



50

**GODINA
ORGANIZIRANOG
PRIJENOSA ELEKTRIČNE
ENERGIJE U HRVATSKOJ**

KIGEN

**50 GODINA ORGANIZIRANOG PRIJENOSA
ELEKTRIČNE ENERGIJE U HRVATSKOJ**

Izdavač

Kigen d. o. o. Zagreb

Za izdavača

Nenad Lihtar

Urednik

Marijan Kalea

Recenzenti

dr. sc. Zorko Cvetković

Šime Radić

Božidar Radmilović

Grafički dizajn i prijelom

Sandra Ilievski

Infarkt d. o. o.

Oblikovanje naslovnice

Sandra Ilievski

Lektura

Vera Vujović

Tisak

GZH d. o. o., Zagreb

Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati
bez prethodne suglasnosti Izdavača i HEP-Operatora prijenosnog sustava.

CIP-zapis dostupan je u računalnom katalogu
Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 664201

ISBN 978-953-6970-51-3



50 GODINA ORGANIZIRANOG PRIJENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE U HRVATSKOJ



Zagreb, svibanj 2008.

Sadržaj

Predgovor (<i>dr. sc. Zorko Cvetković i Marijan Kalea</i>).....	7
1. Uvod (<i>Miroslav Mesić</i>)	11
2. Povijest prijenosa električne energije u Hrvatskoj (<i>Marijan Kalea</i>)	19
3. Organiziranje prijenosne djelatnosti u Hrvatskoj (<i>Marijan Kalea</i>)	63
4. Povijest elektroenergetske dispečerske službe u Hrvatskoj (<i>Ante Barić</i>)	69
5. Prijenosno područje Osijek (<i>Marijan Kalea</i>)	95
6. Prijenosno područje Rijeka (<i>Juraj Šimunić</i>)	133
7. Prijenosno područje Split (<i>Marko Lovrić</i>)	163
8. Prijenosno područje Zagreb (<i>Dragutin Mihalić</i>)	195
9. Povijest telekomunikacijske djelatnosti (<i>Rajko Uglješa</i>)	243
10. Razvoj informacijsko-komunikacijskog sustava (<i>Neven Baranović</i>)	249
11. Sagledivi razvoj prijenosne mreže u Hrvatskoj (<i>Marijan Kalea, Dragutin Mihalić, Damjan Međimorec</i>)	257
Literatura	269

Predgovor

Ova monografija izlazi povodom 50. obljetnice organiziranog djelovanja prijenosa električne energije u nas, i to vrlo uspješnog djelovanja. Takav događaj je vrijedno prikladno obilježiti, tim više što je riječ o elektroprivrednoj infrastrukturi toliko značajnoj za opći razvoj zemlje i nekada i danas i sutra.

Od tri osnovne elektroprivredne djelatnosti, prijenos je najmlađi. Dok su se relativno male elektrane koje su napajale lokalni konzum pojavile koncem 19. stoljeća i time udarile temelje proizvodnje i distribucije, prijenos se javlja u prvoj polovini 20. stoljeća, kada započinje korištenje udaljenih hidroelektrana niske proizvodne cijene za napajanje industrijskih postrojenja ili gradskih aglomeracija. Ubrzo nakon toga, prijenos električne energije postaje osnovnim preduvjetom za stvaranje prvih elektroenergetskih sustava.

Gledamo li na današnji *HEP-Operator prijenosnog sustava*, koji se – uz svoje osnovne aktivnosti: razvoj, izgradnju, pogon i održavanje prijenosne mreže i vođenje elektroenergetskog sustava – sve više okreće otvorenom tržištu električne energije i reperkusijama te činjenice na svoj rad, interesantno je uputiti pogled 50 godina unatrag, u vrijeme kada se taj prijenos u nas stvarao.

U monografiji se opisuju prvi dani prijenosa kada još nije imao organizacijsku formu, do 1956. godine. Slijedi razdoblje njegova burna razvoja do 1990. godine, pa razdoblje Domoinskog rata i obnove, da bismo završili s današnjim stanjem i pogledom u budućnost.

Osvrnimo se na faktore koji su dali pečat razvoju prijenosa.

Prvi faktor je svakako eksplozivni rast potrošnje električne energije, koji je u razdoblju 1956. – 1990. godine iznosio u prosjeku 7,4 posto godišnje, a u prvih deset godina tog razdoblja i nešto više od 12 posto, što je imalo za posljedicu udvostručenje proizvodnih kapaciteta i odgovarajućih mreža u razdoblju šest do deset godina. Nisu bile rijetke godine kada je u pogon puštano između 15 i 20 novih objekata prijenosne mreže, kako bi se zadovoljila rastuća potražnja. Kada se u tom tempu – zbog više ili manje birokratskih razloga – zakasnilo, uslijedile su drastične redukcije potrošnje električne energije s teškim ekonomskim i socijalnim posljedicama, kao na primjer 1954. godine a osobito 1973. godine. Takvu školu više nikada ne bi trebalo plaćati.

Drugi značajni faktor u razvoju prijenosa je pionirsko djelovanje. Skoro svi projekti koje su realizirali djelatnici prijenosa bili su nešto novo, s čime se do tada nisu sreli. Nabrojimo samo neke od tih pionirskih projekata:

- prva TS 110/30 kV (Klara) 1949. godine
- prva distantna zaštita 1952. godine
- prvi *shell type* transformator 1953. godine
- prvo spajanje dvaju sinkronih zona 1957. godine
- prva međunarodna interkonekcija s Mađarskom 1958. godine
- prvi vučni voz za prijevoz transformatora i regeneraciju ulja 1960. godine
- prijelaz na napon 220 kV 1962. godine
- prvi stakleni izolator u mreži 1962. godine
- prvi sinkroni kompenzator 1965. godine
- prvi podmorski kabel 110 kV 1968. godine
- prvo korištenje termovizije 1972. godine
- prva baždarnica za precizna brojila 1973. godine
- prijelaz na napon 400 kV 1977. godine
- ugovaranje opremanja današnjeg Nacionalnog dispečerskog centra i četiri centra daljinskog upravljanja 1979. godine.

Osvrnemo li se na nedavne zaključke konzultantske tvrtke *Norton & Rose*, da je prijenosna djelatnost u *Hrvatskoj elektroprivredi* najbliže europskim normativima, i pogledamo li u ovoj monografiji opisan obujam projekata realiziranih u tim godinama, postavlja se pitanje kako je relativno malen broj djelatnika u jednoj novoj djelatnosti postigao takve rezultate. Vjerojatni je odgovor da je za to u prvom redu zaslužna kadrovska politika koju možemo svesti na nekoliko momenata:

- kao mlada djelatnost, prijenos, za razliku od mnogih drugih, nije bio opterećen “zaslužnim kadrovima”
- djelatnici koji su mahom završili elektrotehnički fakultet u Zagrebu, srednje tehničke škole u Zagrebu, Splitu, Rijeci i Osijeku, te elektroprivrednu školu u Zagrebu, selekcijom su stvarali hijerarhijsku strukturu praktički neovisnu o politici
- uvriježen je bio sustav permanentnog školovanja
- prisutna je bila razmjena iskustava i neka vrsta natjecanja s prijenosnim tvrtkama u Jugoslaviji i u inozemstvu
- svaka značajna akcija iz područja razvoja, izgradnje, pogona i održavanja prolazila je stručni savjet s ponekad burnim stručnim raspravama
- sloboda stručnog djelovanja bila je praktički neograničena, prirodno, radilo se u pravilu o pionirskim pothvatima

- rezultat svega bila je pozitivna radna klima.

To su eto razlozi da je jedan relativno snažan prijenos dočekaao teške godine Domovinskog rata.

Procjenjuje se da je, ratnim razaranjima ili privremenom okupacijom, devastirana u većoj ili manjoj mjeri oko trećina prijenosne i distribucijske mreže Hrvatske elektroprivrede i petina elektrana, što dakako nije bilo ravnomjerno raspoređeno čitavim državnim teritorijem. Primjerice, u prijenosnoj mreži Slavonije i Baranje raspoloživa je bila približno trećina mirnodopskih mrežnih kapaciteta a tim kapacitetima opskrbljivalo se više od dvije trećine mirnodopske potražnje električne energije, izgradnjom zavidnog niza privremenih objekata. Dispečerska služba u Dalmaciji, čiji je sustav bilo odvojen od mreže središnje Hrvatske, doista uspješno vodila je taj sustav, kao i elektroenergetski sustav u Hercegovini s kojim je taj sustav ostao povezan.

U razdoblju poslijeratne obnove, sanirana su ratna razaranja na stotinama kilometara prijenosne mreže te brojnim transformatorskim stanicama, u čemu svakako treba istaći potpunu obnovu TS 400/110 kV Ernestinovo, koja je bila posve razorena i temeljito opljačkana, kao i mreže koja je bila povezana s tom transformatorskom stanicom.

Omogućen je značajan europski događaj 2004. godine, koji je upravlján iz hrvatskog Nacionalnog dispečerskog centra: ponovni sinkroni pogon europske interkonekcije UCTE, koja je od 1991. godine do tada, ratnim razaranjima mreže bila razdvojena na dvije sinkrone zone.

Sadašnja prijenosna mreža u Hrvatskoj sadrži preko sedam tisuća kilometara vodova 110 do 400 kV, u tome čak 17 spojnih vodova 400 i 220 kV za prekogranični prijenos, i 113 transformatorskih stanica gornjeg napona 110 do 400 kV ukupne instalirane snage transformatora gotovo 11 GVA.

Broj transformatorskih stanica u proteklom 50-godišnjem razdoblju povećao se gotovo 13 puta, duljina prijenosnih vodova povećala se 9 puta, a isporučena električna energija prijenosnom mrežom povećala se više od 13 puta!

Uvjereni da će djelatnici u prijenosnoj djelatnosti nastaviti putem svojih uspješnih, radišnih i časnih prethodnika, sa zahvalnošću i poštovanjem ih se sjećamo.

dr. Zorko Cvetković i Marijan Kalea

Uvod

Bez električne energije danas, a tako je i od vremena početka njezina komercijalna korištenja, nije moguće zamisliti svakodnevni život ljudi, te svekoliki društveni, gospodarski i industrijski razvoj društva.

Električnu energiju, kao jedan od najčišćih i najučinkovitijih oblika energije, potrošači-kupci uzimaju iz elektroenergetskog sustava u vrijeme i u količini koju zažele u okviru ugovorenog, a ta energija u određenom trajanju izvrši neki koristan rad.

Sustav koji može odgovoriti takvim nimalo jednostavnim zahtjevima korištenja, a to je upravo elektroenergetski sustav, zapravo je elastičan, učinkovit i snažan, te predstavlja ključnu nacionalnu infrastrukturu koja mora imati visok stupanj sigurnosti i pouzdanosti.

Prijenosna mreža je središnja karika u elektroenergetskom sustavu, koji se u najširem smislu proteže od elektrana pa sve do instalacija i trošila potrošača-kupaca.

Tako i prijenos električne energije, kao energetska i elektroprivredna djelatnost, zauzima središnje mjesto u tehnološkom lancu opskrbe potrošača električnom energijom, koji započinje proizvodnjom te, preko prijenosa i distribucije, završava potrošnjom električne energije. Naime, prijenosna mreža i aktivnost prijenosa omogućuju neprekidnu dobavu potrebnih količina električne energije u čvorišta potražnje energije, neovisno o tome koje su elektrane trenutno raspoložive za pogon i koje između njih je trenutno najpovoljnije držati u pogonu.

Nacionalni elektroenergetski sustavi međusobno su povezani interkonekcijskim dalekovodima i tvore kontinentalne sustave u istovremenom pogonu, kakav je primjerice europski elektroenergetski sustav u koji je integriran i hrvatski sustav.

Kako električnu energiju nije moguće uskladištiti, proizvodnja i potrošnja električne energije u elektroenergetskom sustavu u svakom trenutku moraju biti izjednačeni.

Usklađen istovremeni pogon svih dijelova pojedinačnih sustava i povezanih nacionalnih sustava stoga je jedna od najsloženijih i najzahtjevnijih tehnoloških zadaća, a ostvaruje se vođenjem sustava i koordinacijom pogona svih jedinica sustava, pri čemu regulacija elektrana i upravljanje jedinicama prijenosne mreže (dalekovodi i transformatorske stanice) ima posebnu važnost.

Elektroenergetski sustav i njegovi sastavni dijelovi, pa tako i prijenosna mreža, tehnički su se razvijali sukladno stalno rastućoj potražnji električne energije, kao posljedicom industrijskog razvoja i porasta standarda u društvu, te tehnološkom razvoju opreme i uređaja za energetska postrojenja. Organiziranje elektroenergetskih djelatnosti najčešće slijedi osnovni državni konstitucijski ustroj.

Tako na prostorima bivše Jugoslavije promatramo razvoj republičkih elektroenergetskih sustava, a u republičkim sustavima regije u kojima su egzistirali manji, regionalni elektroenergetski sustavi s pripadnim prijenosnim mrežama.

U Hrvatskoj pratimo razvoj regionalnih prijenosnih mreža na području Osijeka, Rijeke, Splita i Zagreba i oblike organiziranja prijenosne djelatnosti u okviru elektroprivredne djelatnosti od 1956. godine do današnjih dana.

Republički dispečing i vođenje elektroenergetskog sustava, sve do uspostavljanja Republike Hrvatske 1990. godine, djelovali su i razvijali su se kao posebna elektroprivredna djelatnost.

Pojedinačni razvoj regionalnih prijenosnih mreža i poduzeća često je, uz brojne prednosti takve organizacije, dovodio i do neusklađene primjene različitih tehnologija, različite opreme i uređaja, organiziranja i različitog pristupa razvoju, pogonu i održavanju mreže usprkos normizaciji, pravilima i uputama u djelatnosti prijenosa na državnoj i republičkoj razini. To je dovelo do različitog stupnja razvoja i razlika među povezanim regionalnim prijenosnim mrežama, koje su se s vremenom i čvršćim republičkim mehanizmima harmonizacije sve više smanjivale.

U tom pogledu, navedimo primjer doista sveobuhvatne i učinkovite harmonizacije na razini čitave Republike – danas dakako države, otpočete 1987. godine: projekt tipske tran-



Dalekovod 400 kV u Dalmaciji

sformatorske stanice gornjeg napona 110 kV, po kojem projektu je do danas izgrađeno četrdesetak takvih objekata.

Ubrzo nakon proglašenja neovisnosti Republike Hrvatske, 1990. godine osnovana je i *Hrvatska elektroprivreda*, a unutar nje po prvi puta 1991. godine uspostavljena je jedinstvena funkcija prijenosa električne energije i vođenja elektroenergetskog sustava u istoj organizacijskoj jedinici na državnoj razini – *Direkciji za prijenos i upravljanje*, koja se s izuzetkom razdoblja 1997.–2005. godine zadržala do danas.

Integriranjem bivših regionalnih poduzeća u jedinstvenu organizacijsku cjelinu u ozračju novog državnog zajedništva započelo je tehničko, tehnološko, normativno i organizacijsko uređivanje dotadašnjih odvojenih poduzeća za prijenos električne energije s punim uvažavanjem posebnosti, tradicije i pojedinačnih stručnih znanja i iskustva.

Rezultat daljeg zajedničkog rada i razvoja prijenosne mreže i djelatnosti potvrđen je velikim i usklađenim doprinosom *Hrvatske elektroprivrede* te prijenosne djelatnosti i vođenja elektroenergetskog sustava u obrani zemlje u Domovinskom ratu, kao i u obnovi ratom uništenih i oštećenih objekata prijenosne mreže, koja je potrajala gotovo do današnjih dana.

Jednako tako u pogledu daljeg tehničkog razvoja i pogona prijenosne mreže u europskom elektroenergetskom sustavu, te u pogledu mjesta i uloge u *Hrvatskoj elektroprivredi*, prijenosna djelatnost je po mnogim elementima i pokazateljima predstavljala uvijek jedan od najstručnijih i najbolje organiziranih segmenata elektroprivredne djelatnosti, koji je usporediv sa sličnim poduzećima u srednjoj i zapadnoj Europi.

U razdoblju 1997.–2002. godine vođenje sustava bilo je potpuno, a u razdoblju 2002.–2005. godine djelomično izdvojeno iz prijenosne djelatnosti u posebnu organizacijsku jedinicu u *Hrvatskoj elektroprivredi*. To je dovelo do podjele jedinstvenih funkcija, nadležnosti i odgovornosti nad upravljanjem jedinicama prijenosne mreže među različitim organizacijskim jedinicama i dodatno usložnjavalo tehnološki i poslovni proces, kako prijenosa – tako i vođenja elektroenergetskog sustava.

Drugu polovinu devedesetih godina prošlog stoljeća, europski elektroenergetski sektor obilježila je reforma tog sektora i liberalizacija tržišta električne energije. Ukidanje monopola jakih nacionalnih elektroprivrednih poduzeća, smanjivanje cijene električne energije uvođenjem konkurencije na strani proizvodnje i opskrbe električnom energijom, te korištenje prijenosne i distribucijske mreže po poznatim i unaprijed objavljenim cijenama te

**Transformator 400/110 kV, 300 MVA
u transformatorskoj stanici 400/220/110 kV Žerjevec**



usluge, glavna su obilježja reforme i liberalizacije a utvrđena su posebnim dokumentom (Direktiva 96/92/EC iz 1996. godine) koji je bio obvezan za sve članice Europske Unije.

Prijenos električne energije je, pored distribucije električne energije, uvršten u tzv. *regulirane* djelatnosti (država regulira njihov ekonomski položaj, nadzorom cijena njihovih usluga), a proizvodnja električne energije i opskrba postaju *tržišne* djelatnosti (njihova cijena određuje se na tržištu, nadmetanjem, konkurencijom).

Razvoj tržišta i nagli porast prekogranične trgovine električnom energijom bitno su promijenili prilike, pogon i ponašanje sudionika na tržištu, pri čemu je često ekonomski interes prevladao tehničku sigurnost pogona.

Reforma energetskeg sektora u Hrvatskoj započela je 2000. godine. Prema Zakonu o tržištu električne energije iz 2001. godine, u kojem je u velikoj mjeri primijenjena europska regulativa, sljedeće godine osnovano je društvo *HEP-Prijenos d. o. o.*, unutar *Hrvatske elektroprivrede*, registrirano za prijenos električne energije.

Nastavak reforme obilježen je restrukturiranjem *Hrvatske elektroprivrede*, stupanjem na snagu velikog broja podzakonskih akata i propisa kojima je reguliran odnos svih subjekata na tržištu električne energije te početkom otvaranja tržišta električne energije u Hrvatskoj.

Današnji organizacijski ustroj prijenosne djelatnosti, pod nazivom *HEP-Operator prijenosnog sustava d. o. o.*, obuhvaća integrirane djelatnosti prijenosa električne energije i vođenja elektroenergetskog sustava u *Hrvatskoj elektroprivredi*, uspostavljen je 2005. godine i odgovara zahtjevima direktiva (osobito Direktive 2003/54/EC iz 2003. godine, koja je nadomjestila Direktivu 96/92) koje je Hrvatska u obvezi primjenjivati u procesu pregovora o pristupu Europskoj Uniji koji su upravo u tijeku.

Jedinstvenom funkcijom djelatnosti prijenosa električne energije i vođenja sustava u istoj organizacijskoj cjelini unutar *Hrvatske elektroprivrede* stvoreni su glavni tehnički i organizacijski uvjeti za ispunjavanje zakonskih obveza, zadaća i nadležnosti od kojih je najvažnija i najodgovornija održavanje sigurnosti pogona elektroenergetskog sustava.

Osnova sadašnjeg organizacijskog ustroja u prijenosnoj djelatnosti su zajedničke temeljne tehničke, ekonomske i pravne funkcije na razini društva, te regionalne organizacijske jedinice – prijenosna područja za pogon i održavanje pripadne prijenosne mreže u Osijeku, Rijeci, Splitu i Zagrebu, a vrlo sličan ustroj imaju i drugi europski operatori prijenosnog sustava.

Tehnički razvoj prijenosne mreže započeo je prvim prijenosnim dalekovodima prije više od pedeset godina, a nastavio se na regionalnoj i republičkoj razini uvođenjem viših naponskih razina, izgradnjom prijenosne mreže i sustava upravljanja.

Nakon osamostaljivanja Republike Hrvatske od 1990. godine i osnivanja *Hrvatske elektroprivrede*, prijenosna je djelatnost integrirana na državnoj razini uključujući i funkciju vođenja sustava. Razvoj prijenosne mreže i djelatnosti, od tada pa sve do današnjih dana, najviše je bio usmjeren na postizanje što veće sigurnosti pogona elektroenergetskog sustava i opskrbe kupaca-potrošača električnom energijom i što bolje povezanosti sa susjednim prijenosnim mrežama, te stalno podizanje tehnološke, a posebice telekomunikacijske i informatičke razine opremljenosti i usko stručnih znanja.

Time je hrvatska prijenosna mreža i djelatnost dobro i pravodobno pripremljena za buduće tehničke i organizacijske izazove i promjene.

Sljedeći koraci u pogledu položaja i razvoja prijenosne djelatnosti u hrvatskom i europskom energetsom sektoru, a s tim u vezi i pripadni organizacijski ustroj, zasigurno će se odvijati prema zakonodavstvu i pravilima Europske Unije, čija je primjena obveza svim zemljama članicama, a taj će status uskoro imati i Hrvatska.