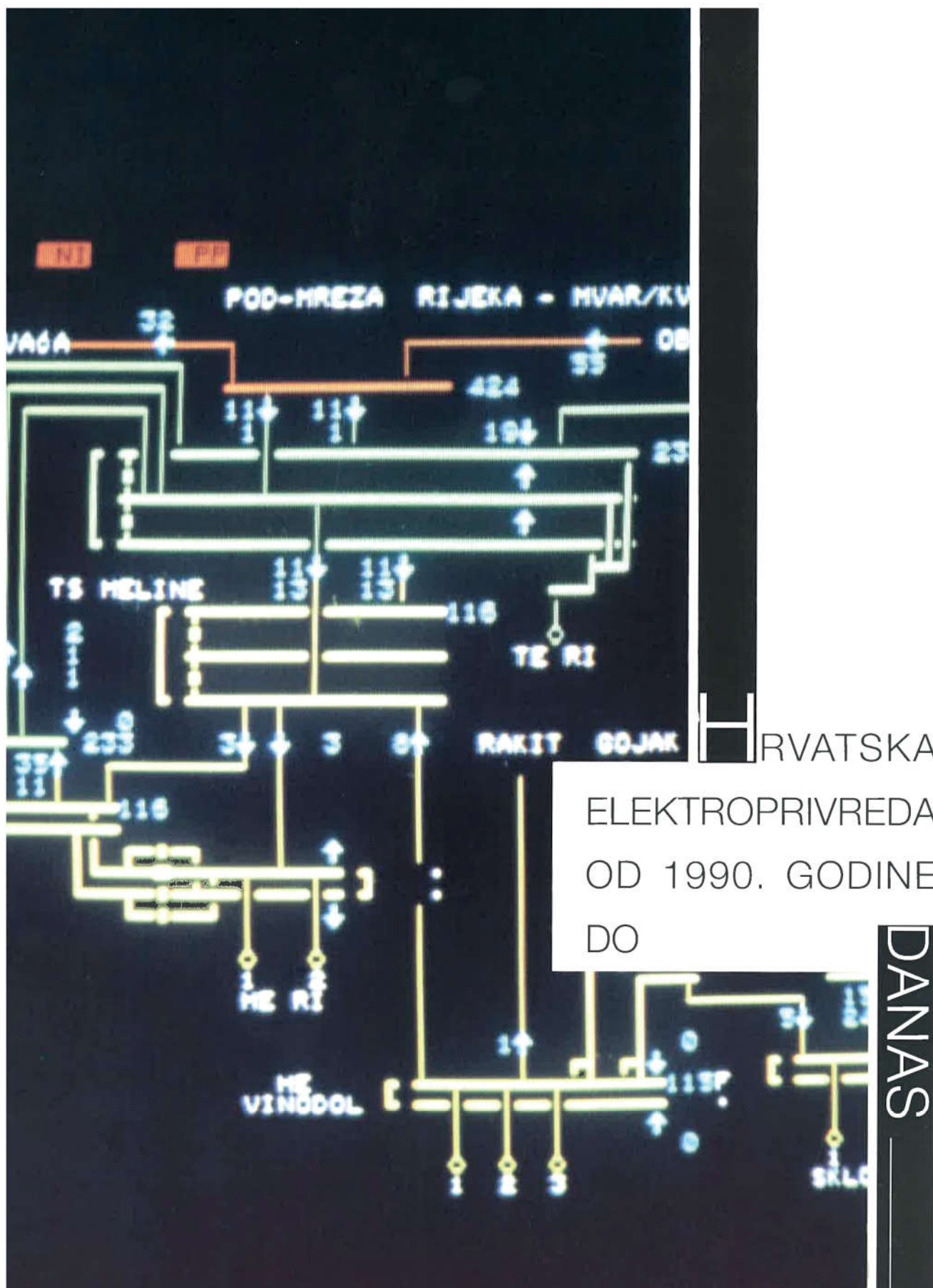
*dio koji sada koristi Hrvatska

ZEMLJOVID ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA 110 kV U HRVATSKOJ STANJE 1958. GODINE



ZEMLJOVID ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA 400-220-110 KV U HRVATSKOJ STANJE 1990. GODINE



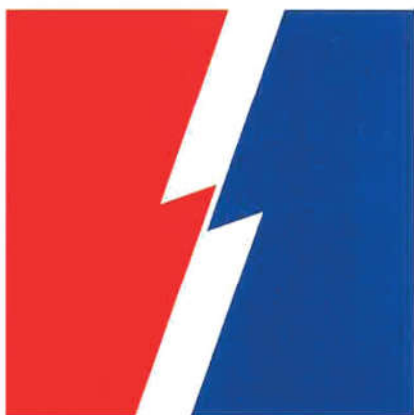




Δ Sjedište Hrvatske elektroprivrede u Zagrebu

UTEMELJENJE HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

▽ Znak - simbol jedinstvene Hrvatske elektroprivrede



stoljetnoj tradiciji elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj iznimno je značajno razdoblje od 1990. godine do danas. U svibnju 1990. godine dogodio se povijesni zaokret kojim je Hrvatska krenula putem demokracije k suverenosti i neovisnosti. Nakon prvih višestranačkih izbora, Republika Hrvatska 27. lipnja 1991. godine proglašava neovisnost, da bi 15. siječnja 1992. godine postala i međunarodno priznata država, a te je godine, 22. svibnja, primljena i u članstvo Ujedinjenih naroda.

Hrvatska je odmah nakon uspostave suverenosti preuzela punu odgovornost za ukupno funkcioniranje energetike, pa tako i elektroenergetike, na svom prostoru. Promjene u elektrogospodarstvu započele su nakon što je 26. srpnja 1990. godine Sabor Republike Hrvatske izglasao Zakon o elektroprivredi. Vlada Republike Hrvatske je na temelju ovog Zakona osnovala javno poduzeće u vlasništvu države, s imenom Hrvatska elektroprivreda (HEP).

Hrvatska elektroprivreda okupila je 119 dotad samostalnih elektrogospodarskih subjekata, koji su bili samo formalno udruženi u Zajednicu elektroprivrednih organizacija Hrvatske. Svi ti subjekti integrirani su u jedno jedinstveno javno poduzeće, organizirano prema funkcionalno teritorijalnom načelu, koje pokriva čitav hrvatski državni teritorij, uz jednoznačno razgraničenje nadležnosti, odgovornosti i poslovnih ovlasti. Time je okončan negdašnji neučinkoviti samoupravni ustroj.

Sukladno ovom načelu, Hrvatska elektroprivreda se ustrojila u šest direkcija: Direkciju za proizvodnju, Direkciju za upravljanje i prijenos električne energije, Direkciju za distribuciju, Direkciju za razvoj, inženjering i informatiku, Direkciju za financijsko-ekonomske poslove i Direkciju za pravne, kadrovske i opće poslove. Hrvatskom elektroprivredom upravljao je Upravni odbor od devet članova, a izvršnu funkciju obavljao je generalni direktor.

Ovakvim ustrojem Hrvatska elektroprivreda ispunjava svoju temeljnu zadaću proizvodnje, pri-

▽ Mreža 400 kV



jenosa i distribucije električne energije, te upravljanja hrvatskim elektroenergetskim sustavom. Osim toga, Hrvatska elektroprivreda bavi se i proizvodnjom i distribucijom topline preko centralnog toplinskog sustava u Zagrebu i Osijeku, te distribucijom plina u Osijeku.

Zakonom o elektroprivredi definirana su temeljna načela poslovanja Hrvatske elektroprivrede: racionalno i učinkovito poslovanje, organizacijsko i tehnološko jedinstvo procesa rada u svim dijelovima poduzeća, jednoznačna odgovornost za funkcioniranje elektroenergetskog sustava u svim njegovim dijelovima, otvorenost prema tehnološkom razvoju i promjenama u hrvatskom gospodarskom sustavu, te unapređenje organizacije poslovanja u interesu potrošača i vlasnika.

Hrvatska elektroprivreda nakon raspada Jugoslavije prekida sve poslovne veze sa Zajednicom jugoslovenske elektroprivrede (JUGEL) te se nakon međunarodnog priznanja Republike Hrvatske izravno uključuje u punopravno i ravnopravno članstvo međunarodnih strukovnih i poslovnih asocijacija kao što su UCPTE, SUDEL, CIGRÉ, IAEA, WEC, UNIPEDE itd.

Odmah nakon konstituiranja Hrvatska elektroprivreda suočila se s ratnim okolnostima, koje su izravno utjecale na rad sustava. Godine 1991. i 1992. bile su iznimno teške zbog agresorskih napada i razaranja hrvatskih elektrana, transformatorskih stanica, te objekata prijenosne i distribucijske mreže. Posebno su za rad sustava bile teške okolnosti nakon nasilnog odvajanja područja Dalmacije od ostalog dijela elektroenergetskog sustava Hrvatske. I u tim teškim ratnim danima Hrvatska elektroprivreda uspjela je ostvariti svoju temeljnu zadaću. Ona je na čitavom slobodnom teritoriju države osigurala električnu energiju pučanstvu i industriji.

Krajem 1994. godine odlukama Sabora Republike Hrvatske mijenja se Zakon o elektroprivredi i usklađuje s drugim zakonima u Hrvatskoj. Tako je 21. prosinca 1994. Hrvatska elektroprivreda iz javnog državnog poduzeća pretvorena u dioničko društvo. Hrvatska elektroprivreda i dalje djeluje kao jedinstveno poduzeće na čitavom području Republike Hrvatske, pod nadzorom hrvatske države. Jedini i isključivi vlasnik je Republika Hrvatska, ali prema planu restrukturiranja i privatizacije predviđena je postupna promjena vlasničke strukture poduzeća tijekom idućih pet godina. Nadopunom zakona ustanovljeno je da Vlada Republike Hrvatske može donijeti odluku o prodaji do 25 postotnog udjela vrijednosti idealnog dijela poduzeća, dok o preostalih 75 posto odlučuje Sabor Republike Hrvatske. Time je otvoren prostor za ulaganje kapitala i privatizaciju Hrvatske elektroprivrede, osobito u djelatnosti proizvodnje i distribucije električne energije. Na čelu poduzeća - dioničkog društva - je Skupština dioničara, a tvrtku nadzire Nadzorni odbor od sedam članova. Tvrtkom Hrvatska elektroprivreda d.d. upravlja uprava dioničkog društva.

Dr. Goran Granić (rođen 1950. godine u Baškoj Vodi) prvi je generalni direktor Hrvatske elektroprivrede. Imenovan je 31. srpnja 1990. godine. Na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu diplomirao je 1972., magistrirao 1976. a doktorirao 1979. godine. Tema doktorske disertacije bila je problem planiranja energetike. Viši je znanstveni suradnik i docent na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu. Prije imenovanja generalnim direktorom HEP-a obavljao je dužnosti direktora Sektora za razvoj i člana poslovnog odbora za razvoj i izgradnju ZEOH-a. Dr. Goran Granić predsjednik je Hrvatskog energetskog društva i direktor Energetskog instituta "Hrvoje Požar".



Δ Goran Granić

Mr. Ivan Putanec (rođen 1937. godine u Zagrebu) imenovan je generalnim direktorom Hrvatske elektroprivrede 7. siječnja 1991. godine. Diplomirao je 1960. na Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu, gdje je i magistrirao 1970. godine na području visokonaponske mjerne tehnike. Nakon završenog studija radio je u Elektrotehničkom institutu tvornice "Rade Končar", zatim u Inženjeringu Westinghousea u NE Krško. Od 1981. do 1990. godine mr. Putanec radio je u Elektroprojektu Zagreb kao vodeći projektant elektroenergetskog dijela nuklearne i termoelektrane. Od jeseni 1990. godine bio je pomoćnik ministra energetike i industrije. Mr. Putanec je predsjednik Hrvatskog komiteta CIGRÉ, od njegova osnutka 1992. godine, a od 1993. radi kao direktor tvrtke KONEL HV u Beču.



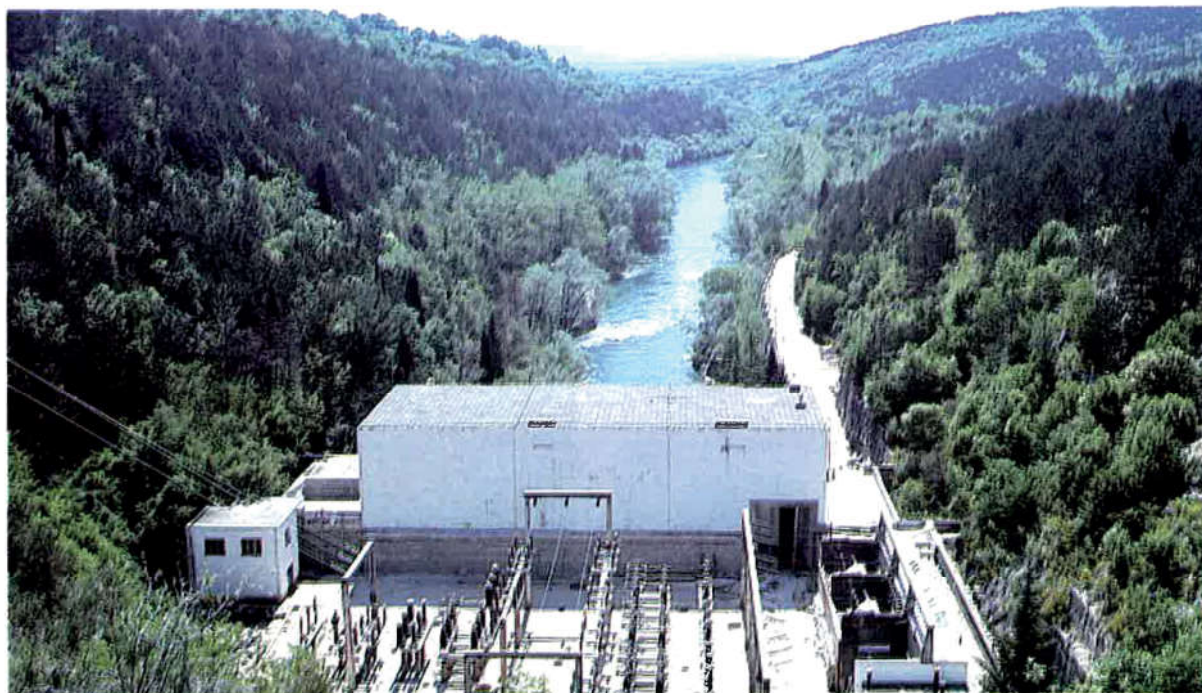
▽ Ivan Putanec

Damir Begović (rođen 1948. godine u Zagrebu) generalni je direktor Hrvatske elektroprivrede od 7. svibnja 1993. godine. Na zagrebačkom Fakultetu strojarstva i brodogradnje diplomirao je 1973. godine. Nakon studija zaposlio se u Projektnom birou INA-Inženjeringa gdje je radio na projektiranju opreme za rafinerijska postrojenja. Bio je član tima za izgradnju i tima za puštanje u pogon TE Rijeka. Godine 1978. radi kao projekt-manager za izgradnju procesnih peći u rafinerijama nafte. Potom u novoformiranom INA-Projektu sudjeluje u pripremama za izgradnju Sveučilišne bolnice u Zagrebu. U Elektroprojekt Zagreb prelazi 1985. godine i radi kao voditelj projekta TE Plomin II. Od 1991. godine obavljao je dužnost pomoćnika ministra za industriju, brodogradnju i energetiku. Damir Begović je 1994. godine u izboru Hrvatskog udruženja menagera proglašen managerom godine u kategoriji velikih poduzeća. Uz petu godišnjicu hrvatske državnosti, 30. svibnja 1995. odlikovan je Redom Danice hrvatske s likom Blaža Lorkovića.

▽ Damir Begović



▽ Hidroelektrana Peruća



HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA U DOMOVINSKOM RATU

Mnogi su djelatnici Hrvatske elektroprivrede bili vojnici Hrvatske vojske te su s oružjem u ruci branili domovinu na prvim crtama bojišnice. Mnogo više djelatnika bilo je uključeno u svakodnevno popravljavanje oštećenja i osposobljavanje elektroenergetskih objekata i mreža. Pod stalnom opasnošću, penjući se na stupove ili ulazeći u transformatorske stanice, izlagali su svoje živote, jer su bili stalna meta neprijatelju. Oni su svojim radom omogućili da se električna energija vrati potrošačima, vraćajući time svima vjeru u čvrstoću i izdržljivost obrane domovine. Pri tome je dvadeset jedan djelatnik Hrvatske elektroprivrede izgubio život, te su tako postali junaci Domovinskog rata, borci za samostalnu Hrvatsku. Upravo ondje gdje su smrt i razaranja bili svakodnevica, Hrvatska elektroprivreda duboko je utisnula svoj trag u Domovinskom ratu, te ispisala najimpresivnije stranice svoje stoljetne povijesti.

Teško razoreni sustav, veliki broj prognanih i bitno smanjena gospodarska aktivnost, znatno utječu na pad potrošnje električne energije u Hrvatskoj. U predratnoj 1990. godini, ona je iznosila 14 750 GWh, odnosno približno 3 000 kWh po stanovniku. U drugoj polovici 1991. godine potrošnja je pala za 12%, u ratnoj 1992. godini za daljnjih 15%, da bi u relativno mirnijoj 1993. godini pad bio zaustavljen. Tek u 1994. godini potrošnja električne energije u Hrvatskoj raste za 2,8%.

Od rujna 1991. do kraja 1993. godine u Hrvatskoj je bjesnio rat. Agresor je napadao i razarao brojne hrvatske gradove i područja, od Vukovara, Osijeka, Vinkovaca, Slavonskog Broda, Karlovca, Siska, Gospića, Zadra, Šibenika, šireg područja Splita pa sve do Dubrovnika i njegove šire okolice. Gađani su civilni objekti: spomenici kulture svjetskog značaja (stara gradska jezgra Dubrovnika, Kazalište u Osijeku, Šibenska katedrala, gradska jezgra Vukovara), rušeni su sakralni objekti, škole, dječji vrtići i bolnice u svim gradovima i mjestima Hrvatske koji su bili izloženi agresiji. Znajući njihovu strategijsku važnost neprijatelj se s jednakom žestinom okomio i na mnoge objekte Hrvatske elektroprivrede

RAZARANJA I OŠTEĆENJA TIJEKOM DOMOVINSKOG RATA

Objekti za proizvodnju električne energije

1. TE-TO Osijek
2. TE Sisak
3. HE Peruća
4. HE Dubrovnik
5. HE Senj i Sklope
6. TE-TO Zagreb
7. HE Jaruga

Objekti za prijenos električne energije

Objekti 400 kV

8. TS 400/110 kV Tumbri
9. TS 400/220/110 kV Konjsko
10. DV 400 kV Konjsko - Obrovac
11. DV 400 kV Tumbri - Ernestinovo

Objekti 220 kV

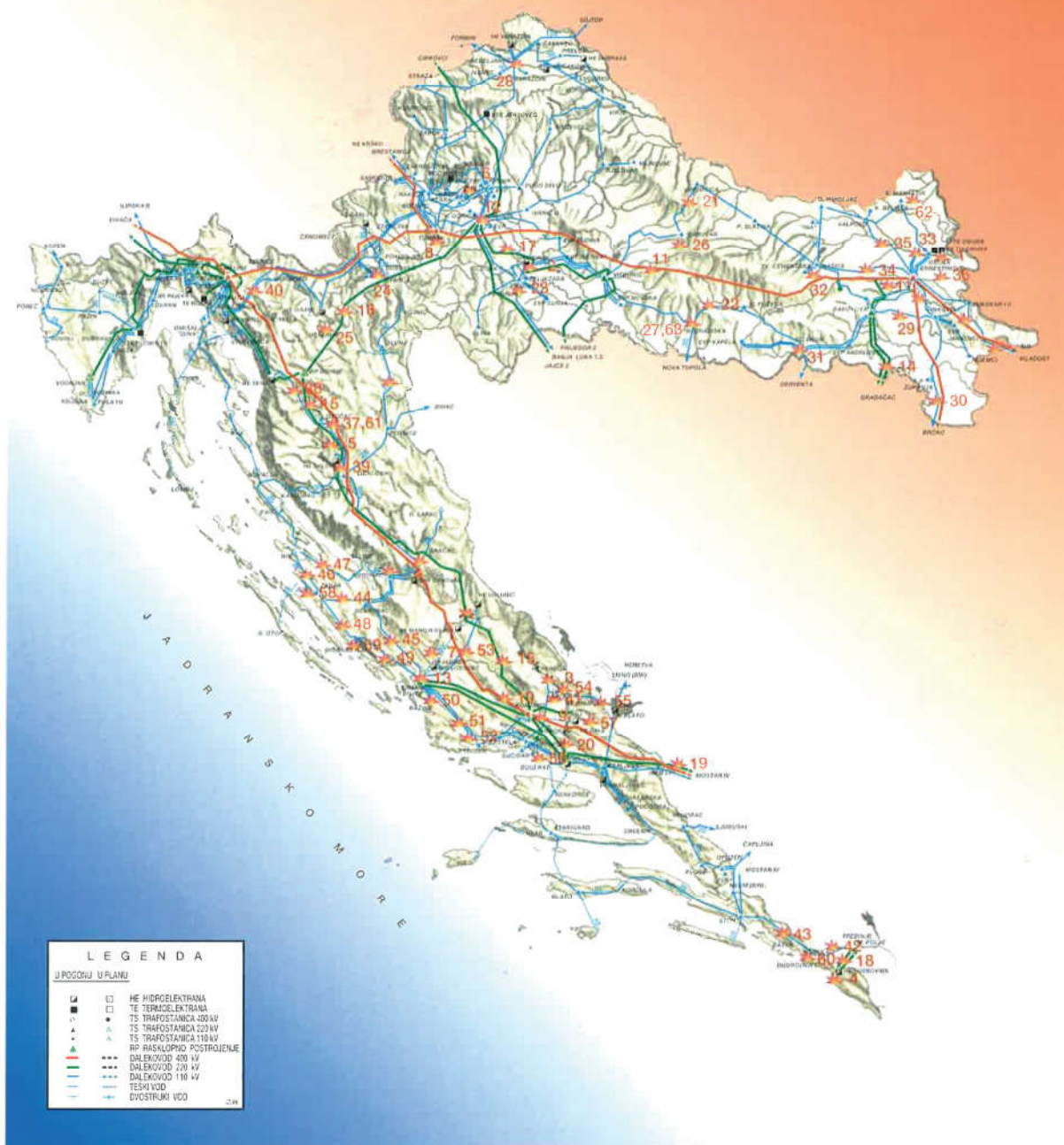
12. TS 220/110 kV Mraclin
13. TS 220/110 kV Bilice
14. TS 220/110 kV Đakovo
15. DV 220 kV Konjsko - Brinje
16. DV 220 kV Mraclin - Brinje
17. DV 220 kV Mraclin - TE Sisak
18. DV 220 kV Dubrovnik - Trebinje
19. DV 220 kV Zakućac - Mostar
20. DV 220 kV Zakućac - Konjsko

Objekti 110 kV

21. DV 110 kV Daruvar - Virovitica
22. DV 110 kV Nova Gradiška - Požega
23. TS 110/35 kV Pračno
24. TS 110/35/10 kV Švarča
25. EVP 110/25 kV Oštarje
26. TS 110/35 kV Daruvar
27. TS 110/35 kV Nova Gradiška
28. TS 110/35 kV Nedeljanec
29. DV 110 kV Đakovo - Vinkovci
30. DV 110 kV Županja - Brčko

31. DV 110 kV Sl. Brod 1 - Sl. Brod 2
32. DV 110 kV Našice - Cementara
33. DV 110 kV Osijek 2 - Osijek 3
34. DV 110 kV Ernestinovo - Našice
35. DV 110 kV Ernestinovo - Valpovo
36. TS 110/x kV Osijek (TS Osijek 1, 2 i 3)
37. DV 110 kV Otočac - Lički Osik
38. DV 110 kV Senj - Otočac
39. DV 110 kV Sklope - Lički Osik
40. DV 110 kV Vinodol - Delnice
41. DV 110 kV Sinj - Meterize
42. DV 110 kV Trebinje - Komolac
43. DV 110 kV Ston - Komolac
44. DV 110 kV Obrovac - Zadar
45. DV 110 kV Bilice - Benkovac
46. DV 110 kV Zadar - Nin
47. DV 110 kV Obrovac - Nin
48. DV 110 kV Biograd - Zadar
49. DV 110 kV Bilice - Biograd
50. DV 110 kV Bilice - Ražine 1 i 2
51. DV 110 kV Bilice - Vodice
52. DV 110 kV Bilice - Vrpolje - Trogir
53. DV 110 kV Bilice - Knin
54. DV 110 kV Peruća - Sinj
55. DV 110 kV Peruća - Buško blato
56. DV 110 kV Zakućac - Meterize
57. TS 110/35 kV Sinj
58. TS 110/35 kV Zadar
59. TS 110/35 kV Biograd
60. TS 110/35 kV Komolac
61. TS 110/35 kV Otočac
62. TS 110/35 kV B. Manastir
63. DV 110 kV Međurić - Nova Gradiška

ZEMLJOVID ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA 400-220-110 kV U HRVATSKOJ RAZARANJA I OŠTEĆENJA





△ Brana hidroelektrane Peruća dan nakon miniranja, 29. siječnja 1993.



△ Početni radovi na sanaciji brane hidroelektrane Peruća

počev od Slavonije sve do najjužnijih dijelova Hrvatske.

Teško je potanko opisati sva razaranja, nabrojiti sve herojske čine i sva djela koja su u tom razdoblju načinili djelatnici Hrvatske elektroprivrede. Stoga u ovom prikazu spominjemo samo neke primjere.

RATNA RAZARANJA

Od proizvodnih objekata, hidro i termoelektrana, u Domovinskom ratu najviše su stradale termoelektrana i toplana Osijek, hidroelektrana Peruća i hidroelektrana Dubrovnik. U manjoj mjeri su stradale termoelektrana Sisak, termoelektrana i toplana Zagreb i hidroelektrana Senj.

U rujnu 1991. godine bombardirana je termoelektrana i toplana Osijek u kojoj su oštećena sva vitalna pogonska postrojenja, ukupno 70 MW. U listopadu te godine zaposjednute su hidroelektrane Peruća, Dubrovnik, Obrovac, Manojlovac (Miljacka), Golubić i Krčić, ukupne snage 347 MW. Osim toga, Hrvatska je tada ostala i bez termoelektrana, izgrađenih za njene potrebe, u Srbiji i u Bosni i Hercegovini, ukupne instalirane snage 650 MW.

U termoelektrani i toplani Osijek uništeni su spremnici goriva. Bombardiranjem je teško oštećena plinska termoelektrana u krugu ove termoelektrane i toplane. Razoreno je i rasklopno postrojenje, a i obližnji pomoćni pogoni. Ovim oštećenjima bitno je smanjena mogućnost proizvodnje električne energije i topline za grad Osijek.

U dva napada, 1. i 17. listopada 1991. godine, oštećena je i zauzeta hidroelektrana Dubrovnik. Op-ljačkani su strojarница, skladišta, alatnica i radionice, srušeni 220 kV izvodi, a pristupni je tunel bio zatrpan i miniran. Srećom, zbog pogreške u postavljanju mina, one nisu aktivirane. Godine 1993. oslobođena je hidroelektrana Dubrovnik i oštećenja su sanirana. Ostale nabrojane elektrane oslobođene su u kolovozu 1995. godine u akciji "Oluja"

▼ Slavonski Brod - razorena transformatorska stanica Masarikova



i u tijeku je njihova sanacija.

Miniranje brane HE Peruća i aktiviranje eksploziva 28. siječnja 1993. godine bio je jedan od najvećih zločina tijekom rata. Eksplozijom je uništena kućica zatvarača, preljerni most, teško je razbijena galerija unutar brane, rasklopno postrojenje poplavljeno i zasuto blatom, te je potopljena strojarница elektrane. Ova trideset i dvije godine stara brana odoljela je eksplozijama i zadržala masu od 470 000 000 m³ vode, koja je prijetila ugrožavanjem više od 20 000 stanovnika u nizvodnim naseljima duž doline rijeke Cetine.

Zbog velikog oštećenja brane akumulacijsko jezero moralo je biti ispražnjeno, a to je smanjilo ili potpuno onemogućilo proizvodnju u ostale četiri hidroelektrane nizvodno od brane Peruća u slivu Cetine. Dalmacija je ostala bez značajnih izvora električne energije. Kad se tome pridoda prekid dalekovodnih veza za prijenos električne energije s ostalim dijelom hrvatskog sustava, onda je razumljivo zašto su tijekom ljetnih mjeseci 1993. godine manjkale velike količine električne energije u Dalmaciji i zašto je značajno reducirana njena isporuka.

Hrvatska elektroprivreda se i tada pokazala spremnom obaviti svoju zadaću. Djelatnici su tu spremnost posebno pokazali u slučaju hidroelektrane Peruća i redukcije u Dalmaciji. Istodobno se otpočelo s radovima na sanaciji brane Peruća,

▽ Oštećena transformatorska stanica Konjsko, 1992.



te prišlo provedbi interventnog programa osiguranja zamjenskih izvora električne energije. Stručnjaci Hrvatske elektroprivrede pripremili su planove djelovanja, očekujući najgore, još u studenom 1991. godine. Izrađen je elaborat pod nazivom "Dan poslije". Zato je bilo moguće da iste noći kad je brana minirana bude formiran krizni stožer za praćenje događaja na brani i da ubrzo počnu radovi na sanaciji i obnovi elektrane. Najprije je u srpnju 1993. godine za proizvodnju osposobljena strojarnica, a ostala oštećenja sanirana su do kraja 1994. godine, da bi u rujnu 1995. godine, u vrijeme obilježavanja stoljetnog jubileja Hrvatske elektroprivrede, bio završen najveći dio sanacije brane akumulacijskog jezera. Za ovaj stručni i radni pothvat dobila je Hrvatska elektroprivreda brojna priznanja najpoznatijih domaćih i inozemnih stručnjaka za brane i hidroelektrane.

Uoči Domovinskog rata, prijenosna mreža Hrvatske elektroprivrede imala je napone 110, 220 i 400 kV i pokrivala je čitavu Hrvatsku. Preko ove mreže obavljao se i uvoz i izvoz električne energije prema inozemstvu kao i prema susjednim elektroenergetskim sustavima. Ratne operacije usmjerene su na prijenosnu mrežu najviših napona zbog njene uloge integratora čitavog sustava i započele su još u studenom 1990. godine, kada je prvi put miniran stup dalekovoda 400 kV Konjsko - Obrovac kod Žegara. Tijekom 1991. godine nije bilo niti jednog objekta mreže 400 kV ili transformatorske stanice 400/220/110 kV koja nije bila napadnuta, razrušena ili oštećena. Hitne intervencije i popravci na toj mreži bile su česte, a ponegdje i svakodnevnice.

Karakterističan primjer takvog razaranja je bombardiranje, uništenje i zaposjedanje transfor-

▽ Razorena transformatorska stanica Ernestinovo



matorske stanice 400/110 kV Ernestinovo kraj Osijeka, vrlo važne točke napajanja cjelokupnog konzuma Slavonije. Njenim uništenjem onemogućena je opskrba električnom energijom skoro jedne četvrtine hrvatskih potrošača. Međutim, prespajanjem mreže 110 kV i brojnim improvizacijama, među kojima spominjemo i jednu na livadi postavljenu transformatorsku stanicu 220/110 kV bez sklopnih aparata i zaštite, osigurano je napajanje istočnog dijela Slavonije u najtežim ratnim danima.

Velike teškoće imala je i distribucijska djelatnost Hrvatske elektroprivrede. Ona je jednako tako djelovala gotovo besprijeckorno u svim ratnim okolnostima. Područjima izravno pogođenim razaranja, materijalom, opremom i ljudima, pomagali su i svi dijelovi Hrvatske elektroprivrede koji nisu bili izravno zahvaćeni ratom, kao što su područja Zagreba, Rijeke, Pule, Varaždina, Zaboka, Koprivnice, Čakovca i Bjelovara.

Iznimno mjesto u povijesti Hrvatske elektroprivrede tijekom Domovinskog rata pripada Pogo-

nu Vukovar DP Vinkovci. Jedina preostala elektroenergetska veza grada Vukovara s ostalim dijelom Hrvatske prekinuta je 21. listopada 1991. godine i grad se našao u okruženju sve do njegovog pada 19. studenoga. Grad Vukovar, branitelji i stanovnici, ostali su u potpunom mraku. No, nije to bilo zadugo! Djelatnici HEP-a još su krajem rujna pripremili i uspostavili mali elektroenergetski sustav temeljen na agregatima zatečenim u gradu i okolicu. Tako su omogućili rad vitalnih gradskih službi. Vodovod, kuhinja, pekarnica, pogon za proizvodnju i popravak oružja, Općina, MUP, Stožer TO i Radio Vukovar, skloništa pučanstva, a osobito gradska bolnica, bili su redovito opskrbljeni električnom energijom. Bolnica je zbrinjavala ponekad i više od 400 ranjenika. Sve do pada i predaje grada u ruke neprijatelja, opskrba električnom energijom je dobro funkcionirala. A tada je najveći dio djelatnika prošao šestomjesečnu kalvariju zatočeništva.

Primjer Vukovara bio je samo jedan od brojnih. Djelatnici Hrvatske elektroprivrede branili su i

popravljali distribucijska postrojenja u mnogim gradovima i selima od Slavonije do Konavala. Pritom je svako područje na svoj poseban način trpilo razaranja. Treba naglasiti da su svojim radom svi djelatnici Hrvatske elektroprivrede na svim područjima, tijekom Domovinskog rata, stekli visoki ugled i poštovanje potrošača.

Razaranje hrvatskog elektroenergetskog sustava, elektrana, mreža, transformatorskih stanica i drugih objekata, najvećim dijelom je prestalo krajem 1993. godine. Zato se može, zaključno s 31. prosincem 1993. godine, procijeniti izravna šteta na iznos od 2 100 milijuna DEM, a posredna šteta od 1 900 milijuna DEM nastala je pretežito zbog izgubljene dobiti i ostvarenih gubitaka u poslovanju u razdoblju od 1991. do 1993. godine. Od ovog iznosa, računajući prema metodologiji Svjetske banke, štete nastale na proizvodnim objektima, na prijenosnim i na distribucijskim objektima u Hrvat-

skoj iznose 210 milijuna DEM, dok šteta zbog gubitka imovine Hrvatske elektroprivrede u bivšim jugoslavenskim republikama iznosi 1 550 milijuna DEM, a troškovi interventnog programa u Dalmaciji 340 milijuna DEM. U ove iznose nije uračunata šteta procijenjena na području oslobođenom u 1995. godini, tako da će se ovi iznosi korigirati.

Zbog potreba obrane Republike Hrvatske i osiguranja električne energije za potrebe Hrvatske vojske, te za proizvodne i civilne potrebe u ratu, Hrvatska elektroprivreda je u razdoblju od 1991. do 1993. godine bila usmjerena isključivo na saniranje ratnih oštećenja i gradnju zamjenskih objekata (interventni program) te su u to uložena i sva raspoloživa financijska sredstva.

Članice Europske Unije za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije (UCPTE) pomogle su u saniranju ratom oštećenih objekata, nakon što im je krajem 1991. godine bio upućen po-



△ Privremena transformatorska stanica izgrađena 1992. godine nakon razaranja Ernestinova

▽ Oštećena termoelektrana-toplana Osijek



ziv za tehničku pomoć. Odazvale su se elektropri-vredne organizacije iz Njemačke, Italije, Švicarske, Slovenije, Francuske, Norveške, Austrije i Mađar-ske. Sve su one zajedno isporučile do kraja 1993. godine tehničku pomoć u opremi u vrijednosti od 10 milijuna DEM.

Povijesni prikaz Hrvatske elektroprivrede u Domovinskom ratu ne može biti potpun ako se ne spomene da nakon akcija oslobađanja većeg dije-la okupiranog područja Republike Hrvatske u 1995. godini slijede akcije djelatnika Hrvatske elektropri-vrede na ponovnoj uspostavi elektroenergetskog sustava. Oslobađanjem 307 MW u hidroelektrana-ma u Dalmaciji, te dalekovoda prijenosne i distri-



△ Raslopište termoelektrane Sisak nakon napada

bucijske mreže, ponovno se osposobljavaju kapa-citeti i učinkovitije se upravlja cjelokupnim susta-vom. Tako će Hrvatska elektroprivreda omogućiti pokretanje gospodarskih aktivnosti Hrvatske i ob-nove života na tim područjima.

OBNOVA ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA I POSTROJENJA

Program obnove objekata i postrojenja Hr-vatske elektroprivrede bio je pripremljen već po-četkom 1993. godine. On je obuhvatio sanaciju i revitalizaciju u ratu oštećenih elektroenergetskih ob-jekata na tada slobodnom području Republike Hr-vatske, kao i pretpostavke o postupku sanacije ob-jekata na okupiranim područjima, za trenutak kada oslobođenjem ta područja bude moguće sanirati.



△ Plinska termoelektrana Dujmovača, Split, 1994.

Program obnove sastojao se od 32 projekta, i to: pet za objekte proizvodnje (termoelektrane i toplane Osijek, termoelektrane Sisak, hidroelektrana Peruča, Dubrovnik i Senj), petnaest za objekte prijenosa i dvanaest za obnovu distribucijske mreže. Radove na sanaciji oštećenih objekata tijekom rata izveli su djelatnici Hrvatske elektroprivrede najčešće sami ili u suradnji s djelatnicima tvrtke Dalekovid d.d. Često je za te radove trebala velika odvažnost, bili su izvođeni u teškim uvjetima, skoro uvijek tijekom ili neposredno nakon ratnih operacija. Neke od radova trebalo je i ponavljati, jer su uzastopnim neprijateljskim napadima objekti bili ponovo oštećeni. Međutim, sve to obavili su djelatnici Hrvatske elektroprivrede brzo i kvalitetno, omogućivši da se svi objekti što je moguće prije ponovo koriste u jedinstvenom elektroenergetskom sustavu Hrvatske.

Prigodom saniranja šteta na proizvodnim objektima Hrvatske elektroprivrede, u termoelektrani i toplani Osijek izgrađeni su novi spremnici goriva i sanirana je i obnovljena plinska elektrana, u termoelektrani Sisak također su izgrađeni novi spremnici goriva, u hidroelektrani Dubrovnik je jedan agregat priključen na 110 kV mrežu, a u hidroelektrani Senj izvršena je sanacija zahvata vode, dok je na hidroelektrani Peruča obavljeno saniranje i nadvišenje brane.

Područje Dalmacije je 1993. godine ostalo energetske potpuno odvojeno od ostalog dijela elektroenergetskog sustava. Zato je realiziran interventni program gradnje zamjenskih objekata. To su prije svega interventne dizelske i plinske elektrane, koje su bile postavljene na devet različitih lokacija u Dalmaciji. Radi se o ukupno 168 MW instalirane snage, dijelom u kupljenim a dijelom u iznajmljenim elektranama. One su bitno popravile elektroenergetske okolnosti u Dalmaciji od rujna 1993. godine nadalje. U sklopu toga, obnovljena je i opskrba električnom energijom Dubrovnika i okolice, a hidroelektrana Dubrovnik spojena je na mrežu Hrvatske izravno, a ne preko rasklopišta Mokro polje, u sus-



Δ ∇ Otočna veza, 1994.



jednoj državi BiH.

Istodobno, za potrebe Dalmacije započinje i u 1994. godini se realizira prva faza projekta Otočna veza. Otočna veza predstavlja zračno-kabelsku vezu 110 kV od TS 400/220/110 kV Melina kod Rijeke preko otoka Krka, Raba i Paga, preko Zadra i Šibenika, do TS 400/110 kV Konjsko kod Splita, te veza 110 kV od Novalje na Pagu preko Karlobaga u Liku. Kako je veza od Meline do Raba bila završena ranije, to je u prvoj fazi realizirana veza zračnim vodovima i podmorskim kabelima od Raba preko Paga do Zadra. U realizaciji je druga faza, spoj prema Lici.

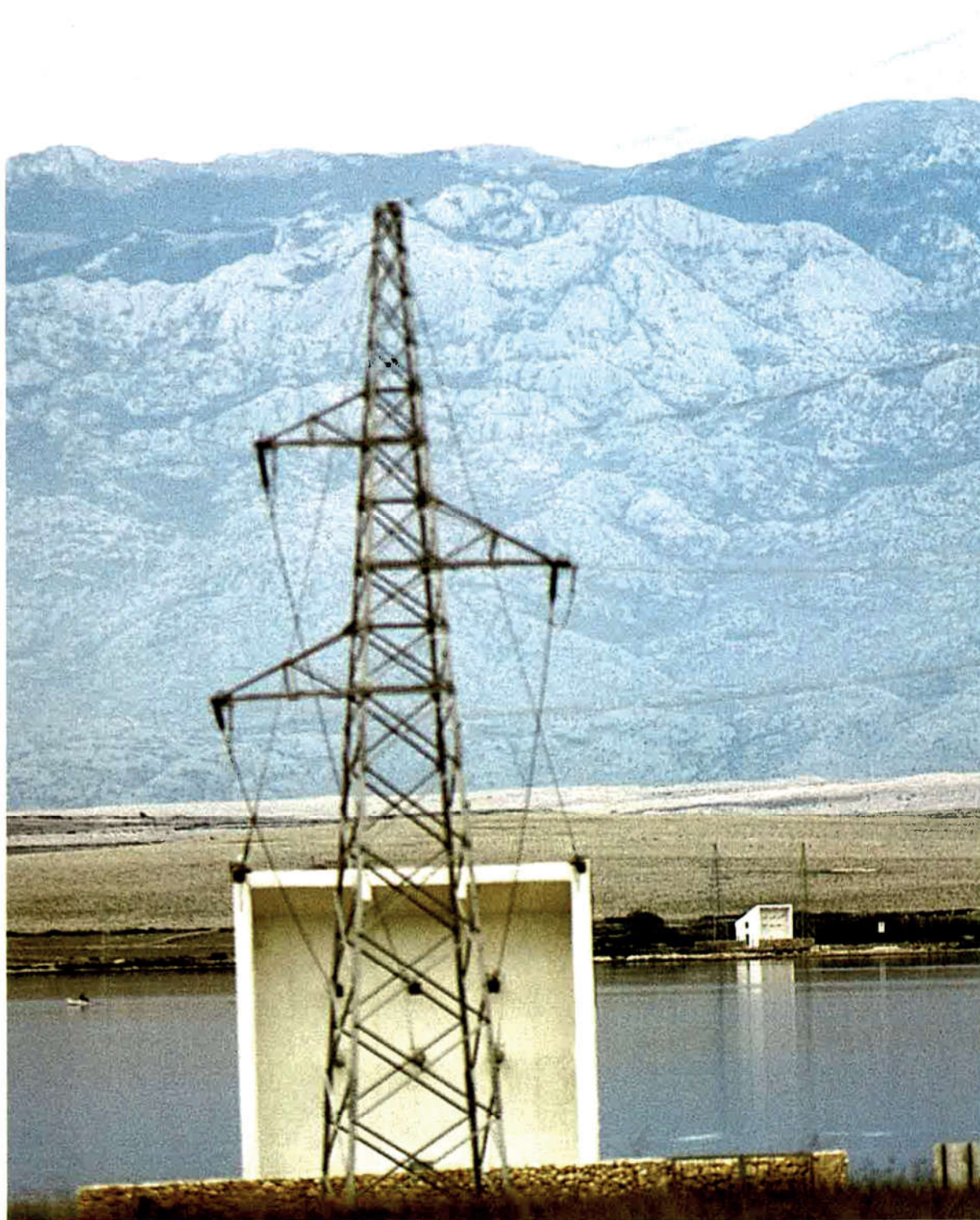
Tijekom rata nisu samo sanirani oštećeni elektroenergetski vodovi i obavljani interventni zahvati, već su izgrađivana i stabilna, konačna rješenja. Tako je izgrađen i pušten u pogon dalekovod 400 kV Tumbri kod Zagreba - Melina kod Rijeke u 1992. godini, transformatorske stanice 110/20 kV Rab i Novalja na Pagu u 1993. godini, vod 110 kV hidroelektrana Dubrovnik - Komolac. U kontinuitetu realizacije Otočne veze grade se transformatorske stanice 110/20 kV Zadar Centar i 110/20 kV Pag, te brojni objekti komplementarni Otočnoj vezi.

Na području istočnog dijela Hrvatske, u Slavoniji je 1994. godine izvedena zamjena postojećih vodiča "crnim" vodičima na dalekovodu 110 kV voda Našice - Đakovo. Time je omogućen prijenos većih snaga iz provizorne transformatorske stanice 220/110 kV izgrađene zapadno od Đakova. Početkom 1995. godine izgrađen je 110 kV dalekovod Valpovo - Donji Miholjac, koji je produžen i preko mađarske granice, čime je ostvareno povezivanje s mađarskim elektroenergetskim sustavom, te omogućena razmjena električne energije između dviju država. U sklopu ovog projekta gradi se i TS 110/35 kV Donji Miholjac.

U oslobođenom zapadnom dijelu Slavonije popravljen je i stavljen u pogon dalekovod 110 kV između transformatorske stanice 220/110/35 kV Međurić i Nove Gradiške, čime je ostvaren još jedan pravac napajanja Slavonije.

Istodobno su u pripremi i projekti za nekoliko veleprijenosnih objekata koji će trajno riješiti napajanje istočnog dijela Hrvatske i time znatno poboljšati teško elektroenergetsko stanje na tom području.

▷ Otočna veza, 1994.



INTERVENCIJE I NOVI OBJEKTI U DOMOVINSKOM RATU

Provizorni objekti

1. TS 220/110 kV "1505/2" - Slavonija
2. TS 110/35 kV "505" - Slavonija
3. TS 110/10 kV "Kava" - Dalmacija
4. DV 220 kV "1505/3" - Slavonija
5. DV 110 kV "505/1", "505/2", "505/3",
"505/4" i "505/5" - Slavonija
6. DV 110 kV "2000" - Slavonija
7. DV 110 kV Bilice - Biograd
8. DV 110 kV Biograd - Zadar, otcjep za TS "Kava"

Provizorni pogoni

9. DV 400 kV Tumbri - Ernestinovo, pod 220 kV
10. DV 400 kV Ernestinovo - BiH, pod 110 kV
11. DV 400 kV Konjsko - BiH, pod 220 kV
12. DV 110 kV Ernestinovo - Đakovo, pod 220 kV
13. DV 35 kV Lozovac - Zadar, pod 110 kV
14. DV 400 kV Melina - Obrovac, pod 220 kV

Novi objekti izgrađeni tijekom rata

15. DV 400 kV Tumbri - Melina
16. TS 110/20 kV Rab*
17. TS 110/35/10 kV Novalja*
18. TS 110/20 kV Zadar - Centar (u izgradnji)*
19. DV-KB Rab - Novalja*
20. DV-KB Novalja - Nin*
21. DV-KB Nin - Zadar*
22. DV-KB Novalja - Karlobag (u izgradnji)*
23. DV 2x110 kV HE Dubrovnik - Komolac
24. DV 110 kV Komolac - Ston
25. Priključak HE Dubrovnik na 110 kV
26. TS 110/35 kV Komolac-novo postrojenje 110 kV
27. DV 2x110 kV Vrboran - Dujmovača
28. DV 110 kV Valpovo - D. Miholjac
29. DV 110 kV D. Miholjac
30. DV 110 kV Našice - Đakovo

* otočna veza

Objekti oslobođeni tijekom akcije "Oluja"

31. TS 400/110 kV Obrovac
32. TS 110/35 kV Obrovac
33. TS 110/35/10 kV Lički Osik
34. TS 110/35 kV Gračac
35. TS 110/35 kV Knin
36. TS 110/35 kV Benkovac
37. EVP 110/25 kV Knin

Objekti u Istočnoj Slavoniji

38. TS 400/110 kV Ernestinovo
39. TS 110/35/10 kV Vukovar
40. TS 110/35/10 kV Nijemci
41. EVP 110/25 kV Jankovci
42. TS 110/35 kV B. Manastir

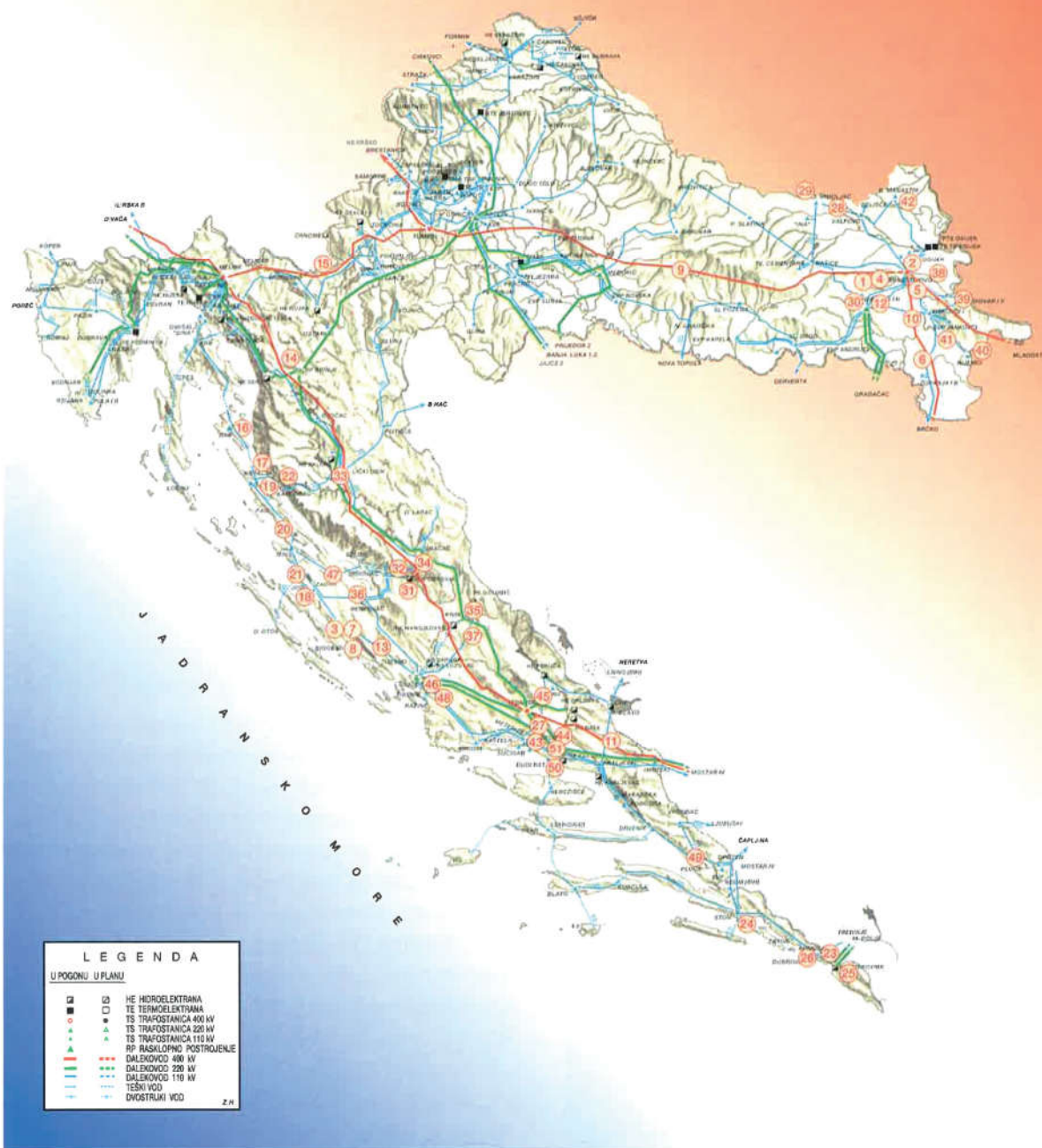
Interventni izvori električne energije u Dalmaciji

- | | |
|--------------------------|---------|
| 43. PTE Dujmovača | 52 MW |
| 44. DE Split | 15 MW |
| 45. DE Sinj | 13,7 MW |
| 46. DE Šibenik | 7,9 MW |
| 47. DE Zadar | 15,6 MW |
| 48. PTE Šibenik | 12 MW |
| 49. DE Ploče** | 20 MW |
| 50. DE Omiš** | 10 MW |
| 51. DE Dalmacijacement** | 22 MW |

U k u p n o : 168,2 MW

** iznajmljeno

ZEMLJOVID ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA 400-220-110 kV U HRVATSKOJ INTERVENCIJE I NOVI OBJEKTI



HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA DANAS I SUTRA

▽ Split obasjan svjetlom



Hrvatska elektroprivreda d.d. danas posjeduje ukupno 4 396 MW instalirane snage u proizvodnim kapacitetima, od čega u hidroelektranama 2 075 MW (47%), u termoelektranama 1 339 MW (30%), u nuklearnoj elektrani 332 MW (8%), dok je nerasploživo 650 MW (15%) instalirane snage u termoelektranama loženim lignitom, koje je Hrvatska elektroprivreda izgradila izvan teritorija Hrvatske.

Obnavljanje i tehnološko unapređivanje postojećih proizvodnih kapaciteta nužno je radi dotrajalosti postrojenja i radi boljeg iskorištavanja energetskog potencijala u hidroelektranama i termoelektranama, te radi što kvalitetnije zaštite okoliša.

Ukupni sadašnji proizvodni kapaciteti elektrana, prema uobičajenim kriterijima sigurnosti, mogu proizvesti približno 17 000 GWh električne energije u prosječnoj hidrološkoj godini. Bez nerasploživih kapaciteta, moguća proizvodnja elektrana za potrebe Hrvatske iznosi oko 14 000 GWh. Kako je godišnja potrošnja u Hrvatskoj 1994. godine iznosila 11 039 GWh i bila za 2,8% veća od one u prethodnoj godini, očekujući viši rast potrošnje u idućim godinama, to je moguće očekivati da će postojeći proizvodni kapaciteti još 5 - 6 godina pokrivati godišnje potrebe za električnom energijom.

U Hrvatskoj je krajem 1994. bilo 1 734 530 potrošača električne energije. Od toga je 11 velikih potrošača izravno priključeno na mrežu visokog napona, a ostali su priključeni na distribucijsku mrežu. Industrijski potrošači, njih 1 780, priključeni su na više naponske razine (110, 35, 20 ili 10 kV), dok je 141 093 potrošača široke potrošnje i 1 591 646 potrošača u kategoriji kućanstva, priključeno na niskonaponsku mrežu.

Električna energija se u Hrvatskoj prenosi visokonaponskom mrežom 400, 220 i 110 kV napona, ukupne dužine 6 721 km (i to 903 km na 400 kV, 1 224 km na 220 kV i 4 594 km na mreži 110 kV) pomoću 106 transformatorskih stanica s ukupnom instaliranom snagom 9 635 MVA. U idućem razdoblju razvoj visokonaponskih mreža bit će usmjeren prema povećanju kapaciteta prijenosa, te



pouzdanosti postrojenja. Kod toga će se težiti uvođenju novih tehnologija održavanja postrojenja i mreža, a posebna pozornost posvetit će se radu pod naponom.

Ukupna dužina distribucijske mreže u Hrvatskoj iznosi 101 595 km, od čega je 73 490 km mreža niskog napona 0,4 kV (više od 70%), 24 099 km na 10 ili 20 kV, a ostatak je na 35 ili 110 kV. Ukupna instalirana snaga u distribucijskim transformatorima iznosi 10 063 MVA, od čega je 4 925 MVA u 17 802 transformatorske stanice 10 ili 20/0,4 kV. U 314 transformatorskih stanica 35/10 kV instalirano je ukupno 3 243 MVA, ostatak od 1 895 MVA instaliran je u 43 transformatorske stanice 110/

35 ili 20 kV.

Razvoj distribucijske djelatnosti relativno je zastajao za razvojem u djelatnostima proizvodnje i prijenosa, zbog ekonomsko-financijskih ograničenja. Taj razvoj nije bio kontinuiran ni po razdobljima ni po pojedinim segmentima mreže. Posebno je bio usporen nakon 1980. godine, kada su i zbog organizacijskih razloga značajno smanjena ulaganja u ovo elektroprivredno područje. Može se smatrati da će zbog starosti distribucijske mreže u idućim godinama biti nužno sanirati, obnoviti ili rekonstruirati jednu trećinu sadašnjeg opsega nadzemne mreže, kao i približno 10% sadašnje kableske mreže. Osobito je u lošem stanju mreža napona

0,4 kV kao i pripadajuće transformatorske stanice 10/0,4 ili 20/0,4 kV.

U distribucijsku djelatnost se postupno uvodi takozvana izravna transformacija, tako da se s četveronaponskog distribucijskog sustava 110-35-10-0,4 kV prelazi na tronaponski sustav 110-20(10)-0,4 kV. U idućem razvojnem razdoblju treba očekivati uvođenje novih zračnih i kablskih vodiča, novih tehnologija opreme i održavanja, te uvođenje rada pod naponom.

Hrvatskim elektroenergetskim sustavom upravlja se iz Državnog dispečerskog centra u Zagrebu, te iz četiri regionalna centra u Rijeci, Splitu, Osijeku i Zagrebu. Distribucija električne energije potrošačima obavlja se u dvadeset i jednom distribucijskom području u Republici Hrvatskoj, koji upravljaju pripadajućom distribucijskom mrežom.

S demokratskim promjenama iz 1990. godine Hrvatska je ušla u razdoblje socijalnog i gospodarskog prilagođavanja slobodnom tržišnom poslovanju. S obzirom da je Hrvatskoj nametnut rat, to će brzina rješavanja političkog raspleta i vrijeme potrebno za obnovu gospodarstva biti temeljne odrednice budućeg gospodarskog razvoja. O tome ovisi i dinamika rasta potrošnje električne energije u Hrvatskoj. No zasigurno se može računati na njen brzi rast, relativno najbrži u uslužnim djelatnostima, a potom u kućanstvima i u industriji.

Radi pripreme za očekivani rast potrošnje, u tijeku je izrada studija razvoja u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju. Prema sadašnjim prosudbama hrvatski elektroenergetski sustav bi do 2010. godine morao pokrivati 17 do 20 TWh električne energije. Osim izgradnje novih izvora električne energije, Hrvatska elektroprivreda treba izgraditi i pouzdanu električnu mrežu kao preduvjet ostvarivanja elektroenergetske suverenosti i čvrste povezanosti s Eurom. Integralna prijenosna mreža omogućit će sigurnu opskrbu potrošača kvalitetnom električnom energijom. Hrvatska interkonektirana prijenosna mreža imat će u europskom kontekstu značajnu ulogu. Prema predviđanjima, hrvatska bi mre-

ža u budućnosti mogla preuzimati čak 25-30% ukupne razmjene električne energije između istočne i zapadne Europe i biti važan prijenosnik za smjer sjeverozapad - jugoistok Europe. Povezivanje s regionalnim elektroenergetskim grupacijama srednjoeuropskih zemalja, spajanje s Grčkom i Turskom, te, u perspektivi, ostvarenje mediteranskog prstena, predstavljaju tehnološke, gospodarske i političke izazove, koji stoje pred Hrvatskom elektroprivredom.

Temeljna je zadaća Hrvatske elektroprivrede u budućnosti da postane profitabilna i produktivna elektroprivreda prema svjetskim mjerilima, koja pouzdano i kvalitetno opskrbljuje potrošače u Hrvatskoj uz najniže moguće troškove. Ovo je put Hrvatske elektroprivrede u drugo stoljeće njenog postojanja. Time će Hrvatska elektroprivreda potvrditi svoju stogodišnju tradiciju i mjesto na elektroenergetskom zemljovidu Europe, kamo su je povelili njezini pioniri i vizionari prije jednog stoljeća. ■



△ Prijenosna mreža Hrvatske elektroprivrede - veza sa svijetom

Nakladnik i Urednički odbor zahvaljuju svima koji su pomogli da ova monografija, tekstualno i likovno, bude cjelovita.

Zahvalu zaslužuju za višestruki doprinos:

prof. dr. Thomas Bohn, DIGE, Essen
Istvan Dénes, Ganz Ansaldo Ltd, Budimpešta
Rizah Hercegovac, ELIN, Beč
Helmut Holzinger, ELIN, Beč
Karl Hönigmann, Verbund, Beč
dr. Sándor Jeszenszky, Magyar Elektrotechnikai
Múzeum, Budimpešta
Klaus Mayr, ELIN, Weitz
dr. Zoltán Reguly, MVM, Budimpešta
dr. Michel-François Simon, EDF International, Pariz
dr. Antal Tombor, MVM, Budimpešta
mr. Slavica Barta-Koštun, HEP, Zagreb
Milivoj Blažević, Sabirni arhivski centar Šibenik
Nenad Bubrić, HEP, Šibenik
Jakša Bučević, Zagreb
Gustav Červar, Poglavarstvo grada Šibenika
mr. Vojmir Dvornik, HEP, Split
Krunoslav Galić, Elektroprojekt, Zagreb
Zdravko Kedžo, Poglavarstvo grada Šibenika
Gojko Lambaša, Muzej grada Šibenika
Dražen Ninić, HEP, Šibenik
Karlo Ožegović, Split
Vinko Radić, HEP, Zagreb
Ante Sekso, IE, Zagreb
Ante Šupuk, gradonačelnik Šibenika
Gojislav Zubović, Šibenik

za doprinos u izradi teksta:

Nikola Dellavia, HEP, Zadar
Ivica Deranja, Pula
Damir Karavidović, HEP, Osijek
Božidar Kolega, HEP, Zagreb
Gordana Lučić, HEP, Zagreb
Riko Pera, HEP, Zadar
Zdravko Plander, Rijeka
Damir Pešut, El "Hrvoje Požar", Zagreb
Božidar Radmilović, HEP, Zagreb
Marin Vilović, HEP, Zagreb

za ustupljenu fotodokumentaciju:

Arhiv tvrtke Elektroprojekt Zagreb
Arhiv tvrtke ELIN, Beč i Weitz
Arhiv tvrtke GANZ, Budimpešta
Arhiv Službe za informiranje i javnost HEP-a, Zagreb
Petar Čerina, Split
DUC-Foto, Zagreb
Julije Huremović, HEP, Osijek
Mario Javorčić, Split
Leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb
Muzej Hrvatskih željeznica, Zagreb
Karlo Ožegović, Split
Gordan Papić, HEP, Split
Ivan Perišić, Rijeka
Ivo Pervan, Split
Ante Sekso, Zagreb
Davor Šarić, Šibenik
Lav Šupuk, zbirka obitelji Šupuk, Šibenik
Tehnički muzej, Zagreb
Zbirka Frane Fantulina, Šibenik

za vođenje administracijsko-tehničkih poslova:

Višnja Bošnjak, Zagreb
Katica Jančić, HEP, Zagreb
Goran Penić, HEP, Zagreb
Marica Rak, HEP, Zagreb
Mario Rukavina, HEP, Zagreb
Neda Štos, HEP, Zagreb
Lidija Viher Papeš, HEP, Zagreb

<i>Nakladnik:</i>	Hrvatska elektroprivreda d.d.
<i>Za nakladnika:</i>	Damir Begović
<i>Glavni urednik:</i>	Milivoj Zenić
<i>Urednički odbor:</i>	Nikola Bruketa Ante Fabijančić Ivo Livaković Mihovil Bogoslav Matković Josip Moser
<i>Likovno i grafičko oblikovanje:</i>	Davor Šarić
<i>Recenzenti:</i>	Ante Fabijančić Marjan Kalea Davor Kučić Boris Markovčić Hrvoje Matković Zdenko Tonković
<i>Stručni suradnici:</i>	Krunoslav Begović Slavko Krajcar Vilijam Lakić
<i>Lektori:</i>	Saša Mrša Đurđa Sušec
<i>Izrada karata:</i>	Zlatko Huss
<i>Izrada fotolita:</i>	Skaner studio, Zagreb
<i>Tisak:</i>	Tiskara "Kačić", Šibenik
<i>Naklada:</i>	1500

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i sveučilišna biblioteka, Zagreb

UDK 621.31(497.13)

STOLJEĆE hrvatske elektroprivrede / [skupina autora ;
glavni urednik Milivoj Zenić]. - Zagreb : Hrvatska
elektroprivreda, 1995. - 166 str., [4] lista s kartama : ilustr.
; 30 cm

ISBN 953-96312-9-7

ISBN 953-96312-9-7

S A D R Ź A J

Mladen Ante Friganović	<i>Političko, kulturno i gospodarsko ozračje prvog cjelovitog elektroprivrednog sustava u Hrvatskoj</i>	7
Josip Moser Vladimir Muljević Ante Sekso	<i>Razvoj elektrotehnike krajem 19. stoljeća</i>	23
Josip Moser	<i>Prvi cjeloviti elektroprivredni sustav Krka - Šibenik</i>	41
Marijan Kalea	<i>Pionirski pothvati javne elektrifikacije u Hrvatskoj do 1918. godine</i>	59
Zorko Cvetković Boris Markovčić Nedjeljko Šimundić	<i>Elektroprivredna djelatnost u Hrvatskoj od 1918. do 1990. godine</i>	81
Darko Alfirev Ivo Livaković Mihovil Bogoslav Matković Josip Moser Ivan Sokolić	<i>Hrvatska elektroprivreda od 1990. godine do danas</i>	139