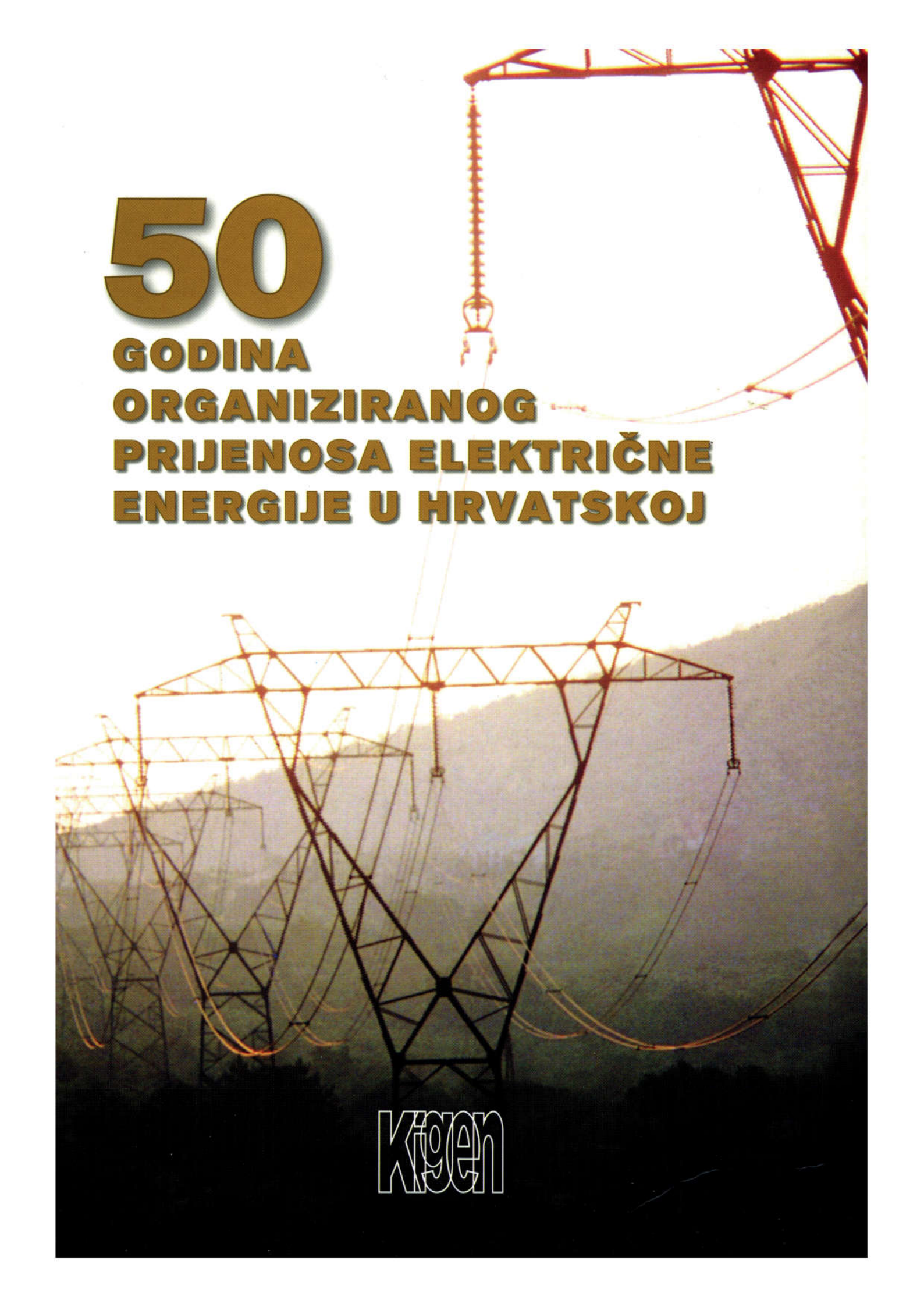




50

GODINA

ORGANIZIRANOG

PRIJENOSA ELEKTRIČNE

ENERGIJE U HRVATSKOJ

KROEN

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 Mihalic</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 Mihalic, 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 Domovinskog 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 upravljao 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.

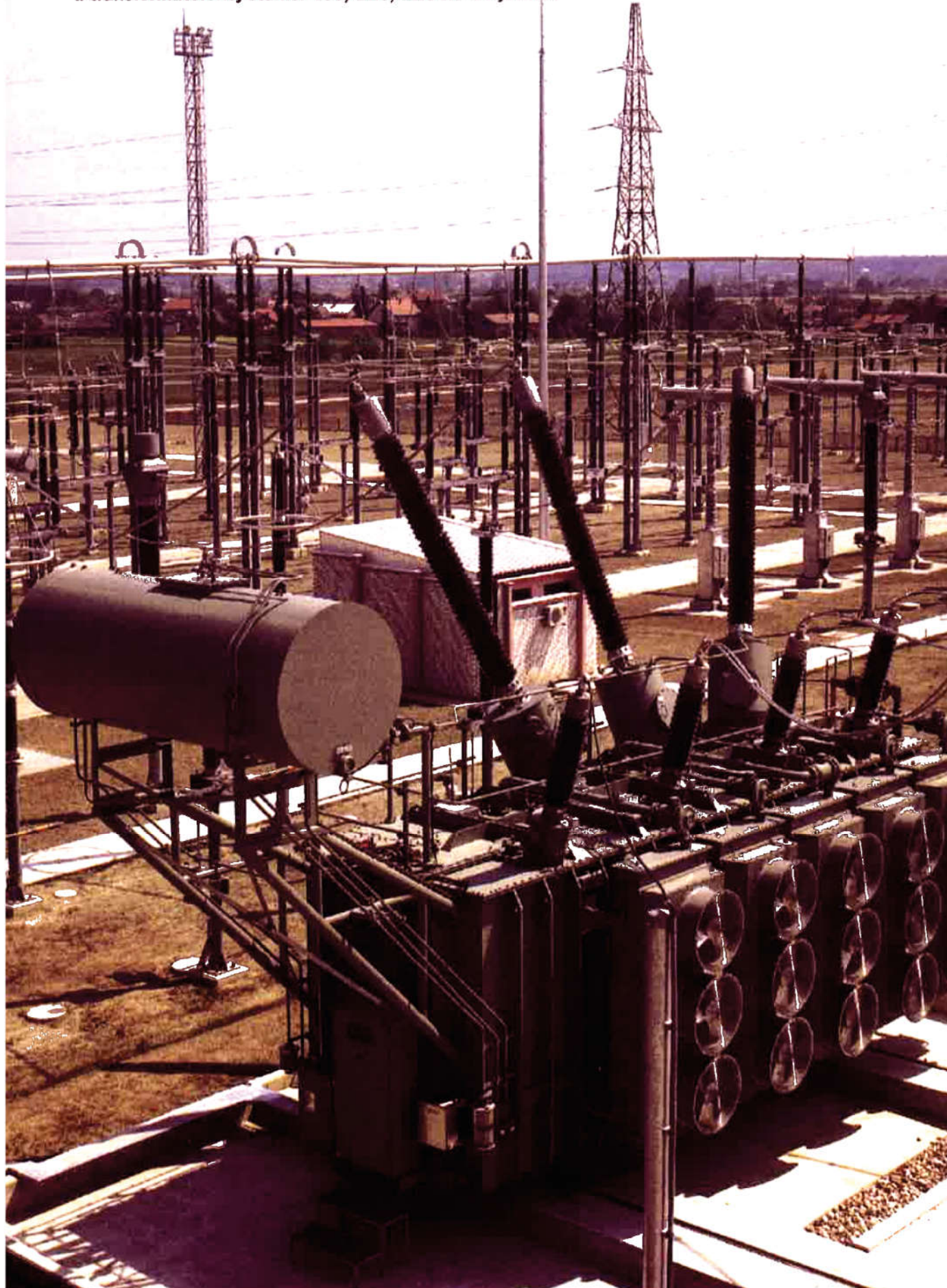
Rezultat daljeg zajedničkog rada i razvoja prijenosne mreže i djelatnosti potvrđen je velikim i usklađenim doprinosom *Hrvatske elektroprivrede* te prijenosne djelatnosti i vođenja elektroenergetskog sustava u obrani zemlje u Domovinskom ratu, kao i u obnovi ratom uništenih i oštećenih objekata prijenosne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



usluge, glavna su obilježja reforme i liberalizacije a utvrđena su posebnim dokumentom (Direktiva 96/92/EC iz 1996. godine) koji je bio obavezan 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.

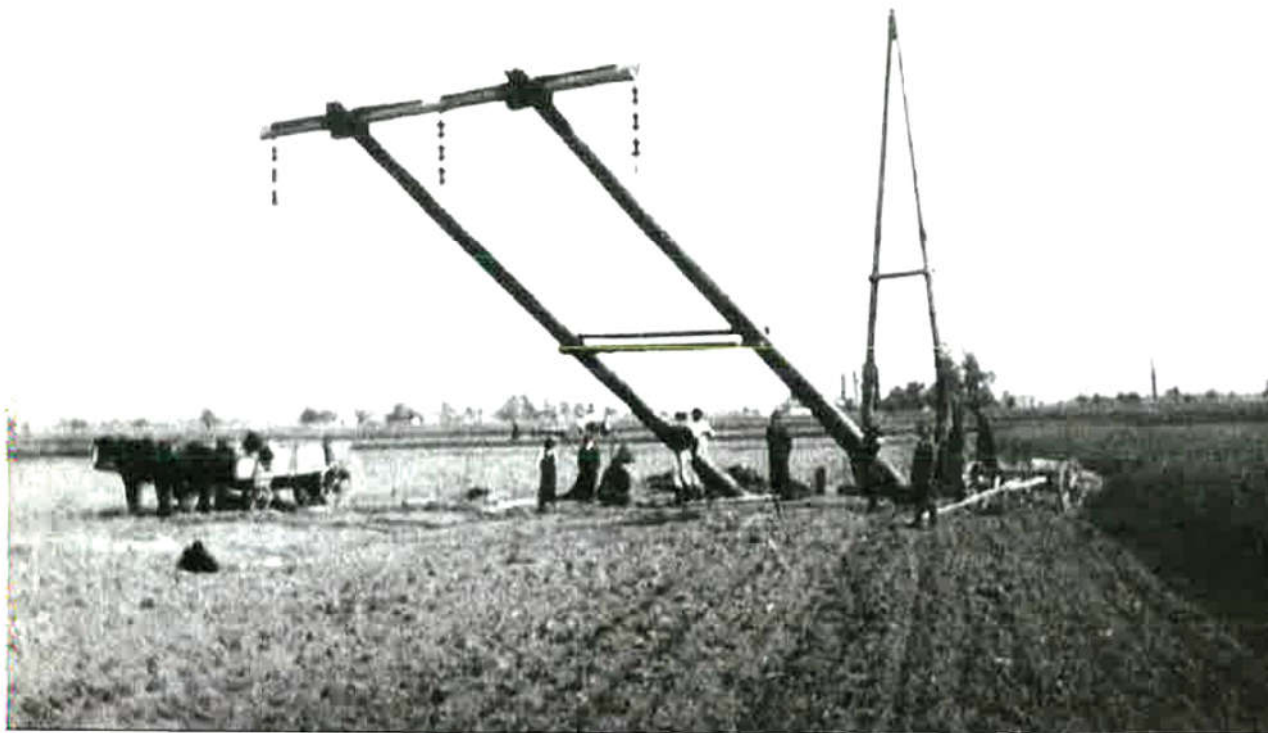
Povijest prijenosa električne energije u Hrvatskoj

Prijenos električne energije je elektroprivredna djelatnost koja (a) omogućuje svakog trenutka kombiniranje proizvodnje električne energije između pojedinih trenutno angažiranih elektrana, na vlastitom području ili iz uvoza, te (b) omogućuje dobavu velikih količina električne energije u glavna čvorišta mreže u skladu s trenutnom potražnjom tih čvorišta, odakle se energija neposredno predaje velikim kupcima, dalje prenosi radi izvoza ili raspodjeljuje djelatnošću distribucije električne energije do pojedinačnih kupaca.

Objekti za prijenos električne energije čine električnu prijenosnu mrežu: to su transformatorske stanice, rasklopna postrojenja te nadzemni i, rjeđe, kabelski vodovi visokog napona. Prijenosnom mrežom osigurava se usklađena uloga elektrana. Tek kooperativnim njihovim radom posredovanjem prijenosne električne mreže može nastati konačni proizvod – električna energija, svojstvene cijene, sigurnosti opskrbe i kvalitete.

Početak prijenosa električne energije organiziranog kao posebna i samostalna djelatnost elektroprivrede u Hrvatskoj zbio se 1956. godine, pa proteklih pedeset godina od tada obilježavamo – između ostalog – i ovom knjigom.

Međutim, postavlja se pitanje što je bilo do tada. Treba li prijenos električne energije promatrati povijesno prema naponskoj razini mreže, pa kazati da prijenos počinje pojavom prvog voda napona 110 kV? Odmah se javlja dopunsko pitanje: koji teritorijalni okvir pri tome uzeti u obzir? Taj odgovor, premda moguće dvojben, ipak je relativno jednostavan, ali mora se na početku kazati: uzimamo u obzir teritorij *sadašnje* Republike Hrvatske. Ostaje još i mogućnost funkcionalnog povijesnog pristupa; kada je prvi put proizvodnja neke elektrane plasirana vodom na znatniju udaljenost? Ili kada su prvi put dvije elektrane, svaka u svom gradu/naselju, povezane vodom za međusobnu ispomocu? Ili kada



Izgradnja dalekovoda 110 kV Zagreb – Brestanica 1943. godine, vod je najprije korišten pod naponom 30 kV, zatim 80 kV, da bi od 1949. godine počelo njegovo korištenje pod naponom 110 kV

je međusobnim povezivanjem više elektrana mrežom na određenom području, nastao zaokruženi elektroenergetski sustav? Ili kada je prvi put neka elektrana povezana vodom za elektroenergetski sustav, a izgrađena za potrebe sustava u cjelini – ne isključivo određenog velikog potrošača ili određenog grada/naselja u svojoj okolini?

Ostavljajući po strani opredjeljenje za jedan odgovor, opišimo povijesni hrvatski odgovor na svako od postavljenih pitanja.

- Premda su neki gradovi ili mjesta dobili ranije elektranu, javnu ili mješovitu (za javnu i industrijsku opskrbu), Vodnjan (1889), Đurđenovac (1891), Rijeka (1892), Čakovec (1893), Bakar (1894) i Zadar (1894. godine), ipak se za Dan Hrvatske elektroprivrede uzima 28. kolovoza, jer je to datum kada je 1895. godine proradila javna hidroelektrana Krka (320 kVA, 42 Hz), četverožični dvofazni vod duljine 11 km, napona 3 kV i transformacija u gradu Šibeniku na napon 110 V. Dakle: elektrana izmjenične struje, visokonaponski prijenos na daljinu, transformacija, i distribucija pri niskom naponu.
- Između 1925. i 1928. godine u pogon se stavljaju transformatorske stanice 50/10 kV u Puli, Karojbi i Svetivinčentu, te dvostruki vod 50 kV, ukupne duljine 103 km, vezan na transformatorsku stanicu u Opicini (pored Trsta). Time nastaje *elektroenergetski podsustav* Istre i Rijeke, oslonjen na dobavu visokonaponskom mrežom iz Italije te iz termoelektrana u Rijeci i Vlaškoj (na rudniku Raša).

- Godine 1930. došlo je do povezivanja Zagreb – Karlovac, vodom duljine 55 kilometara pri naponu 30 kV, radi međusobnog dopunjavanja hidroelektrične proizvodnje u Karlovcu (HE Ozalj, tadašnje snage 3,5 MVA) i termoelektrične proizvodnje u Zagrebu (tada: instalirane snage 44,5 MVA).
- Godine 1940. pušten je u pogon vod 132 kV Opicina – Matulji i TS 132/50 kV Matulji, te je to godina početka primjene “pravog” prijenosnog napona na području sadašnje Hrvatske.
- Godine 1943. izgrađen je vod 110 kV Brestanica (Slovenija) – Zagreb, najprije u pogonu pod naponom 30 kV do zagrebačke elektrane, zatim korišten pod naponom 80 kV, da bi 1949. godine počelo njegovo korištenje pod naponom 110 kV, na potezu Brestanica – Klara.



TS 50/30 kV Lozovac, u pogonu od 1948. godine

TS 110/30 kV Klara, u pogonu od 1949. godine



- Između 1947. i 1954. godine povezane su elektrane u Osijeku, Borovu, Vinkovcima i Županji vodovima napona 35 kV, čime je formiran mali slavonski elektroenergetski sustav.
- Godine 1948. završena je gradnja dalekovoda 110 kV, u pogonu pod naponom 50 kV, HE Kraljevac – TS Lozovac. To je bio začetak regionalnog srednjodalmatinskog elek-

troenergetskog sustava pod naponom 50 kV u kojem su paralelno radile hidroelektrane Kraljevac, Manojlovac, Majdan i Jaruga. Godine 1955. završava se prelazak tog sustava na napon 110 kV.

- Godine 1952. stavljen je u pogon prvi agregat HE Vinodol i vod 110 kV Vinodol–Zagreb (Rakitje). Tijekom 1953. godine priključena su i preostala dva agregata u HE Vinodol, te je ostvarena konačna snaga od 84 MW. To je prva elektrana u Hrvatskoj građena za elektroenergetski sustav u cjelini, a ne samo za lokalne potrebe.

U pojedinim područjima-regijama Hrvatske moguće je sagledati stanovito svojstveno profiliranje tijekom razvoja elektrifikacije, uvjetovano okolnostima – prirodnim, povijesnim, gospodarskim i razvojnim osobitostima tih područja. U svakoj je regiji došlo do prvobitnog povezivanja u regionalni elektroenergetski sustav, prije priključenja elektroenergetskom sustavu zemaljskog obuhvata. Takvo obuhvatnije ili manje obuhvatno povezivanje značilo je ekonomičniju i pouzdaniju opskrbu električnom energijom, pa je bitna odrednica u napretku elektrifikacije.

Regionalni elektroenergetski sustavi pri naponu povezivanja do 50 kV i s ukupnom instaliranom snagom od nekoliko desetaka do stotinjak megavata dočekali su povezivanje u sustav zemaljskog obuhvata. Zbog longitudinalnog zemljopisna oblika i sedamdesetogodišnje državne uključenosti u okvire šire od hrvatskog područja, uzdužna hrvatska povezanost kasno je ostvarena. Pedesetih godina (1952) povezano je Hrvatsko primorje i Istra sa središnjim dijelom Hrvatske pri naponu 110 kV. Početkom šezdesetih godina (1962) povezan je pri naponu 220 kV središnji dio s Dalmacijom, ali ne do Dubrovnika (koji je 1989. godine povezan pri naponu 110 kV na hrvatskom području). Tek krajem sedamdesetih godina (1978), Slavonija i Baranja povezani su sa središnjim dijelom Hrvatske pri naponu 400 kV, a na razini 110 kV još kasnije (1980. godine vodom Slatina–Virovitica i 1984. godine vodom Međurić–Gradiška).

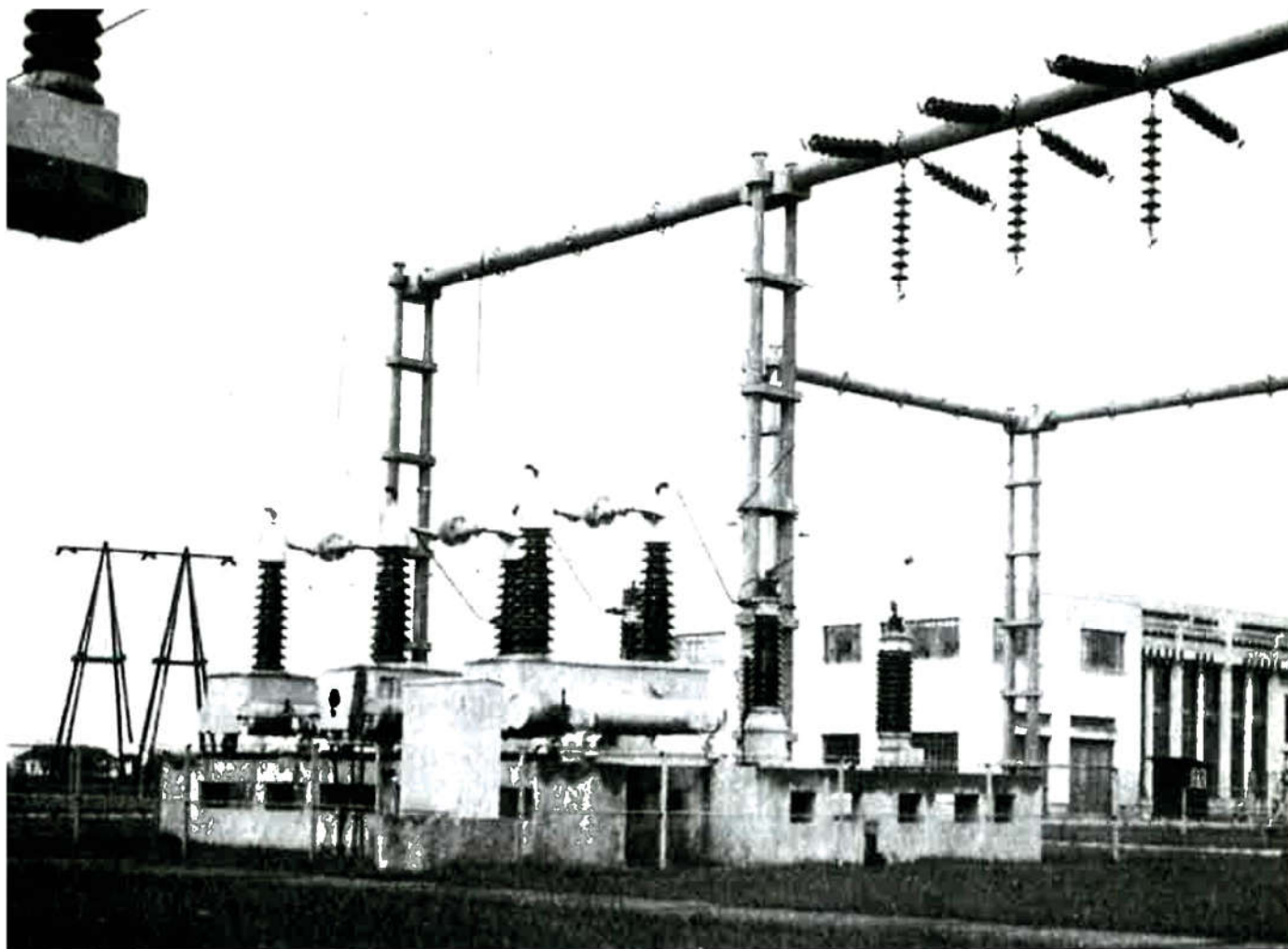
U Istri je javna elektrifikacija pretežitog broja naselja već od druge polovine dvadesetih godina prošlog stoljeća oslonjena na dobavu iz elektroenergetskog sustava sjeverne Italije mrežom 50 kV, bez prethodne gradnje lokalnih elektrana. Između 1925. i 1928. godine u pogon se stavljaju transformatorske stanice 50/10 kV u Puli, Karojbi i Svetivinčentu, te dvostruki vod 50 kV, ukupne duljine 103 kilometra, vezan na transformatorsku stanicu u Opicini. Čitava istarsko-riječka visokonaponska mreža, s termoelektranama u Rijeci i Vlačkoj, bila je krajem tridesetih godina vezana na talijanski elektroenergetski sustav frekvencije 42 Hz. Osnovni opskrbeni čvor postala je TS 132/50 kV Matulji, te vod 132 kV Opicina–Matulji, pušteni u pogon 1940. godine. Prva je zadaća, nakon Drugog svjetskog

rata, bila odijeliti mrežu od talijanskog sustava, prijeći na naš standardni napon 110 kV i frekvenciju 50 Hz. Izgradnjom provizorne transformatorske stanice u Sežani prekinuta je veza istarske i talijanske mreže i učinjen je prijelaz na napon 110 kV. Krajem 1951. godine cijela je Istra, osim ugljenokopa Raša i Bujštine, prebačena na frekvenciju 50 Hz i time u sustav Slovenije i sjeverozapadne Hrvatske.

U Hrvatskom primorju, Gorskom kotaru i Lici brojne su mjesne elektrane radile nepovezano – terenske okolnosti i mala gustoća naseljenosti (Lika, otoci) objektivno su otežavali povezivanje. Do povezivanja, ali samo Rijeke i užeg područja, s elektroenergetskim sustavom sjeverne Italije dolazi neposredno prije Drugog svjetskog rata (1940), a područje povezivanja se donekle širi nakon Drugog svjetskog rata, do Delnica. U Lici i podvelebitskom kraju formira se odvojeno područje povezivanja, krajem pedesetih godina prošlog stoljeća.

U središnjoj Hrvatskoj došlo je već 1930. godine do povezivanja Zagreb–Karlovac, pri naponu 30 kV, ponajprije radi osiguranja rastuće potražnje Zagreba i međusobnog dopunjavanja hidroelektrične proizvodnje u Karlovcu i termoelektrične proizvodnje u Zagrebu, što je poticalo i raniji razvoj lokalnih mreža za opskrbu drugih mjesta na čitavom području. Time je nastala prilično razgranata mreža elektroenergetskog sustava Zagreb–Karlovac i zagorska mreža vezana na Sloveniju. Da se omogućiti veća dobava energije iz Slovenije, izgrađena je provizorna TS 110/30 kV Klara, odakle je vod prema Brestanici – izgrađen u Drugom svjetskom ratu, 1949. godine stavljen pod napon 110 kV. Veza zagorske mreže sa Slovenijom, putem voda 35 kV, bila je preslaba za nagli porast opterećenja i širenje mreže, pa je izgrađen vod 110 kV iz Nedeljanca, kraj Varaždina, do Maribora i TS 110/30 kV Nedeljanec, 1952. godine. Značajna energetska pomoć Zagrebu otpočela je 1952. godine, kad je stavljen u pogon prvi agregat HE Vinodol i vod 110 kV Vinodol–Zagreb (Rakitje). U TS 110/30 kV Rakitje uveden je i vod 110 kV Klara–Brestanica. Tijekom 1953. godine priključena su i ostala dva agregata u HE Vinodol, te je ostvarena konačna snaga od 84 MW. To je prva elektrana u Hrvatskoj građena za elektroenergetski sustav, a ne prvenstveno za lokalne potrebe. Godine 1954. završen je dalekovod 110 kV Zagreb (Rakitje)–Varaždin (Nedeljanec), a na vod je priključen i agregat TE Jertovec (tada TE Konjščina, 15 MW, od ukupne snage 40 MW). Ostvaren je mali elektroenergetski sustav Slovenije i Hrvatske, koji je na mrežnoj razini napona 110 kV povezivao slovenske i elektrane sjeverozapadne Hrvatske (TE Zagreb, TE Jertovec i HE Vinodol).

U sjeverozapadnoj Hrvatskoj je 1958. godine završena izgradnja prvog dalekovoda prema Mađarskoj, DV 120 kV Nedeljanec–Söjtör. To je bio prvi interkonekcijski vod za preko-



TS 110/30 kV Rakitje, u pogonu od 1952. godine

granični prijenos električne energije, ponajprije za plasman viškova hidroelektrične proizvodnje iz Bosne u Mađarsku.

U Dalmaciji je nekoliko većih hidroenergetskih objekata ponajprije izvedeno radi neposredne opskrbe industrije (karbida, cementa, cijanamida) i ugljenokopa: HE Jaruga II (prvi agregat 1903. godine, 2 625 kVA, te vod 15 kV do Tvornice karbida u Crnici), HE Miljacka (tada HE Manojlovac, prvi agregat 1906. godine, ukupna konačna snaga četiri agregata 21 MVA, te vod 30 kV do Tvornice karbida u Crnici), HE Vrilo (tada HE Majdan, 1908. godine, 1 200 kVA, za opskrbu Tvornice cementa u Solinu), HE Roški slap (1910. godine, 1 000 kVA, za opskrbu ugljenokopa u Siveriću) i HE Kraljevac (1912. godine, 32 MVA, te vod 50 kV do Tvornice ferolegura u Dugom Ratu). U stanovitoj mjeri uspostavljaju se i odnosi s lokalnom zajednicom radi javne isporuke električne energije, ali često znatno kasnije od početka industrijskoga korištenja tim elektranama. Stoga je početna mjesna elektrifikacija i ovdje ostvarivana gradnjom lokalnih elektrana. Prestankom ratnih operacija u Drugom svjetskom ratu u Dalmaciji, već ujesen 1944. godine prišlo se osposobljavanju mreže, jer su u tom dijelu Hrvatske razaranja bila najveća. Nakon nužnih popravaka

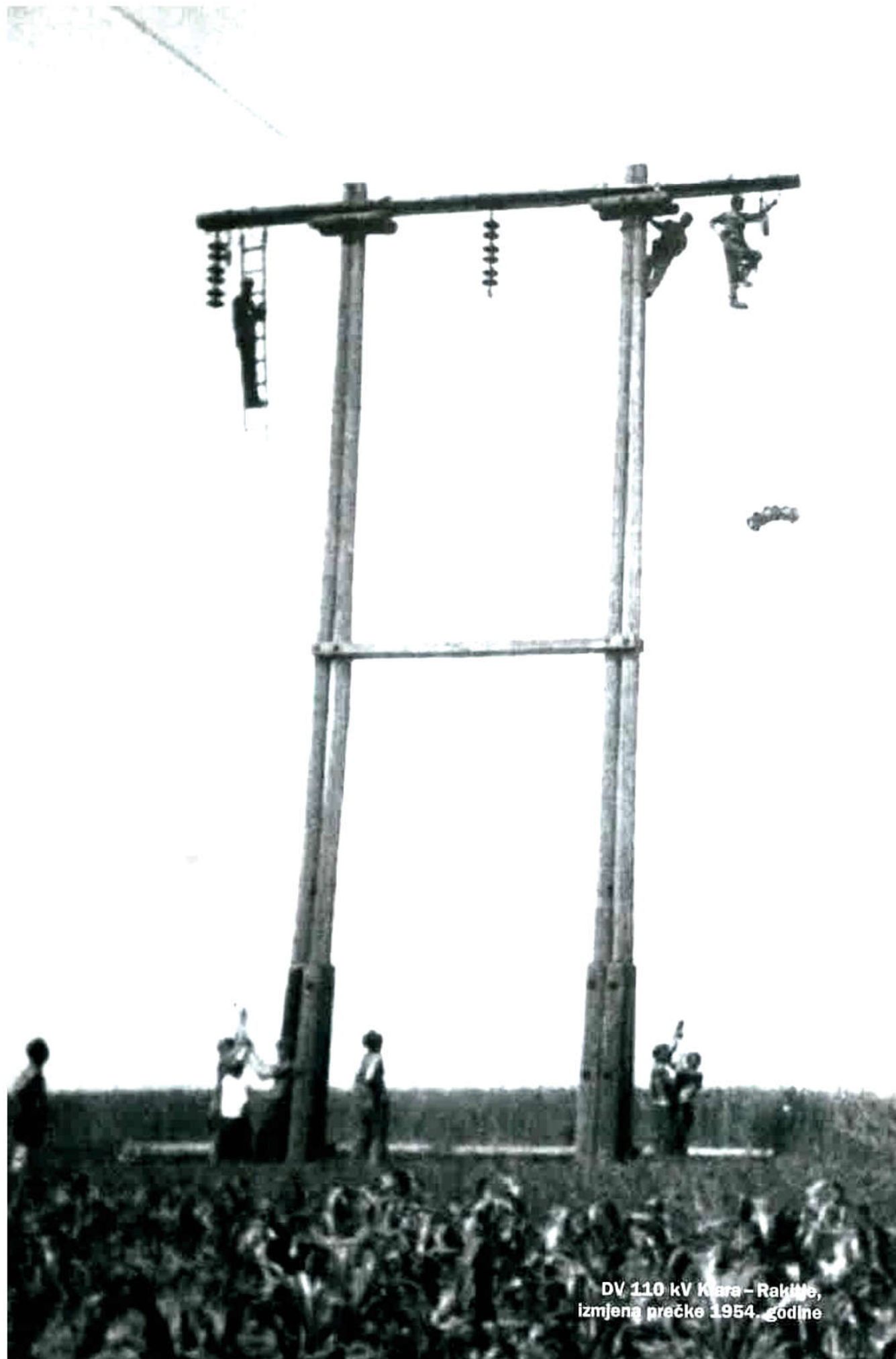
i mnogih improvizacija, osposobljene su postojeće elektrane i vodovi, a sredinom 1948. godine završen je dalekovod 110 kV, u pogonu pod naponom 50 kV, HE Kraljevac–TS Lozovac. Time je stvoren srednjodalmatinski elektroenergetski sustav u kojem su paralelno radile hidroelektrane Kraljevac, Manojlovac, Majdan i Jaruga. Zatim su građeni vodovi 110 kV Kraljevac–Dugi Rat, Kraljevac–Mostar, pa vod Kraljevac–Split–Šibenik, s pripadnim transformatorskim stanicama. Do 1955. godine potpuno je napušten napon 50 kV i nadomješten pogonom pod naponom 110 kV.

Dakako, otoci duž cijele jadranske obale u početno su doba odvojeno elektrificirani. Tek u drugoj polovici pedesetih godina prošlog stoljeća dolazi i do uključenja većih otoka u elektroenergetski sustav, srednjonaponskim podmorskim kabelima. Tijekom 1994. godine okončano je uključanje tih otoka u sustav na razini 110 kV ("Otočna veza").

U Slavoniji i Baranji došlo je do povezivanja u regionalni elektroenergetski sustav tek nakon Drugog svjetskog rata, ponajprije zbog nepostojanja primarnih izvora energije za podmirivanje veće potražnje. Moralo se uzdržavati stanje uglavnom pojedinačnih-mjesnih elektrana u većim mjestima i ne poticati širenje elektrifikacije. Da se iskoriste na najbolji način, povezane su elektrane u Osijeku, Borovu i Vinkovcima vodovima 35 kV. Povezivanje je počelo 1947. godine, a priključkom TE Županja 1954. godine formiran je mali slavonski elektroenergetski sustav. Okolnosti su se privremeno poboljšale kad je stavljen u pogon vod 110 kV od Doboja do Slavanskog Broda (1956), a zatim do Osijeka (1957) s transformatorskim stanicama 110/30 kV u oba grada.

Elektrifikacija se širila, a opterećenje naglo raslo, pa se ponovno pokazalo da u središnjoj Hrvatskoj manjka električne energije. Kako su se u Bosni pojavili energetske viškovi, odlučeno je da se na trasi Jajce–Zagreb izgradi vod 110 kV s dvije trojke, predviđen za prijelaz na napon 220 kV. Taj prijelaz nije bio nikad ostvaren. Početkom 1957. godine pod napon je stavljena jedna trojka i odvojeno (radijalno) je napajala novu TS 110/30 kV Resnik. Nakon opsežnih analiza, priprema i ispitivanja u mreži, u prosincu 1957. godine u Zagrebu su spojeni u paralelni rad elektroenergetski sustavi zapadnog i istočnog dijela države, putem obje trojke tog voda 110 kV. Time je cijela tadašnja Jugoslavija (bez Makedonije i Kosova) imala jedinstveni elektroenergetski sustav u sinkronom pogonu na razini 110 kV.

Na razini 110 kV ipak nije postojao jedinstveni *hrvatski* elektroenergetski sustav. On je bio grupiran u tri dijela, odijeljena na teritoriju Hrvatske, ali povezana preko Bosne i Hercegovine: (a) slavonski dio, (b) dio koji obuhvaća središnju Hrvatsku s Gorskim kotarom, Hrvatskim primorjem i Istrom, te (c) Dalmacija (uz izdvojeno područje Dubrov-



DV 110 kV Kora-Rakine,
izmjena prečke 1954. godine

nika, vezano vodom 35 kV na hercegovačku mrežu). U to vrijeme, u pogon su stavljene TE Konjščina (15 MW, 1954. godine i 25 MW, 1958. godine; danas KTE Jertovec), EL-TO Zagreb 2 (33 MW, 1955. godine), HE Gojak (48 MW, 1959. godine) i HE Peruća (42 MW, 1960. godine).

Intenzivni porast potrošnje električne energije ukazivao je na skoro potrebu uvođenja superponiranog napona 220 kV. Studije o planiranju jugoslavenske superponirane mreže bile su pedesetih godina vrlo intenzivne. Konačno je 1959. godine odobrena trasa voda 220 kV Zakućac–(Brinje)–Zagreb (Mraclin), duljine 354 km. Vod je stavljen u pogon početkom 1962. godine, kad je proradila nova HE Zakućac (prva etapa: 2×108 MW). Time su povezani elektroenergetski sustavi Dalmacije i središnje Hrvatske. Inače, prvi vod nazivnog napona 220 kV izgrađen je 1997. godine na potezu Zakućac–Mostar, ali je do 1962. bio u pogonu pod naponom 110 kV.

Nakon stavljanja u pogon prvog voda 220 kV u Hrvatskoj, mreža 220 kV širila se i u idućih deset godina izgrađeno je 17 vodova 220 kV, rasklopna stanica 220 kV Brinje i još četiri



Istovar transformatora u TS 110/30 kV Matulji 1955. godine



Transport transformatora u TS 110/35 kV Meterize 1955. godine

transformatorske stanice gornjeg napona 220 kV (Đakovo, Međurić, Pehlin i Bilice). Zatim stagnira, jer je uvođenjem napona 400 kV na toj naponskoj razini izgrađivana osnovna prijenosna i interkonekcijska mreža.

Spoj sa Slavonijom na hrvatskom području ostao je samo na razini 35 kV (vod Međurić–Nova Gradiška–Slavonski

Brod). TS 220/110 kV Đakovo vezana je 1967. godine na bosansku mrežu jednim vodom 220 kV, a 1972. godine drugim takvim vodom.

Do izgradnje mreže 400 kV, u Hrvatskoj su izgrađene brojne elektrane: 1962. godine TE-TO Zagreb 1 (64 MW), 1965. godine HE Senj (216 MW) i HE Dubrovnik (216 MW), 1968. godine HE Rijeka (37 MW), a 1970. godine HE Sklope (23 MW), TE Plomin I (tadašnje instalirane nazivne snage 125 MW), TE Sisak (prva etapa, 210 MW), EL-TO Zagreb (prva etapa, 12 MW) i 1974. godine HE Orlovac (237 MW). Od 1974. godine u pogonu je i prva elektrana izgrađena sredstvima Hrvatske izvan područja Hrvatske, TE Tuzla IV (210 MW), a od 1975. godine HE Varaždin (94 MW). Godine 1976. interventno se završava PTE Osijek (50 MW), KTE Jertovec (60 MW), a TE Sisak dograđena je drugim agregatom (dodatnih 210 MW).

Jugoslavenski elektroenergetski sustav uključen je 1974. godine u europsku mrežu UCPTE. Europsku elektroenergetsku interkonekciju UCTE (kako se sada zove), danas čine objedinjeni elektroenergetski sustavi u gotovo cijeloj Europi, pa je on postao sigurniji, a frekvencija stabilnija.

Mreža 400 kV izgrađena je kao prsten koji povezuje sva područja tadašnje Jugoslavije. Vodovi i postrojenja na području Hrvatske samo su dijelovi tog sustava. Prvi terenski radovi na izgradnji mreže 400 kV počeli su 1974. godine. Sjeverna magistralna linija Obrenovac–Ernestinovo (Osijek)–Tumbri (Zagreb)–Maribor, stavljena je u pogon sredinom 1978. godine, čime je slavonsko-baranjska mreža povezana sa središnjom Hrvatskom. Južna magistrala, Konjsko (Split)–Melina (Rijeka)–Divača (Slovenija) u pogonu je pod

naponom 400 kV od 1981. godine. TS 400/220/110 kV Konjsko i vod Mostar–Konjsko u pogonu su pod naponom 400 kV od 1983. godine.

Godine 1978. ide u pogon TE Rijeka (320 MW), 1979. godine TE-TO Zagreb 2 (110 MW) i 1980. godine u EL-TO Zagreb ulazi u pogon blok od 30 MW, 1981. godine dograđuje se HE Zakućac novim agregatima 2×135 MW, zatim 1982. godine ulazi u pogon HE Čakovec (76 MW), 1984. godine reverzibilna (crpno-akumulacijska) hidroelektrana Velebit (276 MW u turbinskom radu), 1985. godine TE-TO Osijek (električne snage 45 MW), te 1989. godine HE Dubrava (76 MW) i HE Đale (41 MW). Od godine 1981. u pogonu je NE Krško/Slovenija, 50 posto u vlasništvu *Hrvatske elektroprivrede*, što znači sadašnjih 354 MW, od ukupno 708 MW sadašnje instalirane snage u toj elektrani.

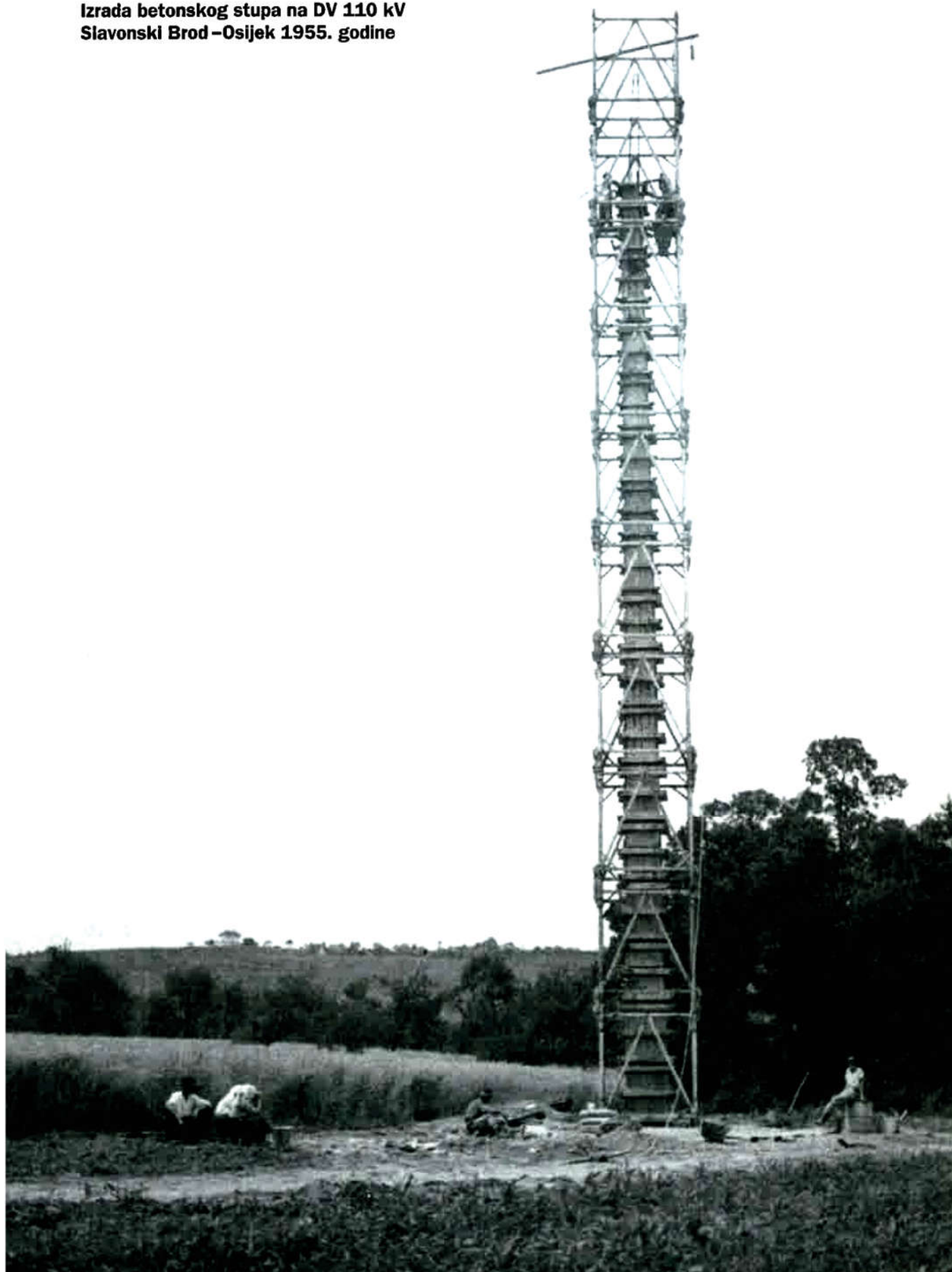
Poželjni oblik *kičme*, hrvatski elektroenergetski sustav dobio je završetkom izgradnje voda 400 kV Melina–Tumbri ratne 1992. godine. Područje Dubrovnika povezano je 1963. godine na naponskoj razini 110 kV prema Mostaru, a od 1989. godine prema srednjoj Dalmaciji vodovima 110 kV duž hrvatskog područja. Godine 1999. izgrađen je međudržavni DV 2×400 kV Žerjavinec – Heviz/Mađarska.

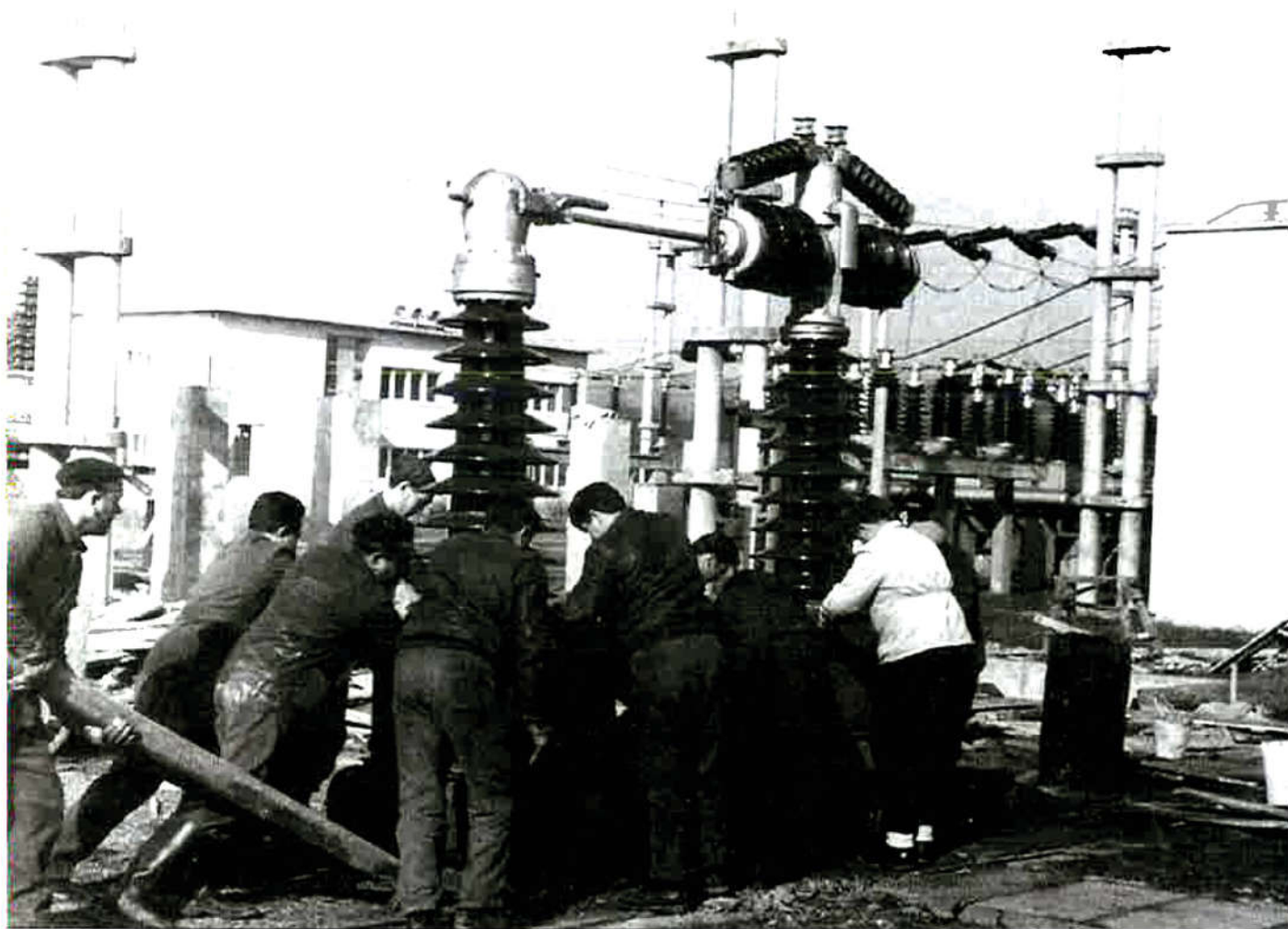
U ratu 1991/92. godine, ratnim razaranjima ili privremenom okupacijom, devastirano je u većoj ili manjoj mjeri oko trećina prijenosne i distribucijske mreže Hrvatske elektroprivrede i petina elektrana, što dakako nije ravnomjerno raspoređeno čitavim državnim teritorijem. Primjerice, u prijenosnoj mreži Slavonije i Baranje raspoloživa je bila približno trećina mirnodopskih mrežnih kapaciteta a tim kapacitetima opskrbljivalo se više od dvije trećine mirnodopske potražnje električne energije. Dakako, uz naglašeno smanjenu pouzdanost i prigušenu kvalitetu električne energije.

Ratna razaranja prijenosne mreže u Hrvatskoj dovela su do toga da se europska interkonekcija UCTE razdvojila na dvije sinkrone zone. U drugoj sinkronoj zoni našli su se elektroenergetski sustavi jugoistočne Europe (istočni dio Bosne i Hercegovine, Srbija i Crna Gora, Makedonija, Grčka, i – u sinkronom radu s drugom zonom od 1994. godine Rumunjska i od 1996. godine Bugarska, te nakon njih i Albanija), a u prvoj sinkronoj zoni sve preostale zemlje, uključujući Hrvatsku i Sloveniju te dio mreže u Bosni i Hercegovini.

Za Hrvatsku je od strateškog značaja bila izgradnja 400 kilovoltnog voda Žerjavinec–Heviz, okončana 1999. godine, jer je to alternativni spojni put Hrvatske prema prvoj zoni UCTE preko Mađarske; obje dotadašnje 400 kilovoltne veze bile su preko Slovenije (Zagreb–Krško i Melina–Divača).

**Izrada betonskog stupa na DV 110 kV
Slavonski Brod – Osijek 1955. godine**





Montaža prekidača 110 kV u TS 110/30 kV Slavonski Brod 1956. godine

Godine 1994. interventno ulazi u pogon PTE Dujmovača (48 MW), da bi – nakon ratnog smirivanja, bila preseljena kao novi blok u EL-TO Zagreb (1998). Također, u ratu, instalirana je PTE Slavonski Brod (13,5 MW), te dizelski agregati (ukupne snage 29 MW) najprije u Dalmaciji (1993), da bi bili kasnije preseljeni u Vukovar (1997).

Godine 2000. počinje korištenjem TE Plomin II, elektrana zajednički građena sredstvima Hrvatske elektroprivrede i njemačkog RWE (210 MW), a 2003. godine ulazi u pogon kogeneracijski kombi-blok od 202 MW u TE-TO Zagreb.

Sadašnji svoj oblik hrvatska prijenosna mreža superponiranog napona 400 kV i 220 kV, dobila je obnovom ratom razorene TS 400/110 kV Ernestinovo i mreže priključnih vodo-va te izgradnjom TS 400/220/110 kV Žerjavinec, što je okončano 2004. godine, kada su obje sinkrone zone UCTE-a ponovno spojene u jedinstveno sinkrono područje, ukupne instalirane snage elektrana od oko 600 GW i godišnje proizvodnje električne energije od oko 2500 TWh. To spajanje (*rekonekcija* europskih sinkronih zona) obavljeno je uz nadzor i nalogima iz hrvatskog Nacionalnog dispečerskog centra u Zagrebu.

Tablica 1. Elektrane (raspoložive snage veće od 10 MW), prema početnim godinama stavljanja u pogon

Početna godina	Elektrana	Raspoloživa snaga (MW) 2005
1906.	HE Miljacka (HE Manojlovac)	24
1907.	EL-TO Zagreb (Munjara u Zagrebu)	90
1912.	HE Kraljevac	46,6
1952.	HE Vinodol	84
1954.	TE Jertovec (TE Konjščina)	83
1959.	HE Gojak	48
1960.	HE Peruća	41,6
1962.	HE Zakučac	486
1962.	TE-TO Zagreb	337
1965.	HE Senj	216
1965.	HE Dubrovnik	216
1968.	HE Rijeka	36
1970.	TE Sisak	396
1970.	TE Plomin I	98
1970.	HE Sklope	22,5
1974.	HE Orlovac	237
1975.	HE Varaždin	86,5
1976.	PTE Osijek	48
1978.	TE Rijeka	303
1982.	HE Čakovec	77,5
1984.	RHE Velebit (RHE Obrovac)	276
1985.	TE-TO Osijek	42
1989.	HE Dubrava	77,8
1989.	HE Đale	40,8
2000.	TE Plomin II	192

Raspoloživa snaga elektrana na području Hrvatske 2006. godine bila je oko 3700 MW (oko 2100 MW u hidroelektranama i 1600 MW u termoelektranama), a uz hrvatski dio NE Krško od 338 MW, ukupna raspoloživa snaga je nešto preko 4000 MW. Elektrane izvan područja Hrvatske, u čiju je izgradnju Hrvatska ulagala financijska sredstva, ukupne su instalirane snage 650 MW (u Bosni i Hercegovini, te Srbiji).

U tablici 1. prikazane su elektrane raspoložive snage veće od 10 MW, u elektroenergetskom sustavu Hrvatske, prema godinama prvobitnoga puštanja u pogon, te je navedena sadašnja njihova raspoloživa snaga. Pri ranijem pojedinačnom tekstualnom spominjanju agregata u elektranama po pojedinim godinama puštanja u pogon, navođene su njihove instalirane snage!

Raspoloživa snaga je razlika instalirane snage i snage vlastite potrošnje elektrane, to je snaga koja je doista neto-iskoristiva u elektroenergetskom sustavu. (U termoelektranama je snaga vlastite potrošnje oko pet posto instalirane snage, ali to varira prema prilikama u svakoj pojedinoj elektrani.)

Transformatorskih stanica 2006. godine u prijenosnoj mreži HEP-OPS gornjeg napona 400 kV ima pet, gornjeg napona 220 kV ima šest, a gornjeg napona 110 kV ima ukupno 102. Instalirana snaga transformatora je 4 100 MVA (400 kV), 2 100 MVA (220 kV) i 4 680 MVA (gornjeg napona 110 kV). U tablicama 2, 3. i 4, prikazane su transformatorske stanice prema godinama stavljanja u pogon pod svojim gornjim naponom.

Na slici 1 prikazan je razvoj broja transformatorskih stanica 110 do 400 kV u prijenosnoj mreži u 50-godišnjem razdoblju, dakle od 1956. do 2006. godine. Na slici 2 prikazan je razvoj ukupnih instaliranih snaga transformatora u tim transformatorskim stanicama.

Tu su prikazane dakako one transformatorske stanice koje su u vlasništvu današnjeg *HEP-Operatora prijenosnog sustava*. Nisu navedena ona rasklopna postrojenja koja su vlasništvu današnje *HEP-Proizvodnje* te izravnih kupaca električne energije, kao niti one transformatorske stanice gornjeg napona 110 kV koje su u vlasništvu *HEP-Operatora distribucijskog sustava* (HEP-ODS). Premda će se u opisima razvoja prijenosne mreže na pojedinim regionalnim područjima ponekad spominjati i takvi objekti, jer – naprosto – bez njihova spominjanja kao i nekih vodova 110 kV, također u vlasništvu HEP-ODS ili izravnih kupaca električne energije, taj opis ne bi bio dovoljno jasan i cjelovit.

Ovdje spomenimo samo najznačajnije rasklopne stanice napona 400 kV i 220 kV, koje su sastavni objekti prijenosne mreže, a nisu u današnjem vlasništvu HEP-OPS-a. To su: postrojenje 400 kV u RHE Velebit, i postrojenja 220 kV u termoelektranama Sisak i Plomin, te u hidroelektranama: Senj, Zakućac, Orlovac i Dubrovnik. U dijelu tih elektrana postoji i transformacija 400/110 kV odnosno 220/110 kV.

Tablica 2. Transformatorske stanice gornjeg napona 110 kV

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 110 kV	Naziv transformatorske stanice	Napomena
1.	1940.	132/50 kV MATULJI	1948.: transformacija 110/50 kV 1955.: transformacija 110/30 kV 1991.: transformacija 110/10 kV – nova TS na istoj lokaciji 2004.: transformacija 110/20 kV
-	1949.	110/30 kV KLARA	1989.: potpuno obustavljeno korištenje!
2.	1952.	110/30/10 (20) kV RAKITJE	
3.	1952.	110/35 kV NEDELJANEC	
4.	1955.	110/35/10 kV DUGI RAT	1995.: 110/30/15 kV 2002.: 110/30/10 kV 2005.: 110/35/10 kV
5.	1955.	110/35 kV METERIZE	
6.	1955.	110/35 kV KRALJEVAC	od 1955. do 1968. rasklopna stanica 110 kV 1968.: TS 110/35 kV
7.	1956.	110/30 kV RESNIK	
8.	1956.	110/35 kV SL. BROD	do 1966.: TS 110/30 kV, a od 1968. oba tr. 110/35 kV
9.	1957.	110/35 kV OSIJEK 1	do 1964.: TS 110/30 kV, a od 1965. oba tr. 110/35 kV
10.	1957.	110/35 i 110/10 kV RAŠA	2006.: izgrađena nova TS na istoj lokaciji
-	1959.	110/35 kV PULA	1989.: ukinuto korištenje, izgrađena TS 110/35/10 kV Šijana na toj lokaciji
11.	1960.	110/35 kV STON	
12.	1960.	110/35 kV PRAČNO	od 1960. do 1963.: naziv je TS 110/35 kV Sisak
-	1960.	110/30 kV VRBOVSKO	1987.: ukinuto korištenje, nakon izgradnje TS 110/35 kV Delnice
13.	1961.	110/35 kV ZADAR	
14.	1963.	110/35 kV BUJE	2007.: izgrađena nova TS na istoj lokaciji
15.	1963.	110/35/10 kV VINKOVCI	
16.	1964.	110/35 kV KOMOLAC	1991.: razoreno postrojenje 110 kV 1993.: novo postrojenje 110 kV
17.	1964.	110/35 kV ZABOK	

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 110 kV	Naziv transformatorske stanice	Napomena
19.	1966.	110/35 kV BJELOVAR	
20.	1966.	110/35 kV VIROVITICA	
21.	1969.	110/35 kV KOPRIVNICA	
22.	1969.	110/35/10 kV SUČIDAR	
23.	1971.	110/35 kV KRASICA	
24.	1971.	110/35/10 kV POŽEGA	
25.	1971.	110/30/10 kV JARUN	od 1955. do 1968. rasklopna stanica 110 kV 1968.: TS 110/35 kV
26.	1971.	110/35 kV ČAKOVEC	
27.	1971.	110/35 kV LIČKI OSIK	od 1965. – 1971.: pod naponom 35 kV od 1971. – 1981.: pod naponom 110 kV od 1981.: nova TS 110/35 kV na istoj lokaciji
28.	1972.	110/35/10 kV OSIJEK 2	do 1964.: TS 110/30 kV, a od 1965. oba tr. 110/35 kV
29.	1972.	110/35/10 kV NAŠICE	
30.	1972.	110/35/10 kV VUKOVAR	
31.	1973.	110/35 kV KAŠTELA	
32.	1973.	110/35 kV IVANIĆ GRAD	
34.	1974.	110/20 kV CRIKVENICA	do 1999.: transformacija 110/35 kV
35.	1974.	110/35/10 kV B. MANASTIR	
36.	1974.	110 kV RP PODSUSED	
37.	1976.	110/35 kV KRK	2006.: transformacija 110/20 kV
38.	1976.	110/35 kV PAZIN	
39.	1977.	110/35 kV OBROVAC	
33.	1977.	110/35 kV LUDBREG	
40.	1978.	110/35 kV STARI GRAD	
41.	1978.	110/35 kV N. GRADIŠKA	
42.	1979.	110/35/10 kV SLATINA	
43.	1979.	110/35/10 kV ĐAKOVO 2	
44.	1979.	110/35 kV OPUZEN	
46.	1980.	110/35/10 i 110/20 kV POREČ	2005.: transformacija 110/20 kV Trafo 2

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 110 kV	Naziv transformatorske stanice	Napomena
48.	1980.	110/35/10 kV KRIŽEVCI	
49.	1980.	110/20 kV SAMOBOR	
28.	1981.	110/35/10 kV VALPOVO	
29.	1981.	110/10 kV BIOGRAD	1993.–1994.: bez postrojenja 110 kV, u blizini postavljena TS 110/10 kV Kava 2002.: transformacija 110/10 kV
30.	1981.	110/35 kV IMOTSKI	
31.	1982.	110/10(20) kV ZDENČINA	
32.	1982.	110/30 kV DUGO SELO	
33.	1983.	110 kV RP OMIŠALJ	
34.	1983.	110/35 kV DARUVAR	
35.	1983.	110/35/10 kV VARAŽDIN	
36.	1983.	110/20 kV ZAPREŠIĆ	
37.	1984.	110/20 kV LOVRAN	do 2004.: transformacija 110/10 kV
38.	1984.	110/35 kV SINJ	
45.	1985.	110/35 kV VRBORAN	
39.	1985.	110/35 kV KNIN	
40.	1985.	110/35 kV TROGIR	
41.	1985.	110/35/10 kV STRAŽA	
42.	1986.	110/35/10 kV ŠVARČA	
43.	1987.	110/35 kV DELNICE	
44.	1987.	110/35 kV GRAČAC	
45.	1987.	110/35 kV OTOČAC	
46.	1987.	110/35 kV VIRJE	
47.	1987.	110/35/10 kV PRELOG	
48.	1987.	110/20 /10 kV BOTINEC	
49.	1987.	110/35 kV ŽELJEZARA	
50.	1988.	110/35/10 kV DOLINKA	
51.	1988.	110/35/10 kV NIJEMCI	
52.	1988.	110/10 kV OSIJEK 3	
53.	1988.	110/35 kV BLATO	

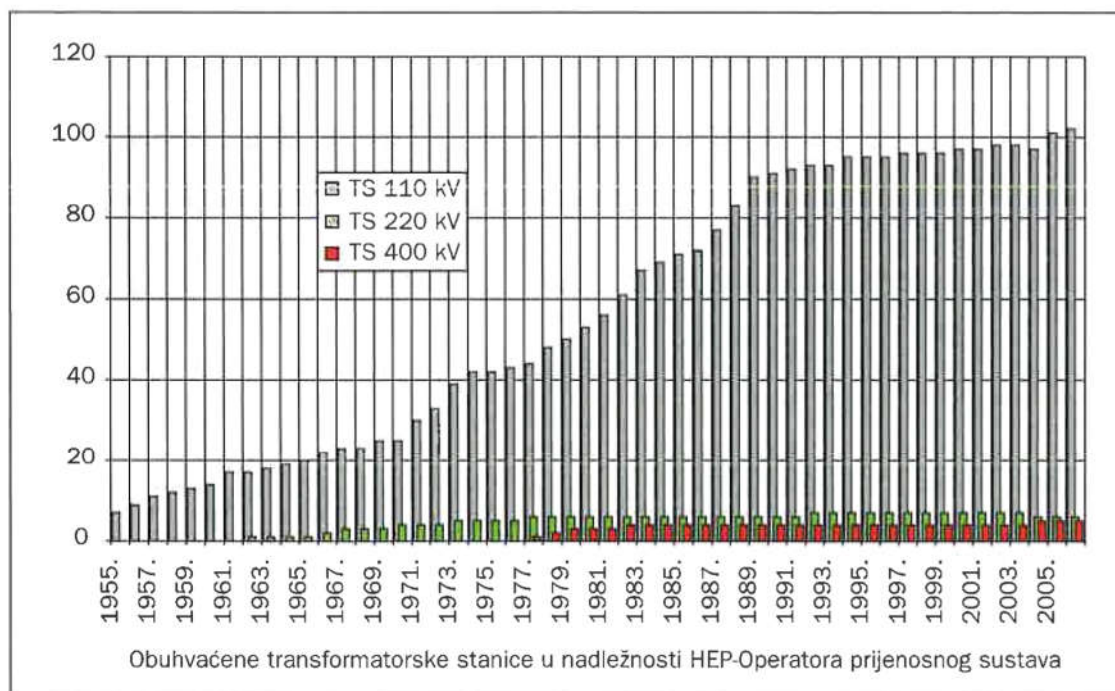
Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 110 kV	Naziv transformatorske stanice	Napomena
55.	1988.	110/35 kV NEREŽIŠĆA	
56.	1988.	110/20/10 kV DUBOVAC	
57.	1988.	10/20 kV TRPIMIROVA	
58.	1989.	110/35 i 110/35/10 kV ROVINJ	
59.	1989.	110/35 kV LOŠINJ	
60.	1989.	110/35/10 kV ŠIJANA	
61.	1989.	110/35/10 kV Makarska	
62.	1989.	110/10 (20) kV DUBEC	
63.	1989.	110/10 (20) kV MLINOVAC	
64.	1989.	110/10 (20) kV PETRINJA	
65.	1990.	110/35/10 kV SL. BROD 2	
-	1991.	110/35 kV "505"	ratni provizorij – uklonjen 2004. godine
66.	1990.	110/35/10 kV NIN	
89.	1992.	110/35 kV DONJI LAPAC	od 1991.: izvan pogona
-	1993.	110/35 kV KAVA	ratni provizorij – uklonjen 1994. godine
90.	1993.	110/20 kV RAB	
91.	1994.	110/35/10 kV NOVALJA	
92.	1996.	110/10 kV ZADAR CENTAR	
93.	1997.	110/(20)10 kV PAG	
94.	1998.	110/20/10 kV IVANEC	
95.	1999.	110/35 kV DONJI MIHOLJAC	
96.	2000.	110/35 i 110/10 kV KATORO	do 2002.: transformacija 110/10 kV
97.	2002.	110/35 kV DUBROVA	
98.	2005.	110/10 kV SUSAK	
99.	2005.	110/20 kV DUNAT	
100.	2005.	110/(20)10 kV DOBRI	
101.	2005.	110/35/10 kV OŠTARIJE	
102.	2006.	110/20 kV KRAPINA	

Tablica 3. Transformatorske stanice gornjeg napona 220 kV

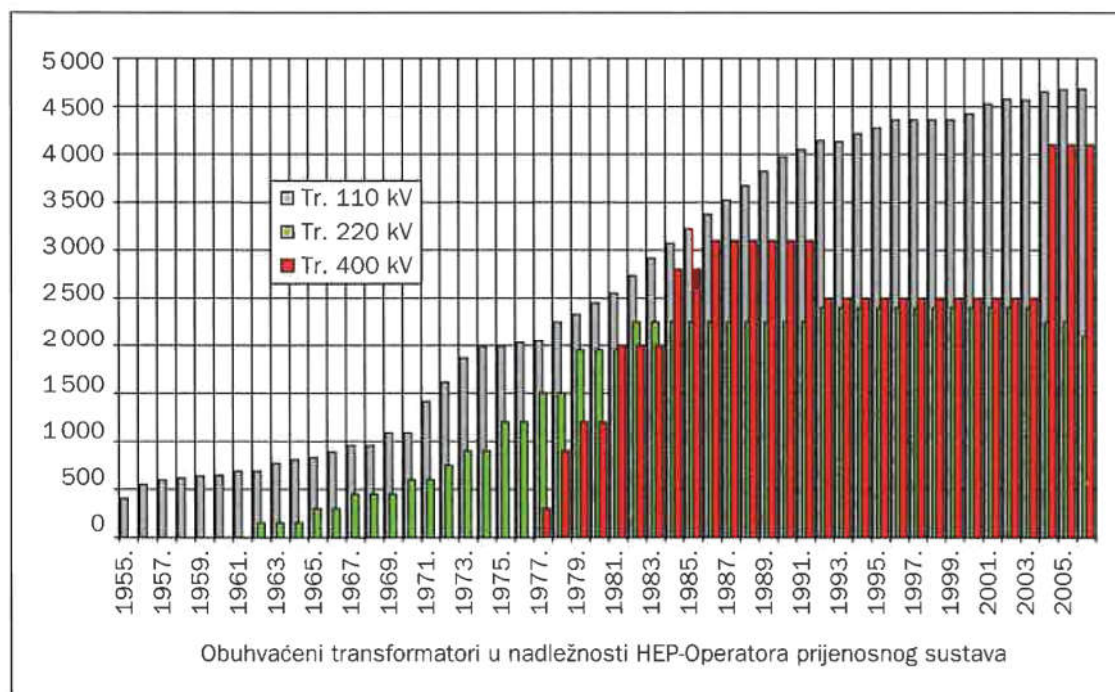
Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 220 kV	Naziv transformatorske stanice	Napomena
1.	1962.	220/110/10 kV MRACLIN	
2.	1966.	220/35 kV BRINJE	od 1966.–2005.: rasklopna stanica 220 kV 2005.: dodana transformacija 220/35 kV
3.	1967.	220/110 kV ĐAKOVO	
4.	1986.	220/110/35 kV MEĐURIĆ	od 1962.–1986.: u pogonu 110/35 kV dio
5.	1970.	220/110/35 kV PEHLIN	
6.	1973.	220/110/30 kV BILICE	od 1955.–1973.: 110/30 kV dio
-	1992.	220/110 kV "1505/2"	ratni provizorij – uklonjen 2004. godine

Tablica 4. Transformatorske stanice gornjeg napona 400 kV

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 400 kV	Naziv transformatorske stanice	Napomena
1.	1977.	400/110 kV Ernestinovo	1991.–1998.: privremena okupacija i 85-postotna razorenost 2003.: pušteno u pogon obnovljeno postrojenje 110 kV 2004.: pušteno u pogon obnovljeno cjelokupno postrojenje
2.	1978.	400/110/30 kV TUMBRI	
3.	1981.	400/220/110 kV MELINA	od 1979.–1981.: rasklopište 220 kV 1981.: transformacija 400/220 kV 1982.: transformacija 400/220/110 kV
4.	1983.	400/220/110 kV KONJSKO	od 1979.–1983.: pod naponom 220 kV od 1983.–1991.: pod naponom 400 kV od 1991.–1995.: pod naponom 220 kV od 1995.: pod naponom 400 kV
5.	2004.	400/220/110 kV ŽERJAVINEC	



Slika 1. Broj transformatorskih stanica u prijenosnoj mreži Hrvatske (kom)

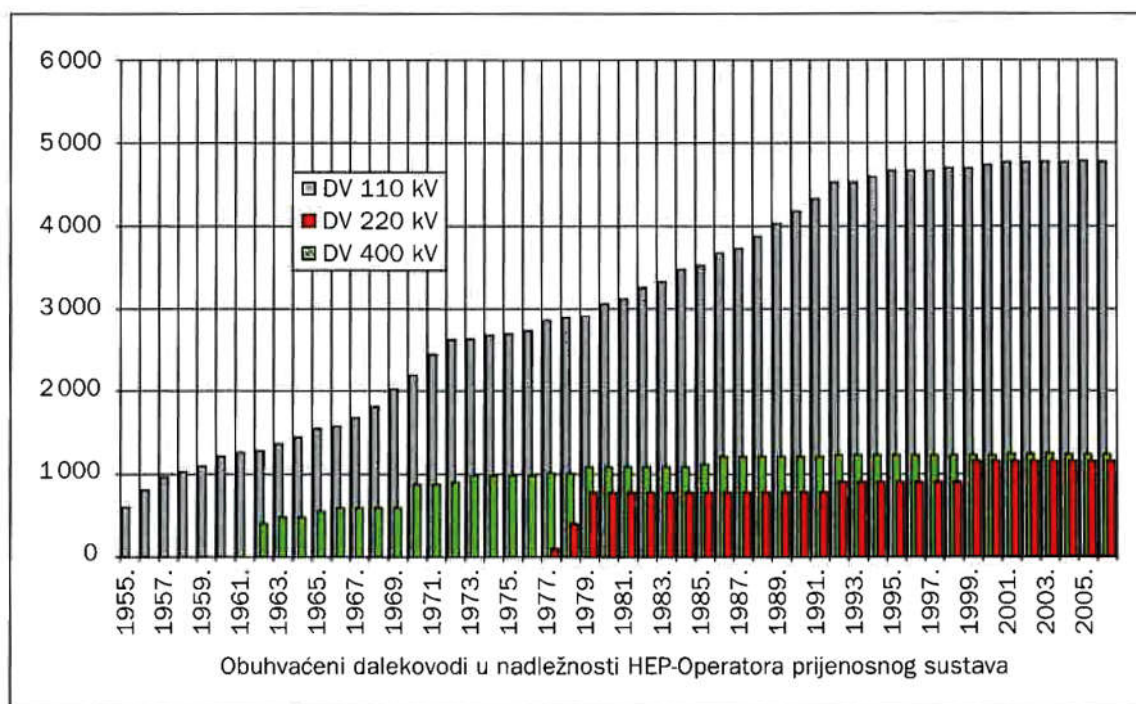


Slika 2. Instalirana snaga transformatora u prijenosnoj mreži Hrvatske (MVA)

Duljine vodova u prijenosnoj mreži HEP-OPS 2006. godine bile su: 1 160 km (400 kV), 1 230 km (220 kV) i 4 780 km (110 kV). U tablicama 5. i 6. prikazani su vodovi 220 i 400 kV prema godinama puštanja pod nazivni napon.

Tablično nisu prikazani vodovi 110 kV, jer bi njihov prikaz bio nepregledan – tijekom godina djelom su mijenjali svoja priključna mjesta ili su u neke prvobitne vodove interpolirane naknadno izgrađene transformatorske stanice.

Na slici 3 prikazan je razvoj duljine vodova 110 do 400 kV u prijenosnoj mreži u 50 godišnjem razdoblju, dakle od 1956. do 2006. godine.



Slika 3. Duljine vodova u prijenosnoj mreži Hrvatske (km)

Tablica 5. Dalekovodi u mreži 220 kV

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 220 kV	Naziv dalekovoda	Napomena
Jednostruki dalekovodi u mreži 220 kV			
1.	1962.	MOSTAR – ZAKUČAC	od 1957.–1962. pod naponom 110 kV
2.	1962.	BRINJE – KONJSKO	od 1961.–1962. pod naponom 110 kV
3.	1962.	ZAKUČAC – KONJSKO	od 1961.–1962. pod naponom 110 kV
4.	1962.	BRINJE – MRACLIN	od 1961.–1962. pod naponom 110 kV
5.	1963.	MRACLIN – ŽERJAVINEC	
6.	1963.	ŽERJAVINEC – CIRKOVCE	
7.	1965.	HE DUBROVNIK – TREBINJE I	izgrađen 1962., od 1991.: izvan pogona
8.	1965.	HE DUBROVNIK – TREBINJE II	izgrađen 1962.
9.	1965.	MRACLIN – PRIJEDOR	od 1965.: Mraclin – Jajce; od 1991.: izvan pogona
10.	1966.	SENJ – BRINJE	
11.	1967.	ĐAKOVO – GRADAČAC	od 1966.–1967. pod naponom 110 kV od 1992. do 1998.: izvan pogona 1998.: ponovno u pogonu
12.	1970.	PEHLIN – DIVAČA	
13.	1970.	SENJ – MELINA	
14.	1970.	MELINA – PEHLIN 1	
15.	1970.	TE SISAK – MRACLIN	
16.	1972.	ĐAKOVO – TUZLA	od 1992. do 2002.: izvan pogona 2002.: ponovno u pogonu
17.	1973.	ZAKUČAC – BILICE	od 1968.–1973. pod naponom 110 kV
18.	1979.	MELINA – RIJEKA 1	
19.	1979.	MELINA – RIJEKA 2	
20.	1986.	PRIJEDOR – MEĐURIĆ	
21.	1986.	MEĐURIĆ – TE SISAK	
Dvostruki dalekovodi u mreži 220 kV			
1.	1973.	KONJSKO – BILICE I	
2.	1973.	KONJSKO – BILICE II	
3.	1973.	ORLOVAC – KONJSKO I	
4.	1973.	ORLOVAC – KONJSKO II	
5.	1977.	MELINA – PEHLIN 2	

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 400 kV	Naziv dalekovoda	Napomena
Dvostruki dalekovodi u mreži 220 kV			
6.	1977.	MELINA – PLOMIN 2	1977.: MELINA–PEHLIN III od 1985. do 1999.: PEHLIN–PLOMIN I (pod naponom 110 kV) 1999.: MELINA–PLOMIN 2
7.	1999.	PEHLIN – PLOMIN 2	od 1985.–1999.: pod naponom 110 kV

Godine 2006. ukupna je isporuka električne energije iz prijenosne mreže Hrvatske elektroprivrede bila 16,3 milijarda kilovatsati, uz vršno opterećenje 3 036 MW. To je prosječno nešto više od 3 000 kilovatsati godišnje finalne potrošnje (nakon odbitka gubitaka u distribucijskoj mreži) po stanovniku. Što je na donjem rubu među europskim zemljama (nešto manje od potrošnje u Mađarskoj, a nešto više od potrošnje u Poljskoj) ili polovina od jednog broja razvijenijih europskih zemalja (primjerice: Njemačka i Danska).

Na slici 4 prikazan je razvoj brutopotrošnje (zbroy isporuka električne energije iz prijenosne mreže na područje Hrvatske i gubitaka u prijenosnoj mreži) na razini prijenosne mreže Hrvatske u 50-godišnjem razdoblju, dakle od 1956. do 2006. godine. Na slici 5 prikazan je razvoj vršnog opterećenja na razini prijenosne mreže u tom razdoblju.

Ukupni fizički ulaz (iz hrvatskih elektrana, iz NE Krško, te spojnim vodovima iz susjednih prijenosnih mreža) u prijenosnu mrežu Hrvatske u 2006. godini bio je 24,4 TWh, što je raspoređeno na već spomenutu isporuku iz prijenosne mreže na područje Hrvatske od 16,3 TWh, izlaz (spojnim vodovima prema susjednim prijenosnim mrežama) izvan područja Hrvatske od 7,6 TWh, te na gubitke u prijenosnoj mreži od 544 GWh. Hrvatska prijenosna mreža ima izraziti tranzitni položaj u interkonekciji UCTE, tako da znatan dio ulazno-izlazne energije predstavljaju tranzit i neželjeni, neplanirani tokovi iz europske mreže hrvatskom prijenosom mrežom.

Ukupna proizvodnja elektrana na hrvatskom tlu bila je 11,5 TWh, u čemu je proizvodnja elektrana izravno priključenih na distribucijsku mrežu bila 345 GWh.

Tablica 6. Dalekovodi u mreži 400 kV

Sadašnji redni broj	Godina puštanja u pogon pod 400 kV	Naziv dalekovoda	Napomena
Jednostruki dalekovodi u mreži 400 kV			
1.	1977.	ERNESTINOVO – SR. MITROVICA 2	od 1977.: DV 400 kV Ernestinovo – Mladost od 1991. do 2004.: izvan pogona, razoren 2004.: u pogonu pod naponom 400 kV
2.	1977.	ERNESTINOVO – UGLJEVIK	od 1991. do 2004.: izvan pogona, razoren 2004.: u pogonu pod naponom 400 kV
3.	1981.	KONJSKO – RHE VELEBIT	od 1978. do 1981.: pod naponom 220 kV od 1981. do 1991.: pod naponom 400 kV od 1991. do 1995.: izvan pogona 1995.: u pogonu pod naponom 400 kV
4.	1981.	MELINA – DIVAČA	od 1979.–1981.: pod naponom 220 kV
5.	1981.	MELINA – RHE VELEBIT	od 1979.–1981.: pod naponom 220 kV
7.	1983.	MOSTAR – KONJSKO	od 1981. do 1983.: pod naponom 220 kV od 1983. do 1991.: pod naponom 400 kV od 1991. do 2004.: pod naponom 220 kV od 2004.: pod naponom 400 kV
6.	1992.	MELINA – TUMBRI	
Dvostruki dalekovodi u mreži 400 kV			
1.	1978.	TUMBRI – KRŠKO 1	
2.	1978.	TUMBRI – KRŠKO 2	
3.	1999.	ŽERJAVINEC – HEVIZ 1	
4.	2004.	ŽERJAVINEC – HEVIZ 2	izgrađen 1999. godine
Kombinirani dalekovodi u mreži 400 kV			
1.	1978.	ERNESTINOVO – ŽERJAVINEC	poč. 1992.: u pogonu pod naponom 110 kV od 1992. – 2004.: u pogonu pod naponom 220 kV 2004.: u pogonu pod naponom 400 kV
2.	1978.	TUMBRI – ŽERJAVINEC	

Bilanca ulazno-izlazne energije u hrvatsku prijenosnu mrežu 2006. godine bila je (TWh):

- proizvodnja elektrana na vlastitom području vezanih na prijenosnu mrežu	11,2
- dobava 50 posto proizvodnje NE Krško	2,6
- uvoz električne energije	5,7
- tranzit električne energije prijenosnom mrežom	2,6
- neplanirani tokovi u ulaznom smjeru	2,3
ukupni ulaz u prijenosnu mrežu	24,4
- isporuka energije iz prijenosne mreže (distribuciji i izravnim kupcima)	16,3
- izvoz električne energije	2,7
- tranzit električne energije prijenosnom mrežom	2,6
- neplanirani tokovi u izlaznom smjeru	2,3
- gubici u prijenosnoj mreži	0,5
ukupni izlaz iz prijenosne mreže	24,4

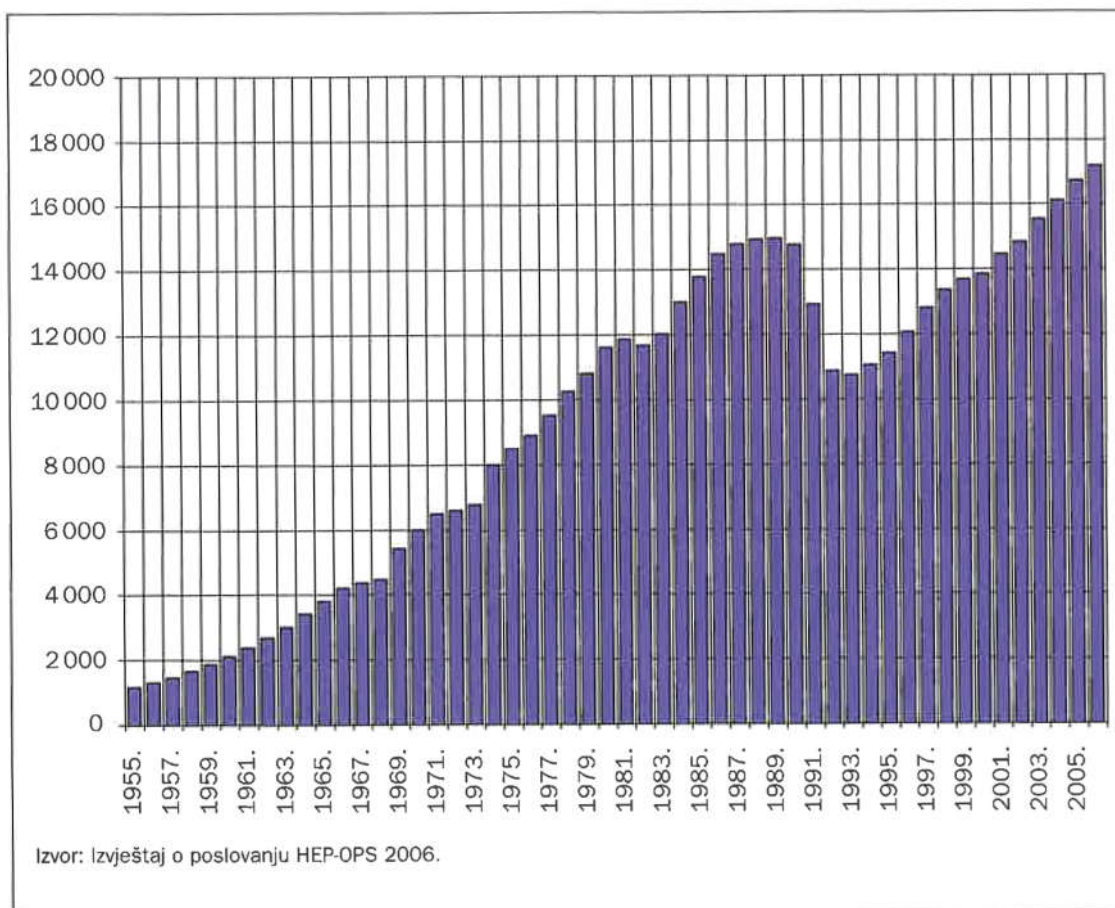
Gubici u prijenosnoj mreži na području Hrvatske u 2006. godini bili su 544 GWh ili 3,23 posto, uzme li se pri tome omjer gubitaka i isporuke električne energije iz prijenosne mreže uvećane za gubitke, što je europska konvencija.

Ostvarena raspoloživost prijenosne mreže bila je 99,995 posto (ostvarena neraspoloživost je omjer neisporučene električne energije i isporuke električne energije, bila je dakle 0,005 posto).

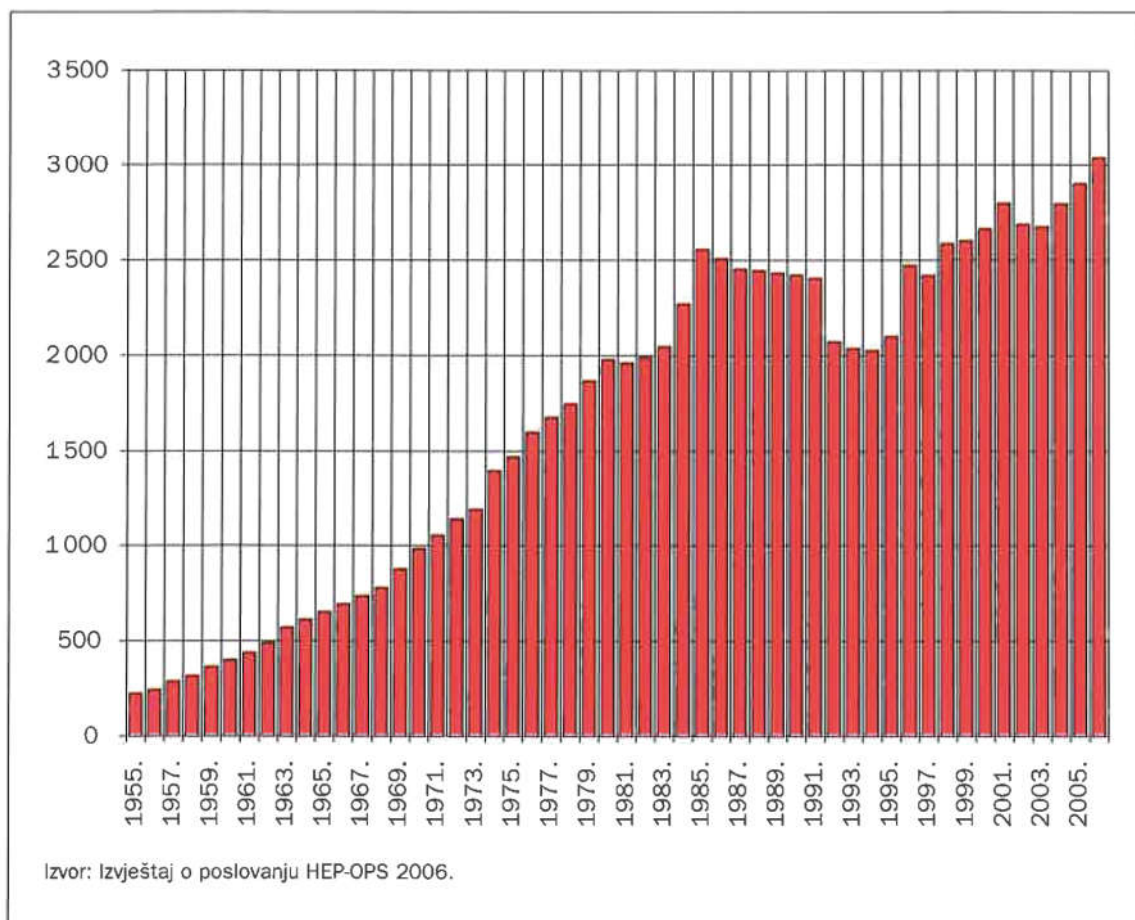
Prikaz gubitaka u prijenosnoj mreži i raspoloživosti prijenosne mreže u posljednjih 12 godina izneseni su slikama 6 i 7.

Na kraju ovog povijesnog prikaza, istaknimo jednu nezaobilaznu činjenicu: udjel doista velikog broja naših ljudi u zamišljanju, osnivanju, projektiranju, izradi opreme, građenju, montaži, pogonu i održavanju pionirskih i svih sljedećih elektroprijenosnih pothvata, što je tim ljudima bio ili i sada jest životni poziv u pedeset godina organiziranog prijenosa električne energije u nas. Ti ljudi bili su okupljeni i jesu okupljeni, osim u prijenosu, i u brojnim našim institutima, fakultetima, projektantskim poduzećima, proizvođačima i dobavljačima opreme i materijala, građevinskim i montažnim tvrtkama te nadzornim institucijama.

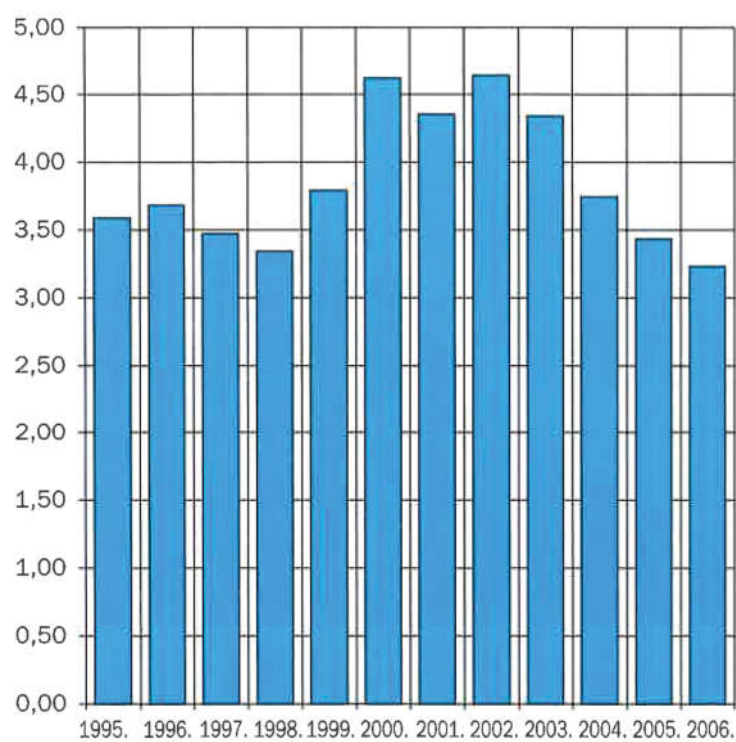
Priložene su karte prijenosne mreže Hrvatske gdje se vidi postupni razvoj te mreže po desetljećima, od 1956. godine do 2006. godine.



Slika 4. Brutopotrošnja električne energije u Hrvatskoj (GWh)

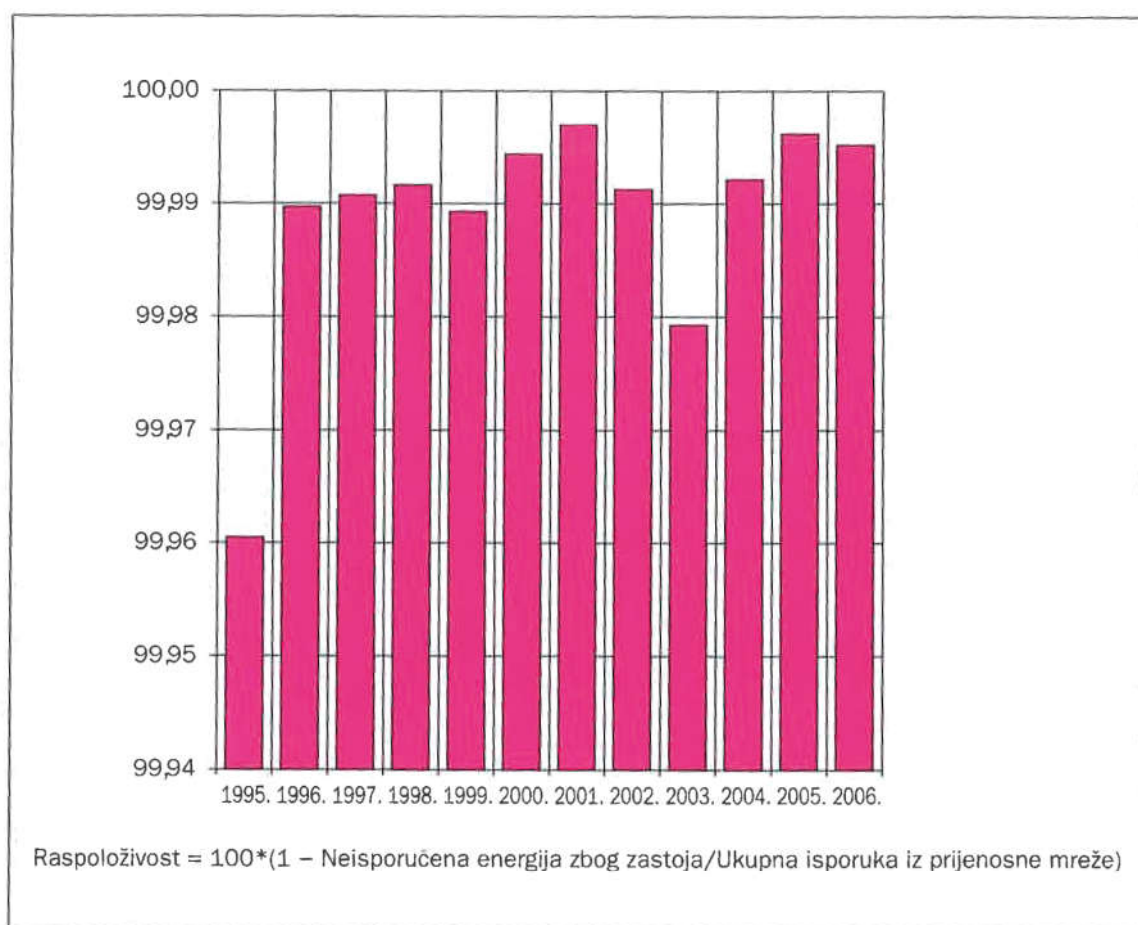


Slika 5. Vršno opterećenje elektroenergetskog sustava Hrvatske (MW)



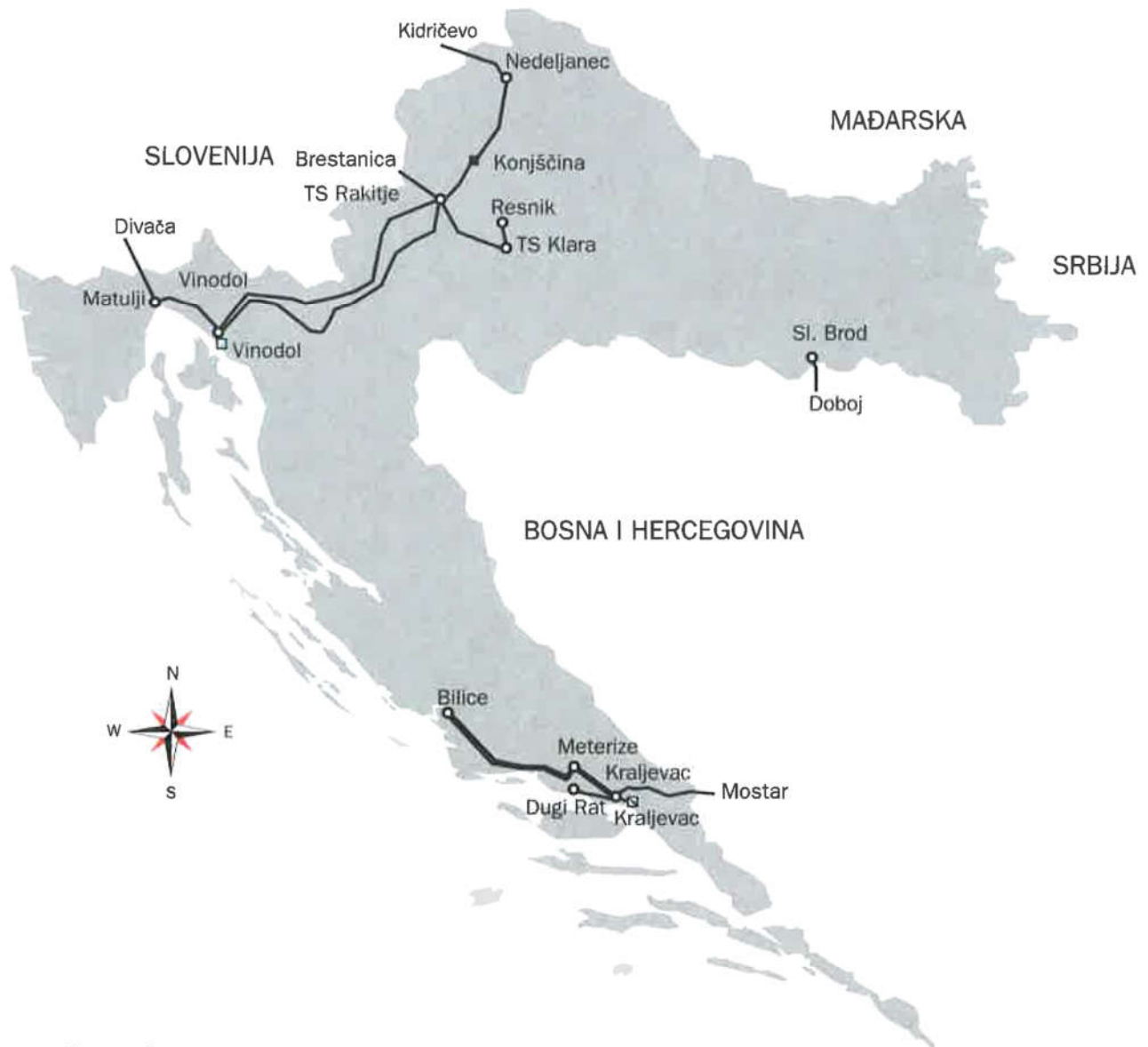
Gubici (%) = $100 \cdot (\text{Gubici} / \text{Ukupna isporuka i gubici na razini prijenosne mreže})$

Slika 6. Gubici u prijenosnoj mreži (%)



Slika 7. Raspoloživost prijenosne mreže (%)

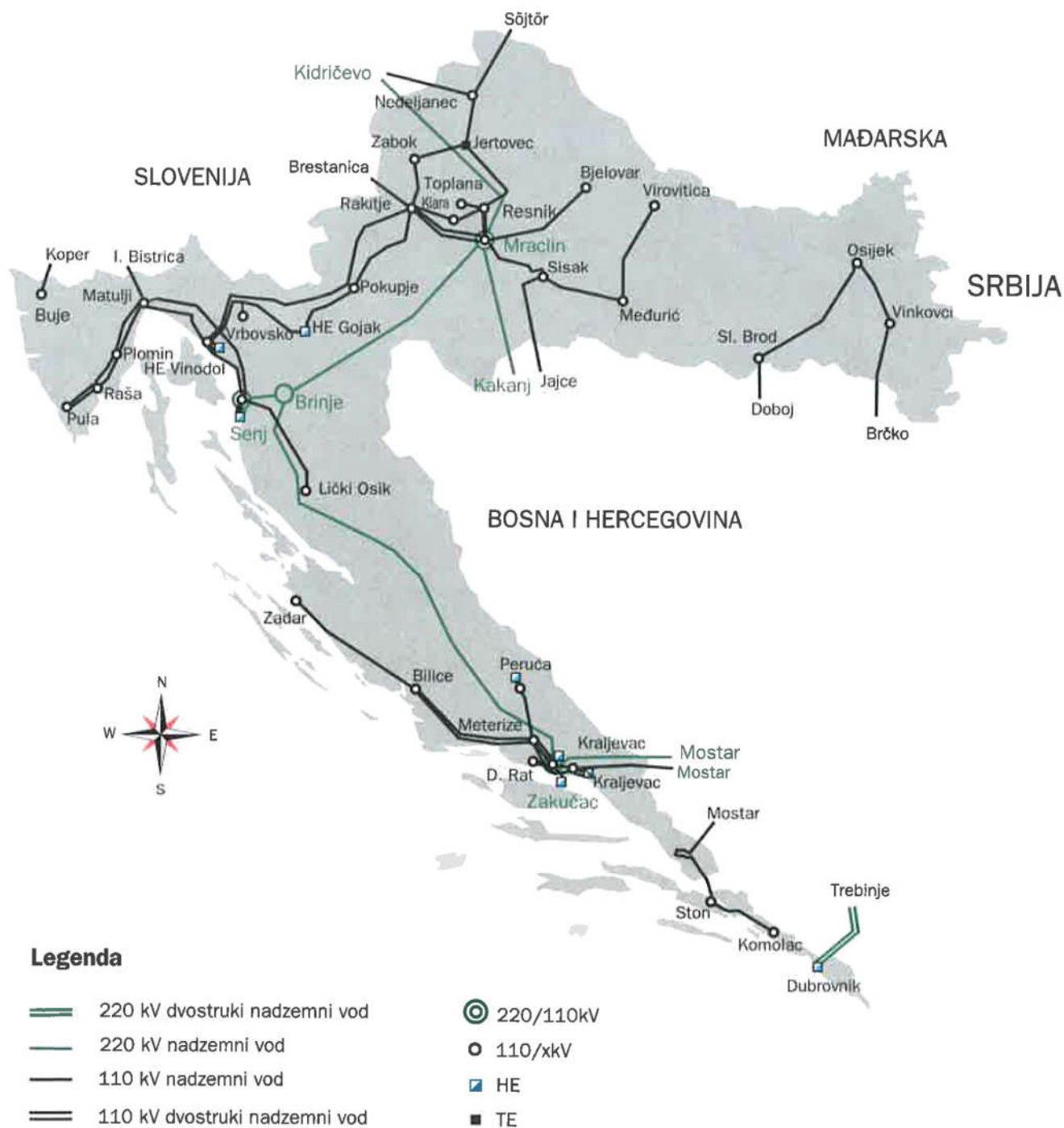
PRIJENOSNA MREŽA HRVATSKE 1956.



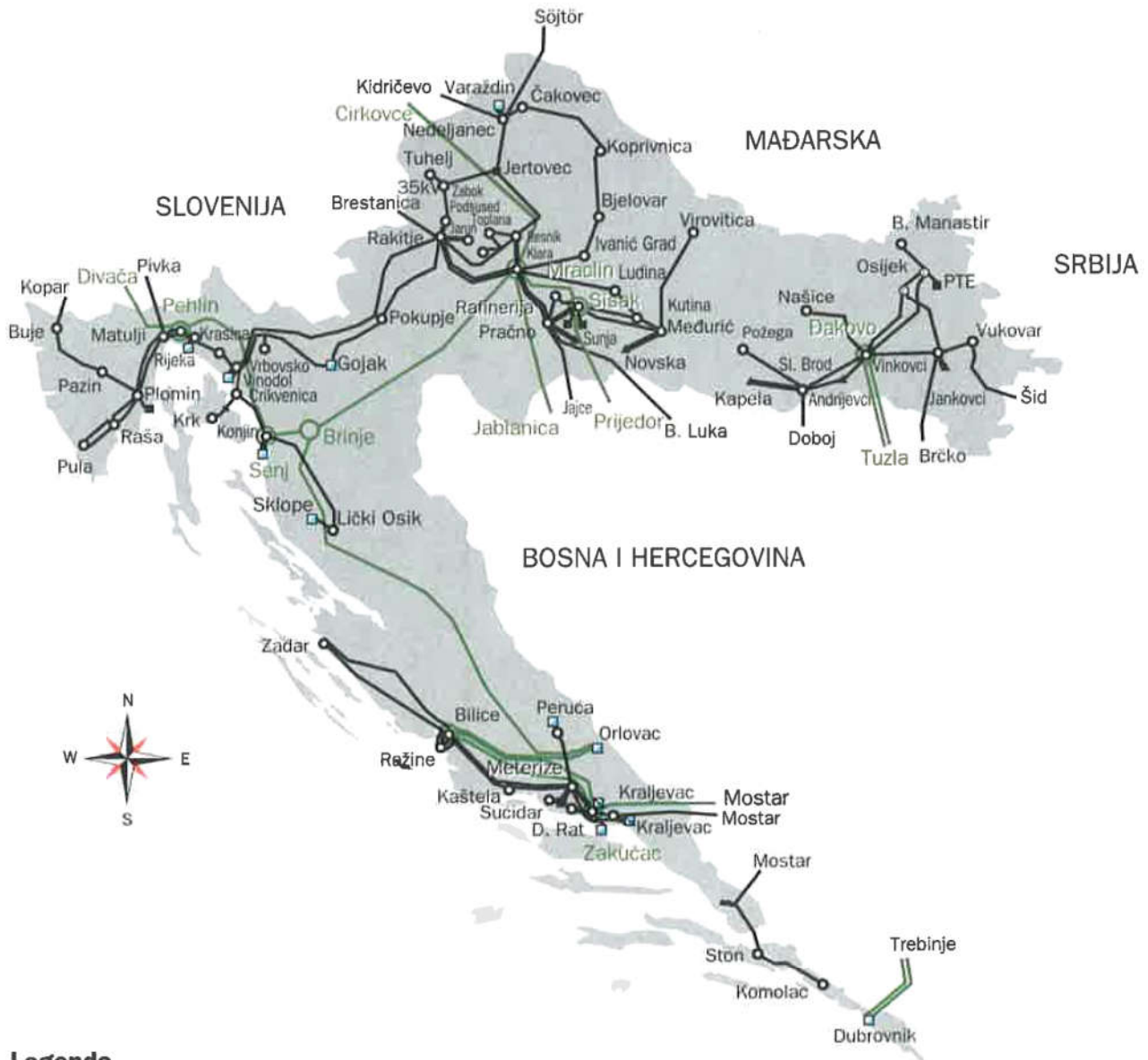
Legenda

- 110 kV nadzemni vod
- == 110 kV dvostruki nadzemni vod
- 110/xkV
- HE
- TE

PRIJENOSNA MREŽA HRVATSKE 1966.



PRIJENOSNA MREŽA HRVATSKE 1976.



Legenda

- | | |
|-------|-------------------------------|
| == | 220 kV dvostruki nadzemni vod |
| — | 220 kV nadzemni vod |
| — | 110 kV nadzemni vod |
| == | 110 kV dvostruki nadzemni vod |
| | 110 kV kabel |

- 220/110kV
- 110/xkV
- ▲ EVP
- TE
- KABELSKA KUĆICA
- HE

PRIJENOSNA MREŽA HRVATSKE 1986.

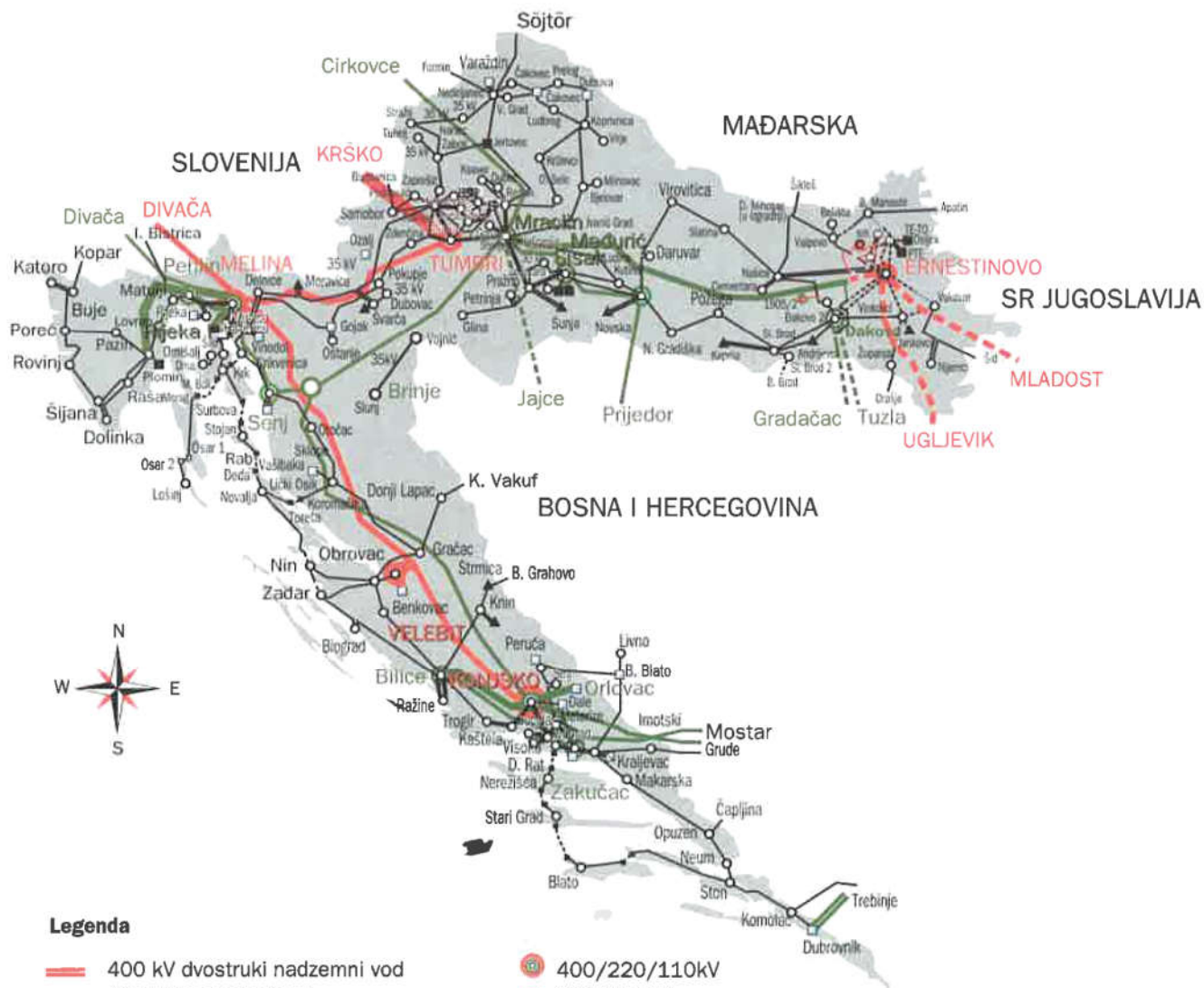


Legenda

- 400 kV dvostruki nadzemni vod
- 400 kV nadzemni vod
- 220 kV dvostruki nadzemni vod
- 220 kV nadzemni vod
- 110 kV nadzemni vod
- 110 kV dvostruki nadzemni vod
- 110 kV kabel

- ⊙ 400/220/110kV
- ⊙ 400/110kV
- ⊙ 220/110kV
- 110/xkV
- ▲ EVP
- TE
- KABELSKA KUĆICA
- HE

PRIJENOSNA MREŽA HRVATSKE 1996.



Legenda

- | | |
|---|--|
| == 400 kV dvostruki nadzemni vod | ⊙ 400/220/110kV |
| — 400 kV nadzemni vod | ⊙ 400/110kV |
| --- 400 kV nadzemni vod izvan funkcije | ⊙ 220/110kV |
| == 220 kV dvostruki nadzemni vod | ○ 110/xkV |
| — 220 kV nadzemni vod | ● PRIVREMENA TRANSF. 220/110kV "1505/2" |
| — 220 kV privremeni nadzemni vod | ● PRIVREMENA TRANSF. 110/35 kV "505" |
| --- 220 kV nadzemni vod izvan funkcije | ▲ EVP |
| — 110 kV nadzemni vod | ■ TE |
| — 110 kV privremeni nadzemni vod | ■ KABELSKA KUĆICA |
| --- 110 kV nadzemni vod izvan funkcije | ■ HE |
| == 110 kV dvostruki nadzemni vod | |
| 110 kV kabel | |

PRIJENOSNA MREŽA HRVATSKE 2006.



Legenda

- ==== 400 kV dvostruki nadzemni vod
- ==== 400 kV nadzemni vod
- ==== 220 kV dvostruki nadzemni vod
- ==== 220 kV nadzemni vod
- 220 kV nadzemni vod koji nije u pogonu
- 110 kV nadzemni vod
- ==== 110 kV dvostruki nadzemni vod
- 110 kV kabel

- ⊙ 400/220/110kV
- ⊙ 400/110kV
- ⊙ 220/110kV
- 110/xkV
- ▲ EVP
- TE
- KABELSKA KUĆICA
- HE

Organiziranje prijenosne djelatnosti u Hrvatskoj

K ako bi se razumjelo organiziranje prijenosne djelatnosti u Hrvatskoj, najprije se iznosi kratak pregled organiziranosti u elektroprivrednom sektoru na republičkoj razini – do 1991. godine, odnosno na državnoj razini – od te godine.

Poslijeratno doba – doba nakon Drugog svjetskog rata – prvih desetak godina vrvi brojnim organizacijskim promjenama u elektroprivrednom sektoru; najprije je bila potrebna intenzivna obnova razorenoga u ratu a odmah zatim široka elektrifikacija.

U travnju 1954. godine osnovana je *Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske*, ZEPH, u koju su bila udružena sva tadašnja elektroprivredna poduzeća u Hrvatskoj: elektrane, proizvodno-prijenosna poduzeća i distribucijska poduzeća (koja su se najčešće zvala *poduzeća za elektrifikaciju*). Nakon deset godina, u prosincu 1965. godine osnovano je poslovno udruženje *Udružena elektroprivreda Hrvatske*, koje je objedinjavalo tri proizvodno-prijenosna poduzeća, u Splitu, Zagrebu i – od lipnja 1966. godine – u Rijeci. U siječnju 1971. godine tim se poduzećima pridružila i *Elektroslavonija-Osijek*, kao proizvodno-prijenosno-distribucijsko poduzeće. Inače, ostala distribucijska poduzeća bila su udružena ranije – od svibnja 1961. godine – u *Poslovno udruženje za distribuciju električne energije Hrvatske*, ELDIH.

U svibnju 1972. godine oba su poslovna udruženja (za proizvodnju-prijenos i za distribuciju) udružena u *Poslovno udruženje elektroprivrednih organizacija*, ELEH. Godine 1975. osnovana je *Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske*, ZEOH, koja je objedinjavala jednu proizvodno-prijenosno-distribucijsku radnu organizaciju (u Osijeku), tri proizvodno-prijenosne radne organizacije (u Rijeci, Splitu i Zagrebu), jednu radnu organizaciju za proizvodnju (HE Dubrovnik), te šest distribucijskih radnih organizacija (u Karlovcu, Puli, Rijeci, Sisku, Splitu i Zagrebu).

Konačno, u srpnju 1990. godine osnovana je *Hrvatska elektroprivreda*, HEP, kao jedinstveno javno poduzeće u vlasništvu države, koje je objedinilo sve zatečene elektroprivredne organizacije na području Republike Hrvatske. Dana 1. travnja 1991. godine ustrojeno je šest direkcija unutar HEP, pa tako i *Direkcija za upravljanje i prijenos*. Dana 21. prosinca 1994. godine HEP je pretvoren u dioničko društvo, u početno 100-postotnom vlasništvu države. Dana 1. kolovoza 1999. godine izdvojeno je upravljanje u poseban *Sektor za vođenje i gospodarenje električnom energijom*, pa tako nastaje *Direkcija za prijenos*.

Zakonom o tržištu električne energije, iz srpnja 2001. godine, određeno je restrukturiranje u elektroprivrednom sektoru Hrvatske, te se formira *Hrvatski neovisni operator sustava i tržišta* (HNOSIT), osniva *Vijeće za regulaciju energetske djelatnosti* (VRED) – kao novi državni organ za regulaciju u sektoru energetike, a *Hrvatska elektroprivreda* preoblikuje se u *HEP-Grupu*. Od 1. srpnja 2002. godine *HEP-Grupu* sačinjavaju, u temeljnim djelatnostima: *HEP Proizvodnja*, *HEP-Prijenos* i *HEP-Distribucija*, društva s ograničenom odgovornošću.

Novim Zakonom o tržištu električne energije, iz prosinca 2004. godine, određeno je formiranje operatora prijenosnog sustava (unutar *HEP-Grupe*) s nadležnošću nad prijenosom električne energije i vođenjem elektroenergetskog sustava. Stoga se 4. travnja 2005. godine osniva *HEP-Operator prijenosnog sustava* (HEP-OPS), koji objedinjuje dotadašnje djelovanje *HEP-Prijenos* i – iz dotadašnjeg HNOSIT-a – vođenje elektroenergetskoga sustava. Nadležnost nad tržištem električne energije stavlja se u samostalnu organizaciju *Hrvatski operator tržišta energije* (HROTE), koji se izdvaja iz *HEP-Grupe*. *Vijeće za regulaciju energetske djelatnosti* preoblikuje se u *Hrvatsku energetske regulatornu agenciju* (HERA).

Od 1. studenog 2005. godine funkcionira unutarnja organizacija HEP-OPS-a, kakva je i danas.

U takvom organizacijskom ambijentu stvarali su se i razvijali oblici samostalnog organiziranja prijenosne djelatnosti, na četiri makroregionalna područja Hrvatske: na splitskom, zagrebačkom, riječkom i osječkom području – koja imaju i općenito prihvaćane prirodne, povijesne, gospodarske i razvojne osobitosti.

Najprije je – u siječnju 1956. godine – osnovano poduzeće *Elektroprenos-Split*, u okviru tadašnjeg ZEPH-a, čija su početna okosnica bili radnici Pogona mreže 110 kV iz poduzeća *HE na Cetini*.

Također u okviru tadašnjeg ZEPH-a osniva se u prosincu 1956. godine poduzeće *Elektroprenos-Zagreb*, izdvajanjem prijenosne djelatnosti iz poduzeća: *Elektrane- Zagreb*, *Elektre Zagreb*, *Elektrane Rijeka*, *Elektroslavonije Osijek* i *HE "Nikola Tesla" Vinodol*. Poduzeće ima u svome sastavu pogone: Istra, Zagreb i Slavonija.

Godine 1966. zbivaju se promjene u organizaciji elektroprivrede Hrvatske: osnivaju se proizvodno-prijenosna poduzeća, pa se tako *Elektroprenos-Zagreb* našao u poduzeću *Elektroprivreda-Zagreb* od početka siječnja 1966. godine, a *Elektroprenos-Split* u poduzeću *Elektroprivreda Dalmacije-Split* od kraja siječnja 1966. godine.

Pogon Istra izdvaja se iz sastava poduzeća *Elektroprenos-Zagreb* u siječnju 1968. godine i postaje *Elektroprenos-Matulji* u sastavu poduzeća *Elektroprivreda-Rijeka*. (Od 1979. godine, ta se organizacijska jedinica zove *Elektroprenos-Opatija*). Ta tri proizvodno-prijenosna poduzeća (u Rijeci, Splitu i Zagrebu) tvore u to vrijeme *Udruženu elektroprivredu Hrvatske*.

U siječnju 1971. godine i *Elektroslavonija-Osijek* postaje proizvodno-prijenosno-distribucijsko poduzeće, uključeno u *Udruženu elektroprivredu Hrvatske*, te osniva u svome sastavu *Pogon prijenosnih postrojenja*. Na području Slavonije postoje od tog vremena dvije prijenosne organizacijske jedinice: taj pogon – koji vodi pogon mreže koja se postupno dograđuje – i *Pogon Slavonija* u sastavu *Elektroprenosa-Zagreb* – koji vodi pogon do tada izgrađene mreže. Od ožujka 1975. godine te dvije jedinice se ujedinijuju u jedinstveni *Elektroprijenos-Osijek* u sastavu *Elektroslavonije-Osijek*. Tijekom te godine (1975) sve elektroprivredne organizacije Hrvatske udružuju se u *Zajednicu elektroprivrednih organizacija Hrvatske*, ZEOH, kao što je već rečeno. Te četiri prijenosne organizacijske jedinice, osnovne organizacije udruženog rada u sastavu svojih radnih organizacija, funkcionirat će sljedećih petnaestak godina.

U okviru *Hrvatske elektroprivrede*, kada se bude oblikovala *Direkcija za upravljanje i prijenos* – 1. travnja 1991. godine, te će jedinice biti proglašene prijenosnim područjima: Opatija, Osijek, Split i Zagreb i tvorit će *Sektor za prijenos*, pored *Sektora upravljanja i Ureda potpore*, koji također postoje u *Direkciji za upravljanje i prijenos*. U 1993. godini *Direkciji* se pridodaje i *Izgradnja prijenosne mreže*. Dana 1. kolovoza 1999. godine iz *Direkcije za upravljanje i prijenos* izdvaja se *Sektor upravljanja* i od tada, pored prijenosnih područja, *Direkciju za prijenos* tvore još *Sektor za tehničku potporu* koji objedinjuje: *Službu za pripremu izgradnje i izgradnju prijenosnih objekata*, *Službu tehničke koordinacije*, *Službu za telekomunikacije* i *Službu za ekonomske poslove*.

Dana 1. srpnja 2002. godine osnovano je – u okviru *Hrvatske elektroprivrede d.d.*, kao matice – poduzeće *HEP-Prijenos d.o.o.*, kao društvo kćer, koje u svom sastavu ima opet prijenosna područja i *Sektor za tehničku potporu*.

Konačno, 4. travnja 2005. godine osniva se *HEP-Operator prijenosnog sustava* (HEP-OPS), društvo s ograničenom odgovornošću unutar *HEP-Grupe*, koje od 1. studenog 2005. ima sljedeću unutarnju organizacijsku strukturu:

Skupština Društva

Nadzorni odbor Društva

Uprava Društva, s direktorom i pomoćnicima direktora Društva

- *Sektor za vođenje sustava*
 - Služba za vođenje sustava i obuku
 - Služba za planiranje rada sustava i usluge sustava
 - Služba za analizu rada i obračun
- *Sektor za informacijsko komunikacijske tehnologije*
 - Služba za koordinaciju razvoja i izgradnje
 - Služba za pogon i održavanje
- *Prijenosna područja (Osijek, Rijeka, Split, Zagreb)*
 - Služba za upravljanje područnom mrežom
 - Služba za primarnu opremu
 - Služba za sekundarne sustave
 - Služba za zajedničke poslove
- *Sektor za razvoj i institucijsku suradnju*
 - Služba za razvoj
 - Služba za institucijsku suradnju
- *Sektor za izgradnju i investicije*
 - Služba za pripremu izgradnje i izgradnju
 - Služba za poslove investicija
 - Služba za korisnike mreže i priključenja
- *Sektor za ekonomske, pravne i kadrovske poslove*
 - Služba za ekonomske poslove
 - Služba za pravne, kadrovske i opće poslove
 - Služba za naknade i obračun

U takvoj unutarnjoj organizacijskoj strukturi funkcionira *HEP-Operator prijenosnog sustava* i danas.

Organiziranje prijenosne djelatnosti u Hrvatskoj (1956.–2006.)

Godina	Makroregija Hrvatske			
	Split	Rijeka	Zagreb	Osijek
1954.–65. 1965.–72. 1972.–75. 1975.–90. 1990.–02. 2002.–	Udruživanje na razini republike/države: Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, ZEPH Udružena elektroprivreda Hrvatske Poslovno udruženje elektroprivrednih organizacija Hrvatske, ELEH Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske, ZEOH Hrvatska elektroprivreda, HEP HEP-Grupa			
1956.	Elektroprenos-Split, u okviru ZEPH ^{1. I. 1956.}	Elektroprenos-Zagreb, u okviru ZEPH ^{16. XII. 1956.} ----- Pogon Istra Pogon Zagreb Pogon Slavonija		
1966.	Elektroprenos-Split, u okviru Elektroprivrede Dalmacije-Split ^{31. I. 1966.}	Elektroprenos-Zagreb, u okviru Elektroprivrede-Zagreb ^{1. I. 1966.} ----- Pogon Istra Pogon Zagreb Pogon Slavonija		
1968.		Elektroprenos-Matulji ^{1. I. 1968.} , kasnije Elektroprenos-Opatija ^{10. IX. 1979.} , u okviru Elektroprivrede-Rijeka	Elektroprenos-Zagreb, u okviru Elektroprivrede-Zagreb ----- Pogon Zagreb Pogon Slavonija	
1971.			Elektroprenos-Zagreb, u okviru Elektroprivrede-Zagreb ----- Pogon Zagreb Pogon Slavonija Pogon ^{I. 1971.} prijenosnih postrojenja, u okviru Elektroslavonije-Osijek	
1975.			Elektroprenos-Zagreb, u okviru Elektroprivrede-Zagreb	Elektroprijenos-Osijek, u okviru Elektroslavonije-Osijek ^{18. III. 1975.}
1991. ^{1. IV}	Direkcija za upravljanje i prijenos Hrvatske elektroprivrede ----- Prijenosno područje Split Prijenosno područje Opatija Prijenosno područje Zagreb Prijenosno područje Osijek			
1999. ^{1. VIII}	Direkcija za prijenos Hrvatske elektroprivrede ----- Prijenosno područje Split Prijenosno područje Opatija Prijenosno područje Zagreb Prijenosno područje Osijek			
2002. ^{1. VII}	HEP-Prijenos u okviru HEP-Grupe ----- Prijenosno područje Split Prijenosno područje Opatija Prijenosno područje Zagreb Prijenosno područje Osijek			
2005. ^{4. IV}	HEP-Operator prijenosnog sustava (HEP-OPS) u okviru HEP-Grupe ----- Prijenosno područje Split Prijenosno područje Rijeka Prijenosno područje Zagreb Prijenosno područje Osijek			

Povijest elektroenergetske dispečerske službe u Hrvatskoj

Elektroenergetska dispečerska služba (dispečerska služba) od početka svog djelovanja imala je neprestano vodeću ulogu u vođenju elektroenergetskog sustava a predstavljala je važnu kariku i u razvoju i izgradnji sustava.

Elektroenergetski sustav – u svome najužem poimanju – tvore elektrane i prijenosna mreža na koju su te elektrane povezane. Prema takvom pristupu, na elektroenergetski sustav priključeni su: kupci-potrošači izravno priključeni na prijenosnu mrežu i distribucijske mreže koje razvode električnu energiju do kupaca-potrošača priključenih na distribucijsku mrežu. Razumijeva se ograničenje na neko zemljopisno područje, najčešće državno.

Dispečerska služba, opet najčešće na državnoj razini, vodi pogon elektroenergetskog sustava, u svakom trenutku usklađujući tekuću potražnju za električnom energijom s mogućnostima proizvodnje elektrana na vlastitom području i dobave iz drugih područja, udovoljavajući pritom zahtjevima sigurnosti, kvalitete i što niže cijene električne energije isporučene kupcima-potrošačima. Očekivana svojstva električne energije (sigurnost, kvaliteta, cijena), dispečeri osiguravaju kooperativnim a najpovoljnijim angažmanom raspoloživih elektrana, kakav omogućuje raspoloživa prijenosna mreža.

Zbog nepostojanja dovoljnih proizvodnih i prijenosnih kapaciteta, u ranoj fazi izgradnje hrvatskog elektroenergetskog sustava dispečerska služba bila je uglavnom usredotočena na obavljanje funkcije planiranja proizvodnje elektrana i raspodjelu proizvedene električne energije potrošačima, a manje na nadzor i upravljanje prijenosnom mrežom.

Izgradnjom sustava dispečerska djelatnost postajala je sve složenija, da bi danas dosegla takve oblike i razmjere koji se mogu pratiti samo korištenjem suvremene informatičko-komunikacijske potpore i angažiranjem vrhunski obrazovanih stručnjaka.

U novije vrijeme velikim koracima uvodi se i otvara tržište električne energije, što dispečersku službu suočava sa zahtjevima potpuno drukčijeg načina organiziranja i djelovanja. Pred nju se postavljaju vrlo odgovorni poslovi organiziranja i vođenja elektroenergetskog sustava u tržišnim uvjetima rada, što uključuje uvođenje i primjenu tržišnih kriterija, čime se dispečerskoj službi daje dodatni značaj i odgovornost.

Dispečerska služba kakvu danas poznajemo počela se u Hrvatskoj uspostavljati tek nakon Drugog svjetskog rata. Prije toga nije bilo potrebe za takvom službom jer su rijetki prijenosni dalekovodi služili samo za vezu između izvora i potrošača električne energije, a ne i za međusobno povezivanje elektrana. Nakon intenziviranja poslijeratne izgradnje i puštanja u rad novih elektrana, transformatorskih stanica i dalekovoda te rasta potrošnje električne energije, počinju se uspostavljati temelji modernog elektroenergetskog sustava, za čiji je nadzor i upravljanje trebalo organizirati odgovarajuću dispečersku službu. Stručnjaci i političari prepoznali su važnost dispečerske službe za učinkovit i siguran rad elektroenergetskog sustava te su odmah pristupili njezinu utemeljenju i početku djelovanja.

Razdoblje 1945.–1954. godine

U razdoblju poslijeratne obnove porušene elektroenergetske mreže, proizvodnja i raspodjela oskudnih količina električne energije zahtijevala je postojanje posebne i stalne službe. Godine 1945. osnovano je *Električno poduzeće Hrvatske* (ELPOH) s filijalama u Zagrebu, Osijeku, Karlovcu, Sušaku i Splitu, te Direkcijom u Zagrebu. U tim filijalama već su radili elektroenergetski dispečeri.

Na jugoslavenskoj razini vrlo brzo dolazi do centralizacije elektroprivredne djelatnosti te se 1946. godine, osnivanjem *Glavne uprave za elektrifikaciju Jugoslavije* (UPEL) sa sjedištem u Zagrebu i četiri energetska bazena – koja se nisu podudarala s tadašnjim republičkim granicama, osnivaju i dispečerske službe poduzeća koja su djelovala u tim bazenima.

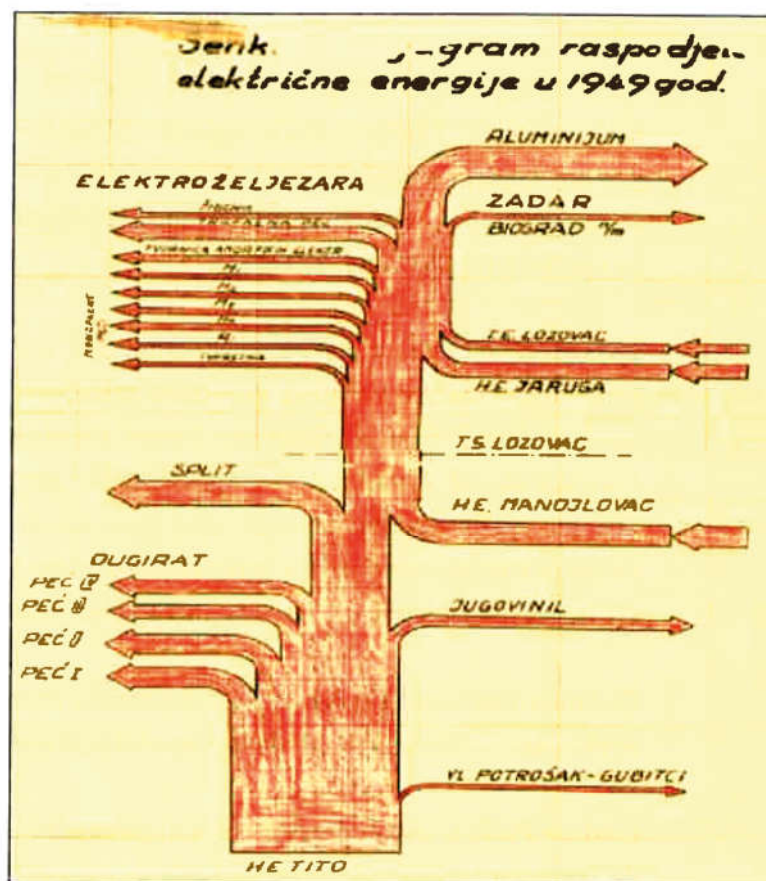
Tako je zapadni dio Hrvatske pripadao elektroprivrednom poduzeću *Elektrozapad* sa sjedištem u Zagrebu, a područje Dalmacije *Elektrocentru* sa sjedištem u Sarajevu. ELPOH je ubrzo ugašen, a sve važnije objekte i poslove preuzeo je *Elektrozapad*. Dispečere iz filijala ELPOH preuzeo je UPEL proglašivši ih dispečerima bazena sa statusom *saveznih* dispečera.

Prvu uredbu o dispečerskoj službi na jugoslavenskoj razini donijela je vlada FNRJ u siječnju 1949. godine, kojom je, između ostalog, utvrđena organizacija i način rada generalnog

dispečera Ministarstva elektroprivrede vlade FNRJ (MINEL), kao vodećeg dispečera jugoslavenskog elektroenergetskog sustava te dispečerskih služba u bazenima, područjima i čvorištima. MINEL je imao ovlast imenovanja generalnog dispečera i glavne dispečere bazena, odakle dolazi i danas često upotrebljavani naziv *glavni dispečer* za rukovoditelja dispečerske službe u hrvatskom Nacionalnom dispečerskom centru.

U kolovozu 1949. godine MINEL je donio Pravilnik o organizaciji i radu elektroenergetske dispečerske službe te Uredbu o elektroenergetskoj dispečerskoj službi, kojima se utvrđuje da se sukladno republičkim granicama uspostavlja 6 elektroenergetskih bazena s ukupno 17 energetske područja. Izmenom Uredbe o elektroenergetskoj dispečerskoj službi, 1950. godine, dotadašnji glavni elektroenergetski dispečer bazena postaje glavni republički dispečer. Ustroj dispečerske službe u sljedećem razdoblju prate stalne promjene u organiziranju i načinu rada elektroprivrede, s tendencijom jačanja uloge centralne dispečerske službe u Beogradu.

Sukladno novoj organizacijskoj promjeni, s elektroenergetskim bazenima koji su se podudarali s republičkim granicama, u Hrvatskoj je osnovana *Glavna direkcija za Elektroprivredu Hrvatske*, koja je utemeljila četiri dispečerska ureda: za sjeverozapadnu Hrvatsku u Zagrebu, za Slavoniju u Osijeku, za riječko područje u Matuljima i za dalmatinsko područje u Splitu. Glavni dispečer u Zagrebu bio je ujedno republički i područni dispečer za sjeverozapadnu Hrvatsku. Ostali dispečerski uredi organizacijski su pripadali *Glavnoj direkciji* u Zagrebu. Zbog loših telekomunikacijskih veza, vođenje dubrovačkog područja bilo je izdvojeno iz nadležnosti dispečerske službe u Splitu.



Dijagram raspodjele električne energije u Dalmaciji 1949. godine (tadašnja HE Tito je HE Kraljevac)

Područni dispečerski uredi često su mijenjali svoje sjedište. Dispečerski ured za dalmatinsko područje najprije je bio u ELPOH-ovoj filijali, odakle je premješten u Pogonski ured *Elektrocentra* u Splitu, zatim u novonastalo poduzeće *Elektrodalmacija-Split* te potom u poduzeće *HE Tito*, kad je ono svoje sjedište premjestilo iz Kraljevca u Split. Dispečerska služba riječkog područja, početno smještena u TS Matulji, premještena je odmah nakon osnivanja u poduzeće *Elektroprimorje-Rijeka*, a potom u poduzeće *Elektrane-Rijeka*. U Osijeku je dispečerski ured bio u zgradi poduzeća *Elektroslavonija*.

Zbog nedostatka telekomunikacijskih veza i više nego skromne opreme u dispečerskim centrima, dispečerske službe u početku su radile vrlo otežano, što je za posljedicu imalo česte poremećaje u radu elektroenergetskog sustava, duge vremenske odzive u otklanjanju kvarova i poremećaje u opskrbi električnom energijom.

Razdoblje 1954.–1965. godine

Nagovještaj značajnijih promjena u organizaciji i radu dispečerske službe najavila je Uredba Saveznog izvršnog vijeća o organizaciji zajednica elektroprivrednih poduzeća iz 1954. godine, kojom je opskrba potrošača električnom energijom proglašena javnom službom koju obavljaju poduzeća za proizvodnju, prijenos i prodaju električne energije. Zajednice su osnivala republička izvršna vijeća.

Izvršno vijeće Sabora NR Hrvatske osnovalo je 1954. godine *Zajednicu elektroprivrednih poduzeća Hrvatske* (ZEPH). Poduzeća udružena u ZEPH bila su: *Elektrana-Zagreb*, *HE "Nikola Tesla" Vinodol*, *Elektrane-Rijeka*, *Elektroprimorje-Rijeka*, *Elektroistra-Pula*, *Elektra-Zagreb*, *HE Kraljevac*, *HE Miljacka*, *HE Jaruga*, *Elektra-Zadar*, *Električno poduzeće Šibenik*, *Elektrodalmacija-Split*, *Elektrojug-Dubrovnik*, *Elektroslavonija-Osijek* i *Dalmatinske hidroelektrane Split*. Uspostavljen je glavni dispečer ZEPH-a (ujedno i dispečer sjeverozapadne Hrvatske) i dispečeri u regionalnim poduzećima (Osijek, Rijeka i Split).

Godinu dana kasnije osnovana je i *Zajednica jugoslavenske elektroprivrede* (ZJE) u koju su se obvezno učlanile sve zajednice republičkih elektroprivrednih poduzeća.

Godine 1957. u novoizgrađenu elektroprivrednu zgradu u Zagrebu (sadašnja glavna zgrada HEP-a u Ulici grada Vukovara 37), iz zgrade *Elektre-Zagreb* u Gundulićevoj ulici preseljava se dispečerska služba, a dispečeri useljavaju u svoje nove prostorije, što je donijelo stanovit napredak u kvaliteti obavljanja dispečerskog posla. Tome je posebice doprinijela

izgradnja visokofrekvencijskih telekomunikacijskih veza (VF-veza) preko dalekovoda do elektroenergetskih objekata, što je omogućilo dovođenje mjerenja, brže i sigurnije obavljanje sklopnih operacija te provođenje naloga za proizvodnju električne energije.

U Zakonu o elektroprivredi iz 1958. godine, koji je ukinuo Uredbu iz 1950. godine, utvrđene su odredbe o dispečerskim službama koje se osnivaju unutar *Zajednice jugoslavenske elektroprivrede* i republičkih elektroprivrednih zajednica. Time se konačno ukida organizacijska i funkcijska nedorečenost postojećih dispečerskih služba. Glavna zadaća dispečerskih služba postaje učinkovito iskorištavanje elektroenergetskih kapaciteta proizvodnje i prijenosa električne energije radi usklađivanja ravnoteže proizvodnje i potrošnje električne energije. S tim u vezi uvodi se redoslijed angažiranja elektroenergetskih kapaciteta na osnovi planiranih potreba i proizvodne cijene. Tehnički napredak sustava omogućio je da se dispečeri prvi put "brinu za održavanje napona i regulaciju frekvencije u cjelokupnom elektroenergetskom sustavu".

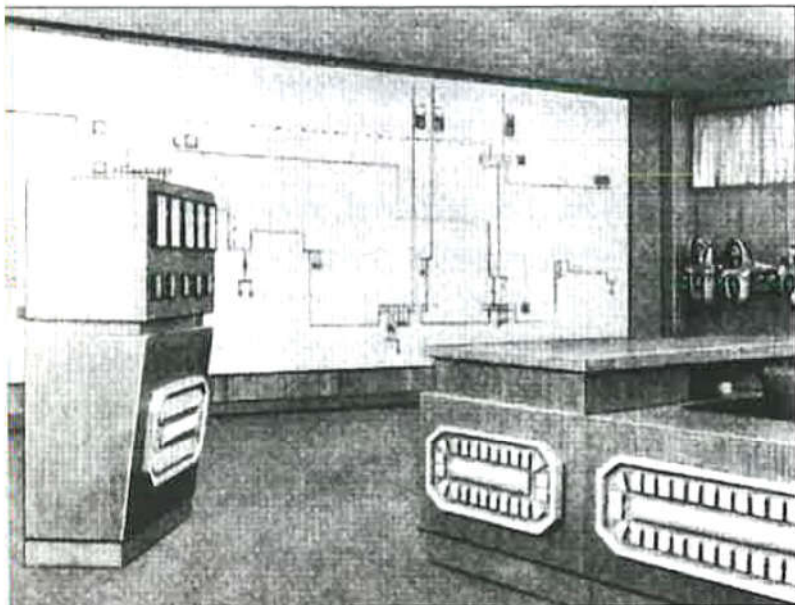
Glavni dispečer *Zajednice jugoslavenske elektroprivrede* imao je posebnu ulogu u provedbi ekonomskih načela, utječući na razmjenu električne energije između elektroprivrednih zajednica, potičući proizvodnju jeftinije električne energije i njen prijenos u područja s višom proizvodnom cijenom.

Takva organiziranost i način rada elektroenergetske dispečerske službe potrajala je do 1965. godine.

Razdoblje 1965.–1972. godine

U okviru privredne reforme iz 1965. godine donesen je zakon savezne razine pod nazivom Osnovni zakon o elektroprivredi, kojim se napušta načelo javne službe, a uvodi tretman djelovanja elektroprivrede kao privredne djelatnosti. Prema tom zakonu, *Zajednica jugoslavenske elektroprivrede* postaje poslovna zajednica obvezno udruženih elektroprivrednih proizvodnih i prijenosnih poduzeća. ZEPH prestaje djelovati, a poduzeća se mogu slobodno udruživati i surađivati prema vlastitom nahođenju.

Krajem 1965. godine elektroprivredna poduzeća proizvodnje i prijenosa, ugovorom su osnovala poslovno udruženje *Udružena elektroprivreda Hrvatske*. Potpisnici ugovora bila su elektroprivredna poduzeća, koja su djelovala na području tri regije, u Splitu, Zagrebu i Rijeci. Do kraja 1966. godine ugovorno su nastala tri proizvodno-prijenosna poduzeća.



Dispečerski centar Rijeka u TS Pehlin 1971. godine

njem poduzeća *Hidroelektrane na Krki i Zrmanji*, osnovali su *Elektroprivredu Dalmacije Split*. Godine 1971. *Elektroslavonija-Osijek*, elektroprivredno poduzeće Slavonije i Baranje, postaje članom *Udružene elektroprivrede Hrvatske*. Distribucijska poduzeća u Hrvatskoj udružila su se u *Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije (ELDIH)*.

Kada je 1965. godine prestao rad ZEPH, dispečerske su se službe našle u novoosnovanim regionalnim poduzećima, za čiji račun su nastavile s radom, ali tako da je glavni dispečer ZEPH postao samo dispečerom sjeverozapadne Hrvatske. Naime, ugovor o osnivanju *Udružene elektroprivrede Hrvatske* nije predviđao zajedničku dispečersku službu na razini Republike.

Razdoblje 1972.–1975. godine

Prvim hrvatskim Zakonom o elektroprivredi, iz 1972. godine, zamijenjen je savezni Osnovni zakon o elektroprivredi iz 1965. godine, a proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije proglašeni su djelatnošću od javnog interesa.

Zajedničkom odlukom dvaju poslovnih udruženja u Hrvatskoj, osnovano je *Poslovno udruženje elektroprivrednih organizacija Hrvatske (ELEH)*. Podijeljeno je po djelatnosti-

U sjeverozapadnoj Hrvatskoj osnovano je poduzeće za proizvodnju i prijenos električne energije pod nazivom *Elektroprivreda-Zagreb*, u čiji sastav su ušli *EL-TO Zagreb*, *Elektroprenos-Zagreb*, *HE Gojak Ogulin*, *TE Jertovec Konjščina* i *TE-TO Zagreb*. Prema istom načelu u riječkom području osnovana je *Elektroprivreda-Rijeka* s poduzećima *Kvarnerske elektrane Rijeka*, *HE Senj* i *HE "Nikola Tesla" Tribalj*. Jednako tako, poduzeća *Elektroprenos-Split*, *Hidroelektrane na Cetini Omiš*, i *HE Peruća*, s nešto kasnijim priključe-

ma u dva sektora (proizvodnja-prijenos i distribucija) sa svojim upravnim odborima, ali zajedničkom skupštinom. Takva organiziranost elektroprivrede Hrvatske potrajala je do 1975. godine. Taj Zakon o elektroprivredi zahtijeva da se društvenim dogovorom osigura optimalno iskorištavanje elektroenergetskih objekata i optimalna opskrba potrošača, te u tu svrhu organizira zajedničko obavljanje dispečerskih poslova.

Društveni dogovor o međusobnoj suradnji i zajedničkom radu u eksploataciji elektroenergetskih objekata koji su zaključili 1972. godine *Elektroslavonija-Osijek, Elektroprivreda Dalmacije, Elektroprivreda-Rijeka i Elektroprivreda-Zagreb*, predvidio je zajedničko obavljanje samo dijela dispečerskih poslova – onih koji su se odnosili na dnevno usklađivanje voznih redova. Ostali dispečerski poslovi ostali su u regionalnim poduzećima.

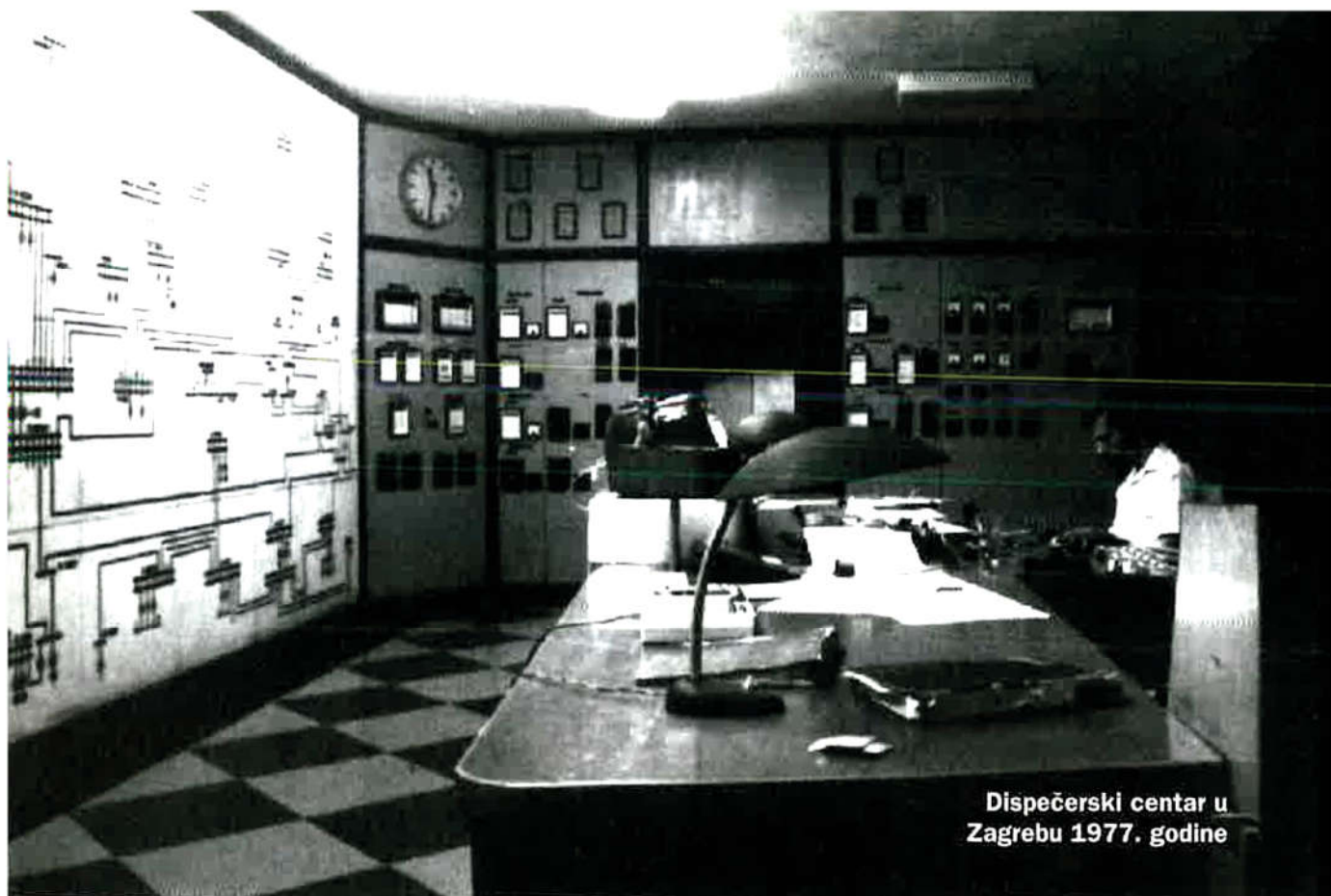
Krajem 1973. godine Izvršno vijeće Sabora donijelo je Uredbu o izvanrednim mjerama za provedbu ograničenja potrošnje električne energije. Po toj uredbi, za vrijeme trajanja opće nestašice električne energije na području Hrvatske, propisane posebne mjere provodi jedinstvena elektroenergetska dispečerska služba u sastavu ELEH, a poslove obavlja dispečerska služba poduzeća *Elektroprivreda Zagreb*, koja je tada organizacijski bila u *Elektroprenosu-Zagreb*.

Razdoblje 1975.–1990. godine

Godine 1975. osniva se *Zajednica elektroprivrednih organizacija Hrvatske (ZEOH)*, na temelju drugog Zakona o elektroprivredi donesenog u Saboru SR Hrvatske 1974. godine. Tim Zakonom cijela elektroprivredna djelatnost proglašava se djelatnošću od posebnog društvenog interesa. Zakon o elektroprivredi stavlja poseban naglasak na znčenje, organizaciju i funkciju dispečerske službe. Zakon je odredio da se u ZEOH organizira dispečerska služba koja će svoju funkciju obavljati preko dispečerskih služba elektroprivrednih poduzeća u Zagrebu, Splitu, Rijeci i Osijeku.

Dispečerska služba ZEOH osnovana je i započinje s radom 1975. godine. Dežurni republički dispečeri dijelili su s dispečerima *Elektroprivrede-Zagreb* prostor postojećeg dispečerskog centra na drugom katu glavne zgrade ZEOH-a.

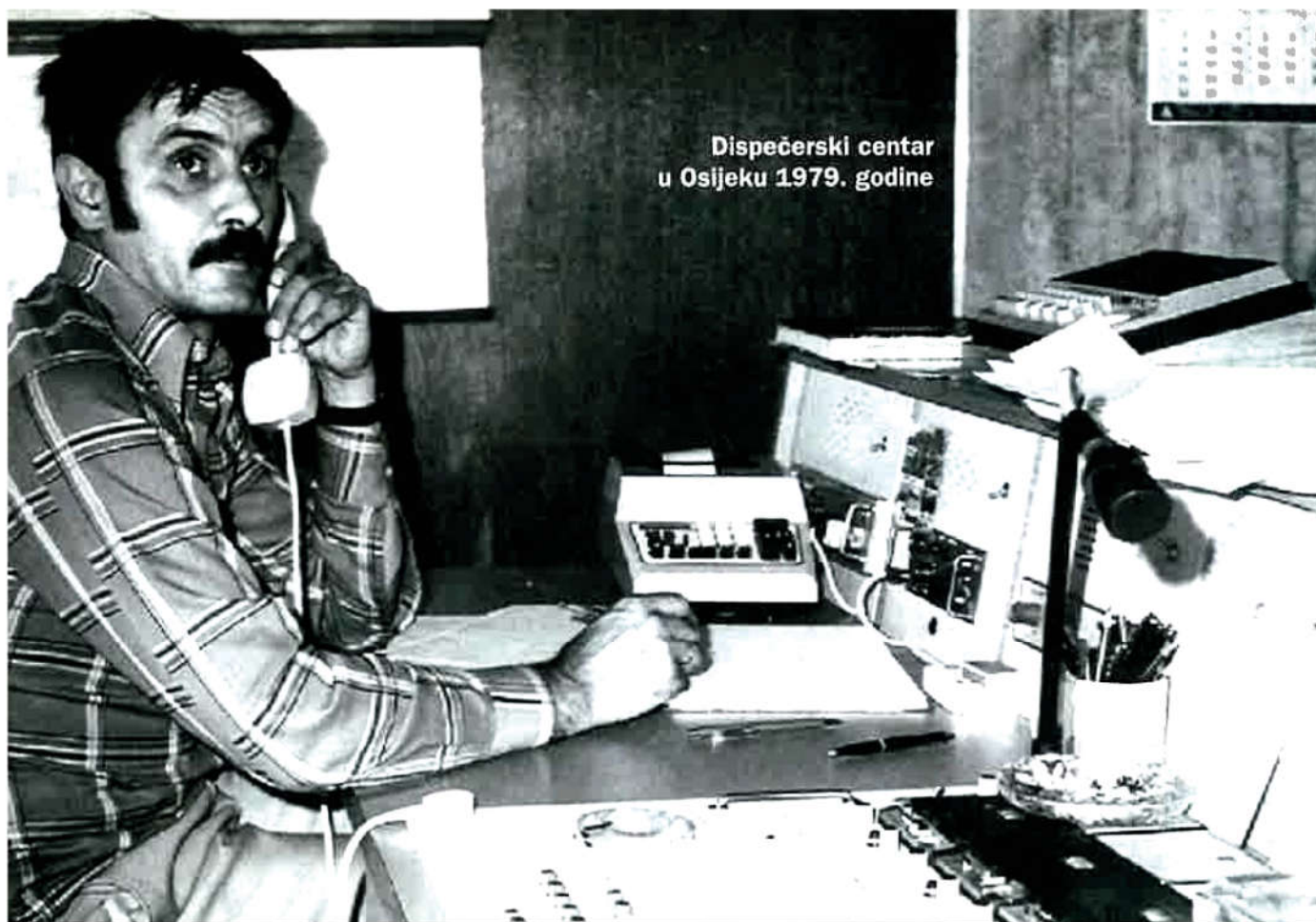
Dispečerski tim ZEOH-a osnovan je tako što je dio dispečera *Elektroprivrede-Zagreb* prešao u dispečersku službu ZEOH-a, a dio je zaposlen izvana i prema ubrzanom postupku osposobljen za obavljanje smjenskog dispečerskog posla.



Takvo stanje zajedničkog korištenja dispečerske dvorane i ostalih popratnih prostora glavne zgrade ZEOH potrajalo je do 1984. godine, kada je pušten u rad novi dispečerski centar smješten u novoizgrađenoj zgradi na mjestu bivših radionica *Elektroprenosa-Zagreb* u dvorištu elektroprivrednog sjedišta. Zgrada je podignuta ponajviše zbog potrebe smještaja novog republičkog dispečerskog centra i pratećih službi.

Godine 1983. Sabor SR Hrvatske donosi novi Zakon o elektroprivredi koji utvrđuje potpuno drugačiju organizaciju elektroenergetske dispečerske službe u Hrvatskoj. Novi Zakon određuje da se unutar ZEOH-a treba uspostaviti jedna dispečerska služba za cijelu SR Hrvatsku. Temeljem te odluke novi dispečerski centar postao je Republički dispečerski centar (RDC), a nova zgrada u kojoj je smješten prozvana je zgradom RDC-a.

Najbolje vrijeme za provedbu Odluke Vlade bilo je nakon što je završena izgradnja i opremanje RDC-a. Nova jedinstvena dispečerska služba ZEOH-a osnovana je tako što su dvije postojeće dispečerske službe, ZEOH-a i *Elektroprivrede-Zagreb*, jednostavno međusobno objedinjene na način da su svi djelatnici dispečerske službe *Elektroprivrede-Zagreb* prešli raditi u ZEOH, odnosno novoutemeljeni *Sektor za eksploataciju* unutar Radne zajednice ZEOH-a.



Tom promjenom je dotadašnja dispečerska služba ZEOH-a znatno ojačana, pa je zbog toga, kao i zbog dodatnog proširenja svojih ovlasti i poslova, prerasla u novi organizacijski oblik pod nazivom *Sektor za eksploataciju*. Sektor se sastojao od tri službe: dispečerske, energetske-ekonomske i službe za procesnu informatiku.

Dispečerske službe *Elektroprivrede Dalmacije* u Splitu i *Elektroprivrede-Rijeka* postale su Odsjeci dispečerske službe ZEOH, a njihovi djelatnici također su postali djelatnicima *Sektora za eksploataciju*.

Odgovarajuća dispečerska služba za Slavoniju u razdoblju od 1973. do 1991. godine djelovala je u okviru poduzeća *Elektroslavonija-Osijek*. Prije toga vremena, tj. u razdoblju od 1945. do 1973. godine, nadležnost nad slavonskim dijelom elektroenergetskog sustava imala je zagrebačka dispečerska služba. Međutim, osnivanjem odsjeka dispečerske službe ZEOH 1984. godine odlučeno je da se i u Osijeku formira odsjek dispečerske službe ZEOH-a za slavonsko područje. To je izvedeno tako što je *Odsjek dispečerske službe* ZEOH-a u Osijeku osnovan simboličnim zapošljavanjem jednog djelatnika u svojstvu rukovoditelja, a dispečeri su i nadalje ostali u *Elektroslavoniji*. Tek 1991. godine osnivanjem *Direkcije za upravljanje i prijenos* u Osijeku se formira *Odsjek dispečerske službe HEP-a*.



**Centar daljinskog upravljanja
Bilice 1980. godine**



**Dispečerski centar u Splitu
prije 1984. godine**

Dispečerska služba ZEOH-a organizirana unutar *Sektora za eksploataciju*, djelovala je u takvom okruženju do uspostave novog organizacijskog ustroja elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj. Godine 1990. osniva se *Hrvatska elektroprivreda* (HEP) kao javno poduzeće, a organizacijskim promjenama u 1991. godini uspostavljaju se direkcija za proizvodnju, direkcija za upravljanje i prijenos, direkcija za distribuciju, direkcija za pravne, kadrovske i opće poslove te direkcija za ekonomske poslove.

Tom promjenom dispečerska služba ZEOH-a, odnosno dotadašnji *Sektor za eksploataciju* te organizacijske jedinice za prijenos u elektroprivrednim poduzećima, objedinjuju se u novu organizacijsku jedinicu HEP-a pod nazivom *Direkcija za upravljanje i prijenos*.

Dotadašnji *Sektor za eksploataciju* promijenio je ime u *Sektor za upravljanje elektroenergetskim sustavom*, u čijem su sastavu i nadalje ostale Služba dispečerskih poslova, Služba ekonomsko-energetskih poslova i Služba za procesnu informatiku. Republički dispečerski centar u Zagrebu mijenja naziv u Nacionalni dispečerski centar (NDC).

**Centar daljinskog upravljanja
Tumbri oko 1984. godine**



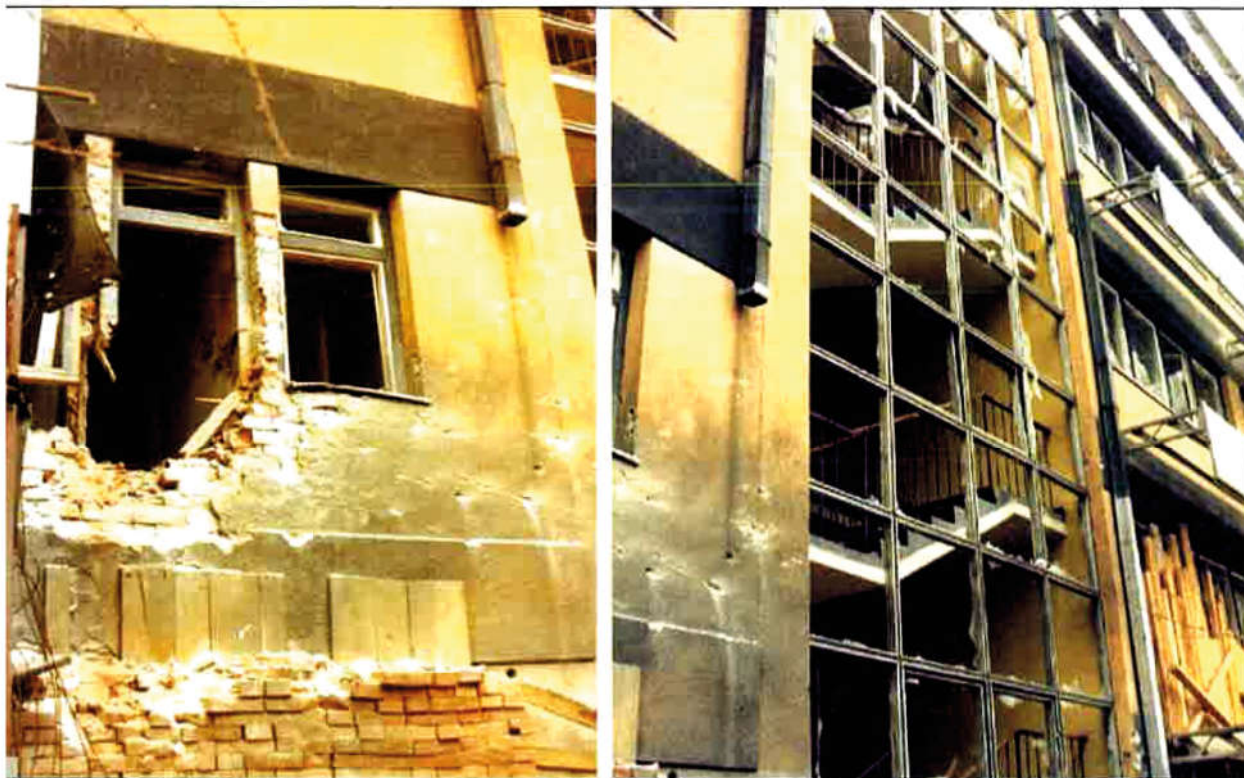
**Centar daljinskog upravljanja
Vrboran oko 1986. godine**



Rad dispečerske službe u Domovinskom ratu, 1991.–1995. godine

Važnost rada dispečerske službe osobito je došla do izražaja tijekom Domovinskog rata od 1991. do 1995. godine. U uvjetima kad su mnogi važni elektroenergetski objekti razoreni ili oštećeni te su razorene prijenosne veze sa Slavonijom i Dalmacijom, trebalo je uložiti velik trud i umijeće da se javne službe, stanovništvo i privreda opskrbe dovoljnim količinama električne energije, omogućujući što učinkovitiju obranu.

Izbijanjem rata u bivšoj Jugoslaviji 1991. godine koji je eskalirao velikosrpskom agresijom JNA i paravojnih četničkih snaga na Hrvatsku, došlo je do raspada prijašnjeg jedinstvenog jugoslavenskog elektroenergetskog sustava na dva dijela: na zapadni dio koji su sačinjavali slovenski i veći dio hrvatskog elektroenergetskog sustava, i istočni dio s bosansko-hercegovačkim, srbijanskim, crnogorskim i makedonskim sustavom. Dalmatinski dio hrvatskog sustava i sustav Herceg-Bosne radili su otočno kao potpuno neovisan sustav.



Pročelje ratne lokacije DC Osijek u prosincu 1991. godine

Zbog razaranja TS Ernestinovo i kidanja ostalih veza prema BiH i ostatku bivše Jugoslavije, došlo je i do razdvajanja mreže europskog sustava za koordinaciju prijenosa električne energije (UCTE-mreža) na dva sinkrona područja: sjeverozapadno (I. zona UCTE) i jugoistočno područje (II. zona UCTE).

U okolnostima izloženosti stalnim ratnim djelovanjima, koje su imale za posljedicu uništenje ili oštećenje mreže i elektroenergetskih objekata, bilo je vrlo teško održati rad preostalog dijela sustava u koliko-toliko prihvatljivim tehničkim uvjetima i zadovoljavajuću opskrbu potrošača električnom energijom.

Dispečerska je služba, međutim, i u tim teškim trenucima bila na visini zadatka, i na zadovoljstvo svih obavila svoju zadaću najbolje što je mogla. Ovdje posebno treba istaći dispečersku službu u Splitu, koja je doista zadivila visoko profesionalnim vođenjem izoliranog sustava Dalmacije i Herceg-Bosne kroz cijelo vrijeme rata, sve do povezivanja s preostalim dijelom hrvatskog elektroenergetskog sustava, vodeći računa o ekonomičnom radu i održavajući parametre sustava u poželjnim granicama.

U najžešćim ratnim zbivanjima u drugoj polovici 1991. i početku 1992. godine, NDC je premješten na ratnu lokaciju u podrumu zgrade NDC-a. Raspoložujući samo minimalnom opremom, dispečeri su nastojali i u takvim uvjetima učiniti sve kako bi se hrvatski elektroenergetski sustav održao u radu i stanovništvo opskrbilo električnom energijom. Može se reći da je to obavljeno vrlo uspješno, i da u cijelom tijeku rata nije bilo ozbiljnijih poremećaja u radu sustava i dobavi električne energije potrošačima.

Čitavo područje Slavonije već u prvim danima rata bilo je izloženo sveopćem razaranju, a posebice elektroprivredni objekti i postrojenja kao najvažnija društvena infrastruktura.

Nakon neprekidnih napada, neprijatelj je u studenom 1991. godine zauzeo TS Ernestinovo, središnju točku napajanja Slavonije, čime počinju problemi u opskrbi cijele Slavonije. Grad Osijek, kao i ostali slavonski gradovi i sela, svakodnevno je bio izložen neprijateljskim granatiranjima.

Zbog blizine zgrade dispečerskog centra prvoj liniji bojišnice i njenoj vidljivosti s neprijateljskog položaja, početkom listopada 1991. godine donesena je odluka o preseljenju centra iz Ulice M. Divalta na lokaciju *Elektroslavonije* na Šetalištu kardinala Franje Šepera u Osijeku. Dispečerski centar smješten je u malu prostoriju u prizemlju koja je time imala najzaštićeniji položaj od udara projektila s neprijateljskih položaja iz Baranje i Tenje. U narednih dvadesetak dana cijelo prizemlje zgrade zaštićeno je zidom od opeke, dasaka i greda, tako da u prostorijama praktički nije bilo dnevnog svjetla. Na toj lokaciji bio je smješten i dispečerski centar *DP Elektroslavonija Osijek* te određeni broj rukovodnih i operativnih djelatnika *DP Elektroslavonija Osijek* i *Prijenosnog područja Osijek*.

Operativna prostorija DC-a bila je opremljena telefonskim priključkom na HT, lokalnim i VF-teleonom te radiostanicom. U sustavu daljinskog nadzora i upravljanja ostala je samo transformatorska stanica Osijek 2, na koju je priključena elektrana u Osijeku, tako da su procesna računala radila na lokaciji u Ulici M. Divalta, a veza između transformatorske stanice Osijek 2, lokacije M. Divalta i Šetališta kardinala F. Šepera uspostavljena je podzemnim kabelima.

Zbog naglašene izloženosti tog prostora napadima s baranjske strane (zgrada je na obali Drave) ali i iz Tenje, instalirana je i rezervna lokacija u podrumu stambene zgrade u blizini, ali koja je bila u nešto zaklonjenijem položaju, kamo su se dispečeri i ostali djelatnici iz zgrade na Šetalištu kardinala F. Šepera sklanjali za vrijeme najžešćih napada na grad.

Na toj rezervnoj lokaciji praktički se nalazio udvojeni sustav nadzora i upravljanja osnovnom sustavu na ratnoj lokaciji.

Za vrijeme najvećih ratnih djelovanja, područje grada Osijeka bilo je potpuno odvojeno od ostalog dijela elektroenergetskog sustava Hrvatske i napajalo se iz PTE Osijek. Ključni objekti za napajanje grada Osijeka bili su PTE Osijek, TS Osijek 2 i privremena transformatorska stanica 110/35 kV "505". Sinkronizacija PTE Osijek iz otočnog rada s prijenosnom mrežom u TS "505" obavljala se nebrojeno puta ručno u TS "505" (u Retfali). Pri tome su dispečeri posredovali u komunikaciji između osoblja PTE Osijek i uklopničara.

Određeno olakšanje u opskrbi Osijeka nastalo je kad je u veljači 1992. godine dio dalekovoda 400 kV Ernestinovo–Tumbri stavljen pod napon 110 kV spajanjem s dalekovodom 110 kV Mraclin–Sisak i povezan s Osijekom. Još bolje stanje nastalo je u svibnju iste godine kada je puštena u rad provizorna transformatorska stanica 220/110 kV, 150 MVA pod oznakom "1505/2". Napon 220 kV doveden je iz TS Mraclin priključkom dalekovoda 400 kV Tumbri–Ernestinovo na izvod dalekovoda 220 kV Mraclin–Jajce. Najduži prekid napajanja grada Osijeka tijekom rata trajao je svega dva sata.

Zgrada na ratnoj lokaciji imala je dva izravna pogotka, a u njejoj neposrednoj blizini palo je mnogo projektila. Kod drugog pogotka zgrade teže je stradao djelatnik distribucije. Najopasniji su bili dolasci i odlasci na posao, te su neki od djelatnika boravili u DC-u i po nekoliko dana.

Preseljenje DC-a na *mirnodobsku* lokaciju u Ulici M. Divalta obavljeno je u ljetnim mjesecima 1992. godine, kada su jenjala ratna djelovanja i ocijenjeno da je ta lokacija dovoljno sigurna.

Dispečerska služba u Splitu nije bila toliko izložena pogibelji ratnih djelovanja kao ona u Osijeku, ali je zato možda imala zahtjevniju tehničku zadaću vođenja dalmatinskog dijela elektroenergetskog sustava u otočnom radu u ratnim uvjetima. Koordinirajući rad s dispečerskom službom Hrvatske Zajednice Herceg-Bosne, čiji je sustav ostao povezan s dalmatinskim, splitski dispečeri uspjeli su u tim teškim okolnostima voditi sustav najbolje što se moglo i stanovništvu osigurati u tom trenutku moguću dobavu električne energije.

Okupacijom područja kojim prolaze dalekovodi 400, 220 i 110 kV u Dalmaciji i Lici, 26. rujna 2001. godine dolazi do odvajanja dalmatinskog dijela elektroenergetskog sustava od ostatka hrvatskog elektroenergetskog sustava i mreže UCPTE-a. Dalmatinski dio



Čak 40 kilometara vodova 110 i 220 kV
na drvenim stupovima izgrađeno je u
Domovinskom ratu na području Slavonije

elektroenergetskog sustava zajedno s elektroenergetskim sustavom Herceg-Bosne u BiH počeo je raditi otočno kao odvojena sinkrona zona. U početku rada u otočnom pogonu dosta uspješno uravnotežavala se proizvodnja i potrošnja. No, u vremenu koje je uslijedilo dolazi do sve većih poteškoća, posebice u zimskom razdoblju kada se potrošnja povećava. U nemogućnosti pokrivanja potrošnje raspoloživim proizvodnim kapacitetima, dolazi do velikih redukcija u potrošnji električne energije. Tako je, na primjer, u razdoblju od 1.–15. ožujka 1992. cijelo područje od Zadra do Dubrovnika bilo bez električne energije 10 sati dnevno, a od 15. ožujka 15 sati na dan.

Radi prevladavanja redukcija i uspostavljanja normalne opskrbe, Vlada Republike Hrvatske 1992. godine donosi Interventni program za sanaciju energetske prilike u Dalmaciji u vrijednosti od 100 milijuna DEM.

U sklopu tog programa obnavljaju se i puštaju u rad hidroelektrane Peruća i Dubrovnik, nabavlja se i stavlja u pogon dizelska elektrana 22 MW u tvornici *Dalmacijacement* u Splitu, a nabavljaju se novi dizelski agregati. Za opskrbu Zadra i okolice počinje gradnja "Otočne veze" kojom se dalekovodima i kabelima podmorjem i preko otoka Vira, Paga, Raba i Krka područje Zadra treba povezati s riječkim područjem i TS 400/220/110 kV Melina.

Predsjednik Republike Hrvatske dr. Franjo Tuđman 26. srpnja 1994. svečano je pustio u pogon "Otočnu vezu", čime je područje Dalmacije bilo ponovno električki povezano s ostatkom Hrvatske. Pravo energetske povezivanje Dalmacije uslijedilo je tek nakon stavljanja u pogon dalekovoda 400 i 220 kV, 1995. i 1996. godine.

Premda udaljenija od ratnih djelovanja, dispečerska služba u Rijeci također je dala doprinos ukupnom radu dispečerske službe u Hrvatskoj u tijeku rata, vodeći brigu o dobavi električne energije ratom zahvaćenim područjima Like i Dalmacije. U tome je bila vrlo uspješna osiguravši stanovništvu tih područja i u ratnim okolnostima minimalne uvjete opskrbe električnom energijom. Izgradnjom i puštanjem u rad "Otočne veze" dolazi do izrazitog poboljšanja opskrbe otoka, Like i Zadra.

Razdoblje 1995. godine do danas

Godine 1997. dolazi do još jedne promjene organizacijskog ustroja dispečerske službe. *Sektor za upravljanje elektroenergetskim sustavom* izdvaja se iz *Direkcije za upravljanje i prijenos* te se pod nazivom *Sektor za vođenje i gospodarenje elektroenergetskim sustavom*,

utemeljuje se kao samostalni sektor unutar HEP d.d. *Sektora za vođenje i gospodarenje elektroenergetskim sustavom*, a nadalje se sastoji od tri službe iz prethodnog razdoblja. U radu dispečerske službe ništa se posebno ne mijenja osim što dotadašnji odsjeci NDC-a postaju odjeli DC-a u Osijeku, Rijeci i Splitu. Bivša *Direkcija za upravljanje i prijenos* mijenja ime u *Direkciju za prijenos*.

Sljedeća organizacijska promjena dispečerske službe događa se 2002. godine, kada se, sukladno Zakonu o tržištu električnom energijom, donesenom u Hrvatskom saboru krajem 2001. godine, osniva nova tvrtka-kći HEP d.d. pod nazivom *Hrvatski nezavisni operator sustava i tržišta d.o.o.* (HNOSIT). HNOSIT je kao pravni slijednik Sektora za vođenje i gospodarenje elektroenergetskim sustavom preuzeo *Dispečersku i Energetsko-ekonomsku službu*, a Služba za procesnu informatiku prešla je u *Sektor za tehničku potporu Direkcije za prijenos*. Odjeli DC-a u Osijeku, Rijeci i Splitu pridijeljeni su tamošnjim prijenosnim područjima, s funkcijom nadzora i upravljanja prijenosnom mrežom u nadležnosti prijenosnih područja. Dispečerski centri su, sukladno pridijeljenoj funkciji, nazvani mrežnim centrima upravljanja.

Unutar HNOSIT-a postojala su dva sektora: *Sektor operator sustava*, unutar kojeg je bila dispečerska služba, i *Sektor operator tržišta*. *Sektor operator sustava* sastojao se od *Službe za vođenje sustava*, koja je u užem smislu predstavljala dispečersku službu te *Službe za planiranje i usluge sustava*. U *Sektoru operator sustava* nije bilo dovoljno djelatnika za kvalitetno i pravodobno obavljanje svih utvrđenih poslova prema zakonu o tržištu električne energije. Postojao je i problem suradnje s dispečerima mrežnih centara upravljanja zbog različite organizacijske pripadnosti i nedorečenih nadležnosti i opsega poslova.

HNOSIT se prema Zakonu o tržištu električne energije trebao izdvojiti iz HEP-grupe i postati samostalno i nezavisno trgovačko društvo za vođenje elektroenergetskog sustava i organiziranje tržišta električne energije.

Zbog nezadovoljstva predviđenim načinom restrukturiranja HEP-a i elektroenergetskog sektora u cjelini, 2005. godine dolazi do izmjene Zakona o tržištu električne energije. Promjenom Zakona dolazi do zaokreta u strategiji restrukturiranja i zaustavljanja dotadašnjeg procesa organizacijskih promjena. Zakon utvrđuje da će se umjesto nezavisnog operatora sustava i tržišta osnovati operator prijenosnog sustava unutar HEP-grupe, te operator tržišta kao samostalno trgovačko društvo koje će se u određenom roku osamostaliti i izdvojiti iz HEP-grupe.



**Nacionalni dispečerski centar
u Zagrebu 2005. godine**



**Mrežni centar Osijek na
Zelenom polju 2005. godine**



**Mrežni centar Rijeka
2006. godine**

Kao pripremni korak za ponovno spajanje I. i II. sinkrone zone UCTE, 25. rujna 2004. godine je izvršeno usklađivanje redoslijeda faza na dalekovodima između Hrvatske i Slovenije, kako bi se pri ponovnoj sinkronizaciji podudarale faze na spojnim dalekovodima između Hrvatske i Srbije te BiH i Srbije. U organizaciji i pod vodstvom HEP-a, 10. listopada. 2004. iz NDC u Zagrebu izvršeno je ponovno spajanje I. i II. sinkrone zone UCTE-a u jedinstvenu mrežu UCTE-a.

Operator prijenosnog sustava pod nazivom *HEP-Operator prijenosnog sustava d. o. o.* (HEP-OPS) osnovan je i službeno počinje djelovati 4. travnja 2005. godine. U njegov sastav ušla je dotadašnja *Direkcija za prijenos* i *Sektor operator sustava* iz HNOSIT-a. *Sektor operator tržišta* HNOSIT-a postao je trgovačko društvo *Hrvatski operator tržišta energije* (HROTE). Promjenom unutarnje organizacije HEP-OPS, 1. studenoga 2005. godine *Sektor operator sustava* mijenja naziv u *Sektor za vođenje sustava*. Sektor u svome sastavu ima tri službe: *Službu za vođenje sustava i obuku*, *Službu za planiranje rada sustava i usluge sustava* te *Službu za analizu rada sustava i obračun*.

Sektor za vođenje sustava, u kojem se provodi dispečerska djelatnost, jedan je od devet postojećih sektora u novom organizacijskom ustroju HEP-OPS-a. Operativno vođenje hrvatskog elektroenergetskog sustava provodi *Sektor za vođenje sustava* preko NDC-a i mrežnih centara u prijenosnim područjima.

Informatičku potporu za vođenje elektroenergetskog sustava *Sektoru za vođenje* pruža *Sektor za informacijsko komunikacijske tehnologije*, nastao na temeljima *Službe za procesnu informatiku*, koja je u cijelom razdoblju svoga postojanja i djelovanja uvijek bila usko vezana uz rad dispečerske službe.

Model vođenja, funkcije i nadležnosti dispečerske službe

Model, struktura, odnosno način vođenja elektroenergetskog sustava slijedio je razvoj i izgradnju elektroenergetskog sustava i povijesne okolnosti u kojima je djelovao.

Prva dispečerska služba osnovana nakon Drugog svjetskog rata suočila se s razorenim i ratom oštećenim elektroenergetskim objektima. Glad za električnom energijom u poslijeratnom razvoju i obnovi bila je ogromna, a raspoloživi izvori premali i nedovoljni da svojom proizvodnjom zadovolje stalni porast potrebe. U tim okolnostima dispečeri su bili zaokupljeni pitanjem kako i komu dobiti proizvedenu električnu energiju. Planiranja

proizvodnje gotovo da i nije bilo jer su sve elektrane proizvodile s maksimalnom mogućom snagom kako bi bar donekle zadovoljile ogromnu potražnju.

Pozornost dispečera bila je usredotočena na tzv. *kontigentiranje*, odnosno raspodjelu proizvedene električne energije potrošačima. Izrađivani su planovi raspodjele potrošačima prema vremenu i snazi isporuke električne energije, a služba je u stvarnom vremenu nadzirala električnu energiju koju su preuzimali potrošači. Dispečerske službe u ELPOH-u i njegovim područnim filijalama bile su nadležne za elektrane, vodove i potrošnju u svojim područjima. Službe su radile samostalno jer su područja međusobno bila električki i telekomunikacijski nepovezana.

Još jedno važno obilježje dispečerske službe, temeljeno na racionalnom pristupu organizaciji obavljanja dispečerskog posla, pratilo je njezin rad kroz gotovo cijelo razdoblje djelovanja, od prvog utemeljenja pa sve do danas. Riječ je o činjenici da je cjelokupni hrvatski elektroenergetski sustav i sustav sjeverozapadne Hrvatske vodila jedna dispečerska služba smještena u Zagrebu, osim u razdoblju od 1965. do 1975. godine, a od tada je, sukladno Zakonu o elektroprivredi iz 1974. godine, djelovala dispečerska služba ZEOP-a u svojstvu republičke dispečerske službe, koja svoje funkcije koordinira i obavlja preko tri dispečerske službe elektroprivrednih poduzeća.

Takvo stanje je i danas, premda je u HEP-OPS usvojen model vođenja "1 + 4" s Nacionalnim dispečerskim centrom (NDC) na vrhu i četiri mrežna centra (MC) na drugoj razini vođenja. Usvajanjem modela "1 + 4" službeno se utvrđuje da se za područje sjeverozapadne Hrvatske, odnosno šire zagrebačke regije, uspostavlja mrežni centar pod nazivom MC Zagreb, koji će biti smješten u TS Žerjavinec.

Područje Dalmacije te Istre i Hrvatskog primorja imalo je također svoje dispečerske službe od samog uspostavljanja dispečerske službe u hrvatskom elektroenergetskom sustavu, dok je za područje Slavonije dispečersku službu do 1973. godine obavljala dispečerska služba sjeverozapadne Hrvatske u Zagrebu.

U početku se nadležnost dispečerske službe svodila na orijentacijsko dugoročno planiranje proizvodnje i potrošnje za cijelu Hrvatsku te statističko praćenje ostvarenja dugoročnih planova. Za područje sjeverozapadne Hrvatske i Slavonije dispečerska služba nadzirala je rad sustava s naglaskom na planiranju i praćenju potrošnje električne energije. Isti opseg posla imale su područne dispečerske službe. Izgradnjom proizvodnih objekata i prijenosne mreže, elektroenergetski sustav je sve više jačao i međusobno se povezivao.

Vođenje tako složenog sustava zahtijevao je sve veći angažman dispečerske službe koji se ogledao u potrebi planiranja potrošnje, proizvodnje, remonata i radova u proizvodnim i prijenosnim postrojenjima. Poseban značaj i odgovornost dispečerska je služba dobila kad je Zakonom o elektroprivredi iz 1974. godine određeno da se počne izrađivati godišnja elektroenergetska bilanca za sljedeću poslovnu godinu.

Elektroenergetsku bilancu izrađivala je republička dispečerska služba, odnosno dispečerska služba ZEOH, u suradnji s područnim dispečerskim službama. Ostali poslovi koje je dispečerska služba ZEOH obavljala u suradnji s elektroprivrednim organizacijama, svodili su se na: izradu prognoze potrošnje te plana proizvodnje i nabave električne energije za pokriće potrošnje, izradu plana korištenja akumulacija i nabave goriva za termoelektrane, nadzor i održavanje napona i frekvencije, izradu plana remonta elektrana, dalekovoda i rashlopnih postrojenja, obavljanje dispečerskih poslova s drugim elektroenergetskim sustavima u vezi s dobavom i isporukom električne energije, provođenje mjera štednje i ograničenja korištenja električne energije te vođenje statistike rada elektroenergetskog sustava.

Područne dispečerske službe planirale su i nadzirale proizvodnju te su upravljale proizvodnjom i potrošnjom u svojim područjima, dok je republička dispečerska služba planirala proizvodnju, koordinirala rad područnih dispečera i brinula za razmjenu električne energije s drugim sustavima unutar Jugoslavije. Republička dispečerska služba preuzela je brigu o planiranju i provedbi sekundarne regulacije u hrvatskom elektroenergetskom sustavu, kada je 1972. godine izgrađen i pušten u rad sustav sekundarne regulacije frekvencije i snage razmjene.

Područne dispečerske službe obavljale su tzv. energetske poslove. Vodile su rad proizvodnih objekata u svojim područjima. Kako je danas, prema Zakonu o tržištu električne energije, nadležnost nad obavljanjem planiranja i vođenja proizvodnje pripala proizvodnim poduzećima, odnosno društvima koje ih zastupaju, područne dispečerske službe u prijenosnim područjima usredotočuju se samo na nadzor i upravljanje prijenosnom mrežom.

Slično vrijedi i za republičku dispečersku službu u Sektoru za vođenje HEP-OPS-a, koji ostaje nadležan za proizvodnju u smislu osiguranja pouzdanog rada sustava, te nabave i nadzora korištenja proizvodnih kapaciteta za pomoćne usluge, energiju uravnoteženja i pokriće gubitaka u mreži.

U pogledu vođenja prijenosne mreže prema modelu vođenja "1 + 4", republička dispečerska služba nadležna je za vođenje prijenosne mreže naponske razine 400 kV i 220 kV te

mreže 110 kV sistemskog značaja, dok su područne dispečerske službe nadležne su za vođenje pripadne područne mreže 110 kV.

Oprema za vođenje elektroenergetskog sustava u dispečerskim centrima

Prvi dispečerski centri bili su više nego skromno opremljeni. Nisu imali gotovo nikakve opreme osim poštanskih telefona. Jedina veza između dispečerskog centra i elektroenergetskog objekta u Hrvatskoj bila je prije rata uspostavljena visokofrekvencijska telekomunikacijska veza za govornu komunikaciju između TE Brestanica i Zagreba. Postojala je i VF-veza između TS Matulji i hidroelektrana na Soči, ali u tako lošem stanju da se za poslovnu komunikaciju nije mogla ozbiljnije koristiti. Tek 1947. godine izgrađena je nova VF-veza na potezu TS Klara–TE Brestanica–TE Trbovlje, a nedugo zatim i na vodu HE Kraljevac–TS Split–TS Lozovac.

Godine 1952. počeli su se ugrađivati VF-uređaji domaće proizvodnje, koji su se u početku pokazali problematičnim u korištenju, no stjecanjem iskustva i poboljšanjem kvalitete proizvodnje postajali su sve pouzdaniji. Vrlo brzo počeli su se ugrađivati dvopojasni VF-uređaji za prijenos govora i mjerenja, što je znatno podiglo razinu rada dispečerske službe.

Velik skok u kvaliteti rada postignut je puštanjem u rad novog dispečerskog centra sjeverozapadne Hrvatske, 1957. godine, smještenog u novoizgrađenoj elektroprivrednoj zgradi u Zagrebu, današnjoj glavnoj zgradi Hrvatske elektroprivrede u Ulici grada Vukovara.

U početku u centru nije bilo nekih posebnih tehničkih pomagala za rad dežurnih dispečera, ali je s vremenom došlo do opremanja sinoptičkom pločom, mjernim instrumentima, dispečerskim stolom s dva radna mjesta, telefonskom centralom i uređajem za komunikaciju s ulaznim vratima.

VF-veze i dalje su se intenzivno uspostavljale, tako da je krajem 1963. godine automatskim biranjem bilo moguće uspostaviti VF-vezu sa svim elektroenergetskim objektima u hrvatskom elektroenergetskom sustavu te s postrojenjima i dispečerskim centrima u drugim jugoslavenskim republikama. Automatski telefonski VF-promet uspostavljen je polaganjem telefonskog kabela između TS Rakitje i upravne zgrade elektroprivrede, TS Resnik i upravne zgrade elektroprivrede i UKV-veze između TS Mraclin i upravne zgrade elektroprivrede.

Izgradnjom i puštanjem u rad navedene telekomunikacijske strukture omogućen je prijenos mjerenja i sklopnih stanja aparata, što je bio novi veliki korak u podizanju kvalitete rada dispečerske službe. Slični procesi u pogledu tehničkog opremanja dispečerske službe odvijali su se i u riječkom i dalmatinskom području. Imajući na raspolaganju mjerenja opterećenja na dalekovodima i transformatorima, napona i frekvencije u temeljnim točkama sustava, dispečeri su dobili dobar uvid u stanje i rad sustava na osnovi kojeg su ga mogli pouzdanije voditi, djelujući preventivno na elemente sustava u svrhu izbjegavanja poremećaja i raspada sustava.

O automatskom namještanju parametara sustava i daljinskom upravljanju elementima sustava počelo se raspravljati i planirati već u najranijoj fazi izgradnje elektroenergetskog sustava. Godine 1961. održano je prvo savjetovanje o automatizaciji u elektroprivredi, gdje je utvrđeno da u sustavu ponegdje postoje uređaji za automatsko ponovno uklapanje vodova, automatska regulacija napona i podfrekvencijsko rasterećenje sustava, dok daljinsko upravljanje nigdje nije bilo izvedeno.

Godine 1961. u dispečerskom centru Split ugrađena je sinoptička ploča.

Prvo daljinsko upravljanje ugrađeno je u TS Lozovac 1967. godine, kada se njenim postrojenjem 30 kV počelo upravljati iz TS Bilice. Iz TS Meterize počinje se od 1970. godine daljinski upravljati TS Sučidar, a TS Kaštela od 1973. godine. Iste godine pušteni su u rad sustavi za daljinsko upravljanje elektrovučnom podstanicom (EVP) Ludina iz TS Mraclin i EVP Andrijeveci iz TS Slavonski Brod.

Premda dispečeri nisu imali mogućnost da sami izravno koriste te sustave daljinskog upravljanja, njihovo postojanje i primjena znatno su im pomogli u ubrzavanju postupaka sklapanja u mreži, što je pridonijelo početku ostvarenja ideje o uvođenju daljinskog nadzora i upravljanja u cijelom hrvatskom elektroenergetskom sustavu.

Godine 1971. izgrađen je i pušten u rad dispečerski centar Rijeka u TS Pehlin.

Prvi primijenjeni sustav daljinskog vođenja bio je sustav sekundarne regulacije frekvencije i snage razmjene, koji je građen i postupno puštan u rad u tijeku 1971. i 1972. godine. Realiziran je u obliku piramidalne hijerarhijske strukture s centralnim regulatorom u dispečerskom centru JUGEL u Beogradu, gdje se regulacijski zahtjev dijelio i upućivao prema regulatorima u republičkim dispečerskim centrima, a odatle izravno prema regulacijskom elektranama.

U sustav sekundarne regulacije otpočetak su bile uključene HE Vinodol, HE Senj i HE Zakućac. HE Orlovac također je izgrađena s namjerom da se uključi u sekundarnu regulaciju, ali zbog manjkavog tehničkog rješenja do današnjeg dana nije osposobljena za provedbu te funkcije. Zbog vrlo velike važnosti za sigurnost rada hrvatskog elektroenergetskog sustava, u projekt revitalizacije informacijsko-komunikacijskog sustava HEP-OPS (ICT-projekt), koji je u trenutku pisanja ovog teksta u tijeku realizacije, uključena je ugradnja opreme sekundarne regulacije u HE Orlovac i HE Dubrovnik, i njihovo skoro uključanje u sustav sekundarne regulacije.

Izbijanjem rata u bivšoj Jugoslaviji i raspadom zajedničkog elektroenergetskog sustava, zbog prekida veza s centralnim regulatorom u JUGEL-u došlo je do poteškoća u radu sekundarne regulacije u hrvatskom elektroenergetskom sustavu. Prepoznavši ozbiljnost situacije, ugovorena je izrada digitalnog PI-regulatora s domaćom tvrtkom. Regulator je na opće zadovoljstvo isporučen u rekordnom vremenu i pušten u rad 1992. godine. Radi vrlo pouzdano i u pogonu je i danas.

Prvi konkretni koraci u realizaciji ideje o izgradnji sustava daljinskog vođenja u prijenosnoj mreži učinjeni su još daleke 1969. godine, kada su uspostavljeni prvi kontakti sa stručnjacima francuske elektroprivrede *Électricité de France* (EDF). Narednih godina kontakti između *Elektroprenosa-Zagreb* i francuske elektroprivrede te potencijalnih isporučitelja opreme za sustav daljinskog vođenja produbili su se i intenzivirali, što je 1978. godine dovelo do ugovora o realizaciji projekta SDV koji su zaključili *Elektroprenos-Zagreb* kao investitor, izvođači i EDF kao jamac sustava. SDV je koncipiran na temelju odluke Vlade SR Hrvatske, donesene krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća, o osnivanju jedinstvene dispečerske službe za vođenje hrvatskog elektroenergetskog sustava.

Slijedom spomenute odluke, usvojen je ustroj sustava daljinskog vođenja (SDV) s republičkim dispečerskim centrom i više centara daljinskog upravljanja (CDU) raspoređenih u elektroenergetske objekte prema važnosti za vođenje sustava, koncentraciji informacija i zemljopisnom rasporedu. Područni dispečerski centri nisu obuhvaćeni SDV-projektom jer je, sukladno odluci o uspostavljanju jedinstvene dispečerske službe u Hrvatskoj, tada bilo predviđeno njihovo gašenje. Ugovorom o izgradnji SDV-a utvrđeno je da se u dispečerskom centru ZEOH i pet centara daljinskog upravljanja, smještenih u TS Tumbri, TS Pehlin, TS Vrboran, TS Bilice i zgradi DC-a na Zelenom polju u Osijeku, ugradi računalna i programska oprema za nadzor i upravljanje elektroenergetskog sustava. Usporedno s tim ugrađuju se daljinske stanice u elektroenergetske objekte, računalna i programska oprema u CDU-ove te realizira komunikacijski sustav za povezivanje daljinskih stanica s

CDU-ima i Republičkim dispečerskim centrom. Izgradnja SDV-a trajala je od 1978. do 1985. godine kada je SDV službeno pušteni u rad.

Godine 1980. pušten je u rad Centar daljinskog upravljanja Bilice, a 1981. godine i Centar daljinskog upravljanja Osijek, u okviru SDV-projekta.

Godine 1984. pušteni su u rad centri daljinskog upravljanja Tumbri, Vrboran i Pehlin te Republički dispečerski centar u Zagrebu, svi izgrađeni u sklopu SDV-projekta.

Godine 1997. u TS Mraclin pušten u rad novoizgrađeni centar daljinskog upravljanja Mraclin, a 1998. godine puštena je u rad komanda lanca Varaždin za nadzor i upravljanje hidroelektranama na rijeci Dravi.

Godine 1999. u NDC Zagreb uspješno realiziran projekt Y2K (tzv. *milenijski bug*) u sklopu kojeg je dotadašnji sustav nadzora i upravljanja zamijenjen novim.

NDC je 2004. godine priključen na komunikacijski sustav UCTE pod nazivom *Electronic Highway* (EH). Godine 2005. instaliran je programski sustav za vođenje regulacijskog bloka, uvedena je web-aplikacija za prikaz podataka elektroenergetskog sustava iz stvarnog vremena te dnevna i mjesečna izvješća o radu elektroenergetskog sustava, uspostavljena je web-stranica HEP-OPS-a i druge korisničke aplikacije.

Područni dispečerski centri nisu se ukinuli, kao što je bilo predviđeno odlukom iz 1978. i potvrđeno Zakonom o elektroprivredi iz 1983. godine. Kako bi im bio dostupan veći broj raspoloživih informacija, i oni su se s vremenom opremili terminalima za vezu s područnim CDU-ima te ugradili druge korisničke alate za lakše i kvalitetnije vođenje sustava. Programska i strojna oprema u područnim dispečerskim centrima i CDU-ima modernizirana je i proširivana usporedno s NDC-om, ali u nešto manjem opsegu.

Dispečerski centar u Splitu premješten je 2000. godine iz poslovne zgrade *Prijenosnog područja Split* u novi prostor uz TS Vrboran, pri čemu je dobio moderno uređenu dispečersku salu, suvremenu strojnu i programsku opremu i video-zid.

Kao što je već spomenuto, zbog tehničkih ograničenja i problema u održavanju postojećeg sustava procesne informatike u NDC i područnim dispečerskim centrima te uvođenja funkcija potpore djelovanju tržišta električne energije u Hrvatskoj, u HEP-OPS pokrenut je ICT-projekt, čija je prva faza ostvarenja već u tijeku. Projekt obuhvaća zamjenu

postojećeg sustava za nadzor i upravljanje (SCADA) u NDC i mrežnim centrima sukladno modelu vođenja "1 + 4", proširenje i moderniziranje programskog sustava za analizu i planiranje rada elektroenergetskog sustava (EMS-sustav), uvođenje tržišnih aplikacija, modernizaciju mjerno-obračunskog sustava, izgradnju procesnog mrežno-komunikacijskog IP-sustava (*Internet Protokol-sustav*), modernizaciju sustava lokalne informatike u elektroenergetskim objektima.

Godine 2004. počela je revitalizacija informacijsko-komunikacijskog sustava HEP OPS-a, a završetak projekta očekuje se do kraja 2011. godine.

U svom dugogodišnjem radu dispečerska služba aktivno je sudjelovala u mnogim događajima vezanim za izgradnju i puštanje u rad dalekovoda i elektroenergetskih objekata, kao i događajima vezanih uz poremećaje u radu elektroenergetskog sustava uzrokovanim oštećenjima uslijed vremenskih nepogoda, nedostatka proizvodnih i prijenosnih kapaciteta, manjka goriva i niskih dotoka u hidroelektranama. Posebno teške okolnosti vladale su u tijeku Domovinskog rata, kada su dispečeri, posebno oni u Osijeku i Splitu, koristeći sva svoja znanja i umijeća, uspijevali održati rad elektroenergetskog sustava i osigurati stanovništvu opskrbu električnom energijom kroz sve vrijeme rata.

Teško je reći koji su događaji bili najznačajniji. Možda je to uspješno vođenje sustava u Domovinskom ratu, možda vođenje sustava u teškim prilikama nakon Drugog svjetskog rata. Možda i nema potrebe ni svrhe rangirati te događaje. No, svakako ih treba zabilježiti ponajviše da bismo ih otrgnuli zaboravu, ali i iskazali priznanje njihovim protagonistima. Na taj način će mlađi naraštaji u dispečerskoj službi, djelatnici HEP-a i ostali zainteresirani dobiti informaciju iz prve ruke o tome kako je nekad bilo i kako se tada radilo, a stariji još aktivni djelatnici i umirovljenici podsjetit će se prošlih dana i događaja u kojima su i sami sudjelovali.

Prijenosno područje Osijek

Područje Osijek do puštanja u pogon mreže 220 kV, 1956.–1967. godine

Do kraja 1956. godine na području Slavonije i Baranje elektroprivrednom se djelatnošću bavi *Elektroslavonija-Osijek* i – u teškim poslijeratnim prilikama – osposobljava uništene i oštećene, te gradi nove elektroenergetske objekte, napona do 35 kV odnosno 30 kV. To je pravi elektroenergetski sustav u malom, čijih se pogonskih događaja, teškog ali i poletnog života uz njega, s puno toplih uspomena sjećaju tadašnji radnici.

Stupanj elektrifikacije bio je 1956. godine veoma nizak: samo 11 posto naselja bilo je elektrificirano! Širokom elektrifikacijom u narednih je 8 godina obuhvaćeno već ukupno 2/3 naselja.

Značajni poduhvat *Elektroslavonije-Osijek* iz tog doba je izgradnja prva tri 110-kilovoltna objekta: TS Slavonski Brod 1 (Podvinje), TS Osijek 1 (Brijest) i dalekovoda 110 kV između njih. Krajem 1956. godine, odlukom nadležnih republičkih organa formira se poduzeće *Elektroprenos-Zagreb*, izdvajanjem prijenosnih postrojenja i radnika s područja Rijeke, Zagreba i Osijeka iz dotadašnjih organizacija.

Dana 11. studenog 1956. godine u transformatorskoj stanici Slavonski Brod pušten je u pogon transformator 110/30 kV od 20 MVA priključen na vod 110 kV Dobož–Slavonski Brod – čime je započeo prijenos električne energije pri naponu 110 kV za područje Slavonije i Baranje. Tada se na taj transformator priključuje samo dalekovod 110 kV Slavonski Brod–Osijek, dug preko 70 kilometara, i pod naponom 30 kV povezuje s postrojenjem 30 kV tadašnje TE Osijek. Tako se prijenos na potezu Slavonski Brod–Osijek obavlja godinu dana naponom 30 kV. U početku 1957. godine na TS 110/30 kV Slavonski Brod priključeni su 30 kV izvodi prema Požegi, Slavonski Brodu i Novoj Gradiški. U elektroenergetskom sustavu Slavonije i Baranje u pogonu su javne elektrane u Osijeku, Đakovu,

Vinkovcima i Kuzmici, te industrijske elektrane u Županji, Borovu, Slavonskom Brodu i Osijeku, ukupne raspoložive snage oko 22 MW.

Odmah raste udjel nabave električne energije iz elektroenergetskog sustava, smanjenjem proizvodnje u elektranama na vlastitom području, primjerice:

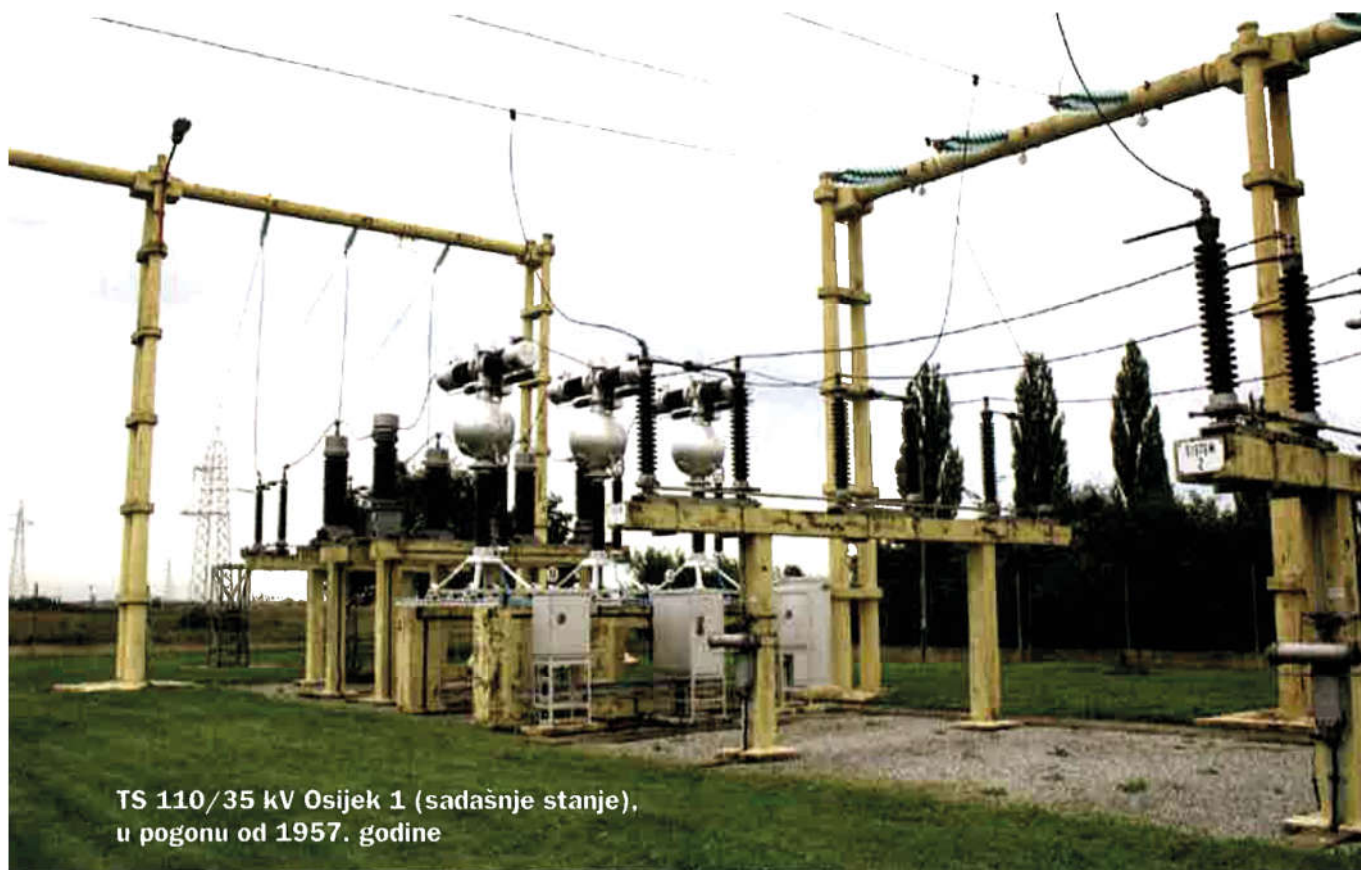
Mjesec	studeni '56.	prosinac '56.	siječanj '57.	veljača '57.	ožujak '57.	travanj '57.
Nabava iz sustava	20%	36%	44%	56%	61%	51%
Vlastita proizvodnja	80%	64%	56%	49%	44%	39%

Krajem 1957. godine pušta se u pogon transformacija 110/30 kV u Osijeku i dalekovod Slavonski Brod–Osijek pod naponom 110 kV. Do 1960. godine živo se gradi 30 (35) kV mreža na području, tako da je do tada izgrađeno dvadesetak transformatorskih stanica 30 (35)/10 kV.

U prvim godinama pogona DV 110 kV Slavonski Brod–Osijek, za dugotrajnijih kvarova u postrojenju 110 kV ili na transformatoru 110/35 kV u Osijeku, taj se vod privremeno spajao s postrojenjem 30 kV u Slavonskom Brodu i Osijeku, te se uspostavljao prijenos pod naponom 30 kV u više navrata! Noć se znala provesti u takvom poslu, da bi jutro bilo dočekano s pogo-
nom, bilo uz 30 kV – bilo uz napon 110 kV. Danas je teško vjerovati da se tada tako moralo i moglo živjeti! Pored nesigurnosti takvog jednog radijalnog poteza 110 kV, bez rezerve u transformatorima i s nesigurnom opremom, raste i problem nedovoljnog napona na kraju voda 110 kV, a pogotovo na krajnjim točkama mreže 30 kV. U tom pogledu najkritičnije je na 30 kV potezu Osijek–Našice–Slatina koji je dug 85 kilometara. Čvorište Vinkovci povezano je s tri strane, ali na granici dosega 30 kV naponom: Osijek (29 km), Županja (30 km) i Borovo (16 km). Požega je odveć udaljena od Slavanskog Broda za 30 kV napon – oko 39 kilometara.

U vrijeme puštanja voda Slavonski Brod–Osijek u pogon pod naponom 110 kV, krajem 1957. godine, ostvaruje se prvi put paralelni rad tadašnje mreže 110 kV Jugoslavije (osim na području Kosova i Makedonije), putem dvostrukog voda 110 kV Jajce–Resnik.

U početno vrijeme pogona, TS 110/30 kV Slavonski Brod 1 nema telekomunikacijske veze; potrebna obavještenja dispečerima u Osijek upućuju se osobnim prenošenjem u stanicu



**TS 110/35 kV Osijek 1 (sadašnje stanje),
u pogonu od 1957. godine**

milicije, oдавde telefonom u osječku miliciju i odatle dispečeru! Kasnije su uspostavljene VF-veze putem dalekovoda Osijek–Slavonski Brod–Doboj i direktna telefonska linija dispečera do TS 110/30 kV Osijek 1.

U pogledu sigurnosti povezivanja područja s elektroenergetskim sustavom Jugoslavije stanje mijenja se početkom 1963. godine, dovršetkom izgradnje dalekovodnog poteza 110 kV Brčko–Vinkovci–Osijek. U čvorištu Vinkovci stanje se tada poboljšava, izgradnjom postrojenja 110 kV i priključkom transformatora 110/35 kV na postrojenje 35 kV postojeće transformatorske stanice 35/10 kV Vinkovci.

Problemi u sjeverozapadnom dijelu područja (Našice–Slatina) i dalje se pojačavaju, a rastu i u požeškom kraju. Krajem tog vremenskog intervala prijenosna moć dalekovoda, kojima je područje povezano sa sustavom, i instalirana snaga transformatora 110/35 kV, odnosno 110/30 kV, nedovoljno prelaze vršno opterećenje Slavonije i Baranje. Ispad bilo kojeg voda 110 kV ili transformatora znači redukciju! Stanje se donekle popravlja sredinom 1966. godine, kada se novoizgrađeni DV 220 kV Tuzla–Đakovo pušta u pogon pod naponom 110 kV privremenim povezivanjem s vodom Slavonski Brod–Osijek u Đakovu.

Naponske prilike u mreži 110 kV su loše. Ovisne su, na slavonskom području, od angažiranja bosansko-hercegovačkih hidroelektrana! Kada se obustavljaju termoelektrane u Bosni,

da bi se sklopilo premošćenje te vratilo sve u prvobitno stanje.

U 2231 ukopčano Moiso 30 kV postrojenje, a nakon toga i ostali dalekoodredi.

Subota 15. II. 1958.

U 0948 Probili mjerni strujni transformatori.

CGS 1794301 i 1794306 te usljed toga oštećena i bezporziono sklopka **7.2.**

Typ H 30/600 7930117 u dalekoodnom polju Osijek-Centar. Skinuti spojevi sa sabirnice dotične čelije, pa je u 10⁰⁷ sve ukopčano osim te čelije. Izguriti mjerni strujni odmah mjerjari i istavijati.

CGS faza 7 1794307, faza T 1794304.

U 1146 rasterećena T.S. radi ukopčanja D.T. Osijek-Centar.

U 1122 porazno sve ukopčano.

Nedjelja 16. II. 1958.

U 1155 proradila nadstrujna zaštita

Dalekoodnog polja Vinkovci. Ujutro, da je probio mjerni strujni trofo, faza **7. 1794299.**

U 1418 iskopčano Moiso 30 kV trofo polje da bi se moglo čelijo Vinkovci otpojiti od sabirnice te oštećeni mjerni strujni zamijeniti.

U 1440 osim Vinkovaca sve ukopčano.

15.04 ukopčano i dalekood Vinkovci.

Utorak 18. II. 1958.

U 1615 proradio Bucholtz* relais te Diferencijalna zaštita Moiso 30 kV trofo polja.

dolaskom u T.S. ustanovio, da se raspisnu proradni izolator faze T. na Mo 30 kV strani učinskog transform.

Štalo je to reći kvar, a njegov popravliti će trajati dulje vremena, te je odlučeno u subotu, da Mo 30 rad prema Osijeku prebaci na 30 kV. u Osijeku je sve preinaceno da bi mogli primiti 30 kV.

Radni dnevnik poslovođe traforadionice uz TS 110/30 kV Osijek 1, 15.-18. veljače 1958. godine

napon u slavonskoj mreži je nedopustivo nizak. Primjerice, u jutarnjim i večernjim satima prosinca 1965. godine napon se kreće između 81 i 97 kV, a za svaku promjenu napona od 1 kV u mreži 110 kV, dolazi do promjene snage od oko 1 MW, dakle vrši se neprekidno prigušenje potrošnje uz trajno ugrožavanje osjetljivijih potrošača nekvalitetnom energijom.

U proljeće 1964. godine, Slavoniju je pogodio katastrofalni potres, kojem je epicentar bio u blizini TS 110/30 kV Slavonski Brod 1 (Podvinje). U cijeloj Slavoniji je uništeno 1 500, a oštećeno 5 500 kuća. Posljedice u TS Podvinje bile su brojne: razbijena stakla i pukotine u zidovima, lom nekoliko odvodnika prenapona, izvrtanje posuda akumulatora, mehanički ispadi 30 kV prekidača. Zanimljivo: proradili su Buchholz-releji transformatora u Podvinju i Vinkovcima i time – u početnim trenucima potresa – prekinuli dovod električne energije na pogođena područja! Zapamćena je požrtvovnost naših radnika. Premda su im kuće bile stradale, došli su u trafostanicu Podvinje i za manje od dva sata uspostavili nužni pogon.

U ovom razdoblju započeo je prelazak pogona srednjonaponske mreže s nazivnog napona 30 kV na nazivni napon 35 kV na slavonskom području. Transformator u TS Vinkovci, od-

mah je od 1963. godine s omjerom napona 110/35 kV, u TS Osijek 1 jedan transformator 110/35 kV ulazi u pogon 1964. a drugi 1965. godine, dok se u TS Slavonski Brod 1 prelazak dva transformatora na novi sekundarni napon obavlja 1966. odnosno 1968. godine. Tada je cijela srednjonaponska mreža u tom pogledu ujednačena. To je bio dosta složen posao, osobito u vrijeme kada se u jednom objektu pogon vodio na razdvojenim sabirnicama pod naponom 30, odnosno pod naponom 35 kV. Zanimljivo jest to da je, u ranijem razdoblju, već jednom bio obavljen takav prijelaz, ali tada s napona 35 kV na napon 30 kV!

Područje Osijek do puštanja u pogon mreže 400 kV, 1967.–1977. godine

Do 1962. godine sredstva za izgradnju osiguravana su savezним općim investicijskim fondom i, neznatno, sredstvima amortizacije elektroprivrede. Od 1962. do 1965. godine smanjuje se učešće općeg investicijskog fonda u izgradnji prijenosne mreže (za mrežu 110 kV posve izostaje), te je trebalo iznalaziti druge izvore financiranja. Planskim razdobljem 1966.–1970. godine počinje obvezno sudjelovanje potrošača u izgradnji elektroprivrednih objekata razmjerno njihovim investicijskim ulaganjima. Takva financijska situacija



nije obećavala ubrzanje izgradnje prijenosne mreže na području Slavonije i Baranje, a nedovoljna izgrađenost te mreže ozbiljno je ograničavala ukupni razvoj. Zastupnici slavonsko-baranjske regije u Saboru SR Hrvatske izborili su se 1968. godine za tzv. "saborski program" ubrzanja izgradnje prijenosne mreže na području Slavonije i Baranje, po kojem je financiranje izgradnje te mreže dobilo prioritetni status, jednak statusu izgradnje elektrana na drugim područjima.

U planskom razdoblju 1971.–1975. godine financiranje izgradnje ostvaruje se amortizacijom, naknadama za priključenje te doprinosima i obveznim udruživanjem sredstava potrošača električne energije, dopunjeno (za izgradnju mreže 400 kV) zajmovima *Međunarodne banke za obnovu i razvoj* te *Narodne banke Jugoslavije*. To osigurava nastavak započetog tempa izgradnje prijenosne mreže na slavonskom području.

Krajem tog razdoblja i u planskom razdoblju 1976.–1980. godine potrošači električne energije udruženi u *Republičku samoupravnu interesnu zajednicu*, osiguravaju – uz sredstva elektroprivrede – povećanje udjela sredstava za izgradnju elektroenergetskih objekata u ukupnim društvenim ulaganjima. Na potrebu takva usmjeravanja investicijskih sredstava vrlo upečatljivo je ukazao i *mrak* krajem 1973. godine kada je, zbog raskoraka potražnje i mogućnosti proizvodnje električne energije, došlo do velikih ograničenja u opskrbi električnom energijom u Hrvatskoj.

Godine 1967. mijenja se povezanost slavonske mreže s elektroenergetskim sustavom Jugoslavije. Puštanjem u pogon dalekovoda Tuzla–Đakovo (danas: Đakovo–Gradačac) pod naponom 220 kV, regulacijskog transformatora 220/110 kV, 150 MVA i sinkronog kompenzatora 50 Mvar u TS 220/110 kV Đakovo, pogonska sigurnost i naponske prilike u čvorištima Osijek, Slavonski Brod i Vinkovci bitno se poboljšavaju, a prijenosna moć vodova za dobavu energije na to područje se utrostručuje!

Međutim, TS 220/110 kV Đakovo gradi se i dovršava u razdoblju izrazito napregnutih materijalnih mogućnosti, pa se u prvoj etapi izgradnje rješava veoma štedljivo: jedan radialni vod 220 kV, jedan transformator 220/110 kV, jednostruke i pomoćne sabirnice 110 kV. Rezervni priključak vlastite potrošnje je na vod 35 kV, dug 38 km, do Podvinja. Zbog toga se zbivaju pogonski događaji u kojima TS 220/110 kV Đakovo nije raspoloživa – tada mreža 110 kV Slavonije ostaje na trokutu Slavonski Brod–Osijek–Vinkovci, a vršno opterećenje sada je već posve izjednačeno s prijenosnim moćima dalekovoda 110 kV iz Doboja i Brčkog, a od 1968. godine vršno opterećenje veće je od prijenosnih moći tih dvaju dalekovoda.

Instalirana snaga transformatora 110/35 kV u mreži također postaje posve nedovoljna:

Godina	Jed.	1967.	1968.	1969.	1970.
Instalirana snaga transformatora 110/35 kV	MVA	123	123	143	143
Vršno opterećenje	MW	86	103	122	136

Sinkroni kompenzator od 50 Mvar omogućuje držanje urednijih naponskih prilika i proizvodnju jalove energije na samom području potrošnje, rasterećujući elektrane od te proizvodnje i vodove za prijenos. Velika havarija zbila se 1969. godine u TS 220/110 kV Đakovo, kada je došlo do električnog luka i požara u postrojenju 10 kV kojim je bio priključen sinkroni kompenzator 50 Mvar i kućni transformator 10/0,4 kV na tercijar transformatora 150 MVA. Potpuno je uništeno postrojenje 10 kV i dva kućna transformatora, a znatno je oštećena i kućica kompenzatora, kao i energetska transformator 150 MVA. Taj kvar *zauvijek* izbacuje sinkroni kompenzator iz pogona i ostavlja TS 220/110 kV Đakovo bez osnovne opskrbe vlastite potrošnje s tercijara transformatora. Tako je TS 220/110 kV Đakovo još i osakaćena, a – zbog neprestanog rasta opterećenja u Slavoniji i Baranji – ozbiljniji rekonstrukcijski zahvat, koji bi tražio dugotrajnija isključenja te stanice, nije bio moguć.

Zbog nepovoljnih hidroloških prilika u 1967. godini, čak je – ranije obustavljena – TE Osijek hitno osposobljena za ponovni rad, proizvodila je električnu energiju do 1969. godine.

Izgrađeni su pripadni vodovi i priključene elektrovučne podstanice 110/25 kV: Kapela (1969. godine), te Andrijevi i Jankovci (1970. godine). Iz slavonske prijenosne mreže počinje se opskrbljivati prvi izravni potrošač na naponu 110 kV, za elektrifikaciju željezničke pruge. Mreža je 1970. godine dopunjena vodom 110 kV Đakovo–Vinkovci.

Godine 1971. stanje u mreži 110 kV vrlo je teško: vršno opterećenje posve je izjednačeno s instaliranom snagom transformatora 110/35 kV, a tu su još uvijek samo tri čvorišta: Slavonski Brod, Osijek i Vinkovci (izuzimajući elektrovučne podstanice). Naponske prilike u mreži 35 kV na rubovima područja i dalje se zaoštavaju. Krajem 1971. godine, puštanje u pogon TS 110/35/10 kV Požega rješava stanje u tom dijelu područja, otpočinjući ostvarenje “saborskog programa”.

Doista veoma uspješne, 1972. godine, pušta se u pogon drugi transformator 220/110 kV, 150 MVA u Đakovu, drugi dalekovod 220 kV iz Tuzle i čak tri transformatorske stanice 110/35/10 kV: Našice, Vukovar i Osijek 2, s pripadnim dalekovodima pod naponom 110 kV. Također, u pogon se stavlja drugi vod 110 kV između Đakova i Slavonskog Broda.

U toj jednoj godini broj se transformatorskih stanica 110 kV praktički udvostručuje, instalirana snaga transformatora 110/35 kV i ukupna duljina vodova 110 kV, također. Instalirana snaga transformatora 220/110 kV isto je udvostručena, a ukupna prijenosna moć vodova za dobavu energije uvećana je za 2/3!

TS 110/35/10 kV Našice, nastala dogradnjom postojeće TS 35/10 kV, najbitnije poboljšava stanje na svome dijelu električne mreže Slavonije i Baranje. Koliko je sjeverozapadno područje bilo prigušeno, najbolje svjedoči podatak da je potrošnja na području Našica prve godine nakon puštanja te transformatorske stanice u pogon, porasla za 25 posto u odnosu prema prethodnoj. Pogon TS 110/35/10 kV Vukovar omogućuje stabilniji rad i razvoj tog velikog industrijskog čvorišta, a pogon TS 110/35/10 kV Osijek 2 omogućuje razvoj industrijske zone Osijeka i sigurniju opskrbu tog grada gdje se (s elektroenergetski povezanom okolinom) troši približno polovica električne energije na području *Elektroslavonije*, s koliko sudjeluje i u vršnom opterećenju područja početkom sedamdesetih godina.

Karakteristično je za nove transformatorske stanice, iz tog vremenskog razdoblja nadalje, da imaju i distribucijski 35/10 kV dio. Taj dio je u svim transformatorskim stanicama iz "saborškog programa" dovršen dvije do četiri godine prije postrojenja 110 kV i pušten u pogon, u pravilu zajedno s novoizgrađenim vodom 110 kV pod naponom 35 kV. Time su prilike u mreži donekle poboljšavane i prije priključka postrojenja 110 kV u tim stanicama.

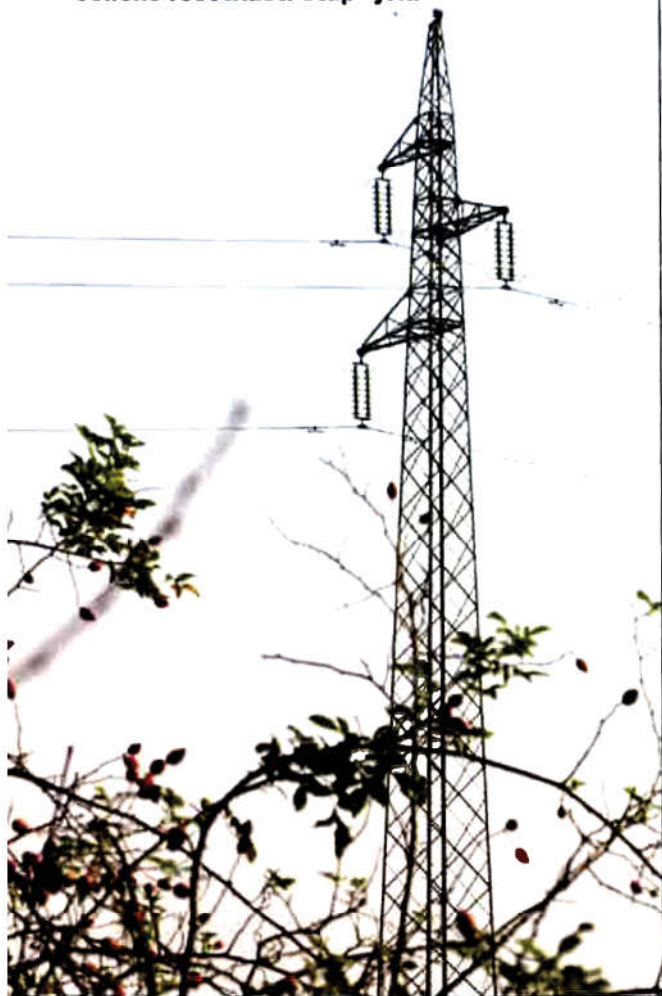
To vremensko razdoblje završava se pogonom TS 110/35/10 kV Beli Manastir, 1974. godine. U tih nekoliko godina, *izrasli* su krakovi iz osnovnog trokuta mreže 110 kV, *osvajajući* u dobroj mjeri rubove područja, no radijalnim vodovima 110 kV. Za vrijeme njihova kvara ili remonta, pogon se morao zadovoljiti 35 kV vezama.

Od ukupno 8 transformatorskih stanica 110/35 ili 110/35/10 kV u mreži, polovica je priključena radijalno. Takvoj nedovoljnoj izgrađenosti tadašnje mreže dodavala su se i neodgovarajuća pogonska svojstva TS 220/110 kV Đakovo: i dalje jednostruke sabirnice 110 kV, vlastita potrošnja na nesigurnom i dugom 35 kV vodu, uz premalu snagu rezervnog dizelskog agregata.

TS 110/35/10 kV Osijek 2, u pogonu od 1972. godine, na snimku sadašnjeg stanja vide se PTE i TE-T0 Osijek, 2006. godine



**DV 110 kV Đakovo–Našice,
čelično-rešetkastl stup "Jela"**



No, postignuto je takvo stanje izgrađenosti da se moglo pristupiti njegovoj kvalitetnoj dogradnji: osiguranju dvostranog ili dvostrukog napajanja svih čvorišta i rezerve u transformaciji u svakom čvorištu mreže 110 kV, te izgradnji još jednog čvorišta za povezivanje mreže 110 kV s državnim elektroenergetskim sustavom pri naponu 400 kV.

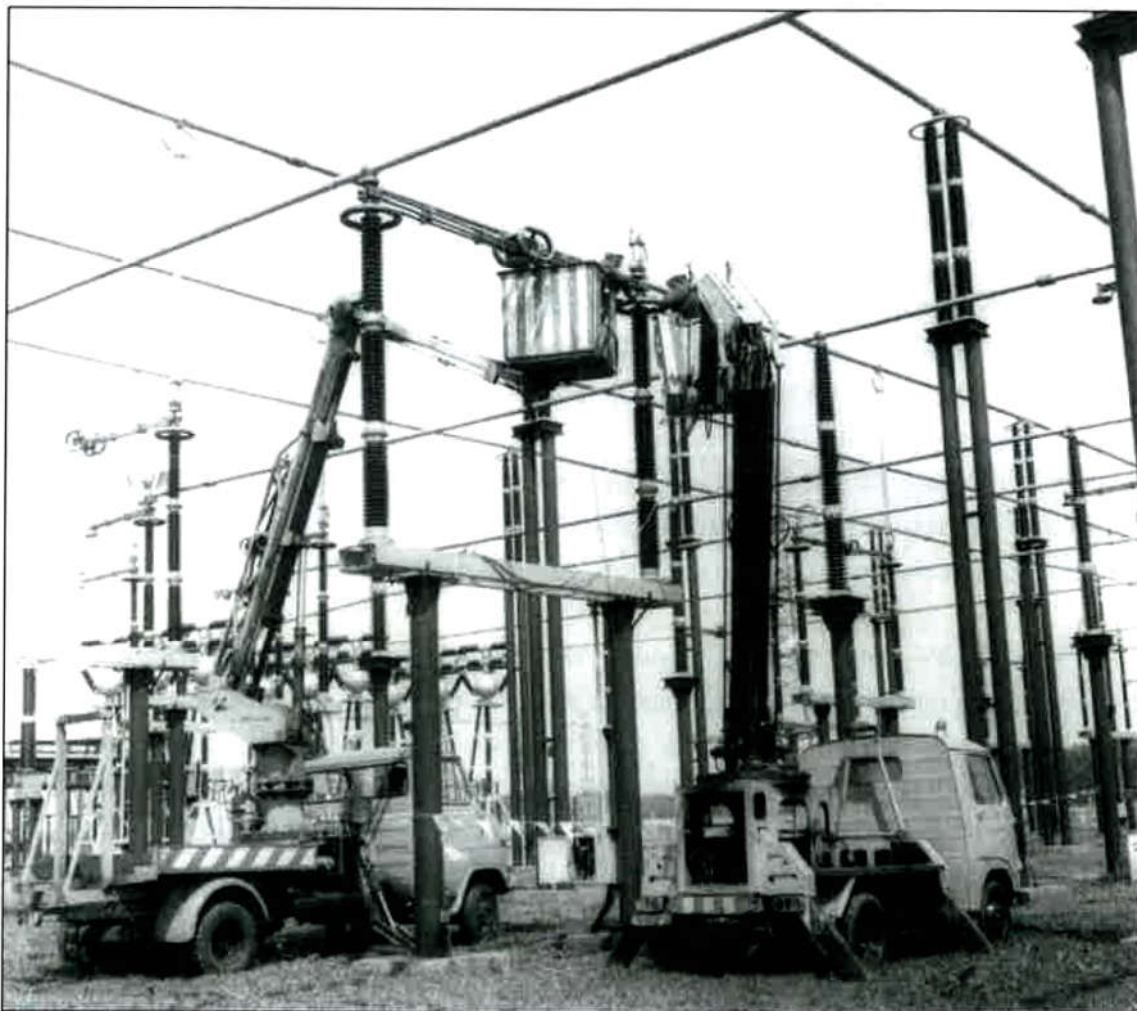
Godine 1972. mijenja se bitno i telekomunikacijska situacija, broj VF-veza po dalekovodima se više nego udvostručuje i stavlja se u pogon prva elektroprivredna automatska telefonska centrala. Sve transformatorske stanice su priključene na VF-mrežu veza. Dispečer još uvijek ostvaruje vezu posredovanjem u TS 110/35 kV Osijek 1 te, za neke veze, i posredovanjem u TS 110/35 kV Slavonski Brod 1 odnosno Vinkovci.

Krajem 1970. (na savjetovanju CIGRÉ) i početkom 1971. godine, donesena je najprije stručna a po tom i službena odluka o izgradnji jedinstvene osnovne mreže 400 kV Jugoslavije i u razdoblju što slijedi ostvaruje se izgradnja objekata te mreže na području Slavonije i Baranje: dionicâ dalekovoda 400 kV prema Obrenovcu, Tuzli i Zagrebu i transformatorske stanice 400/110 kV Ernestinovo.

Drugom razvojnom linijom odvija se dopunjavanje mreže 110 kV novim vodovima 110 kV i transformatorima 110/35 kV, tako da se oblikuje povoljno stanje te mreže: udvostručeno napajanje pod naponom 110 kV praktično svih čvorišta mreže i rezervni transformator 110/35 kV u svim čvorištima.

Godine 1976. na mrežu 110 kV priključena je PTE Osijek od 50 MW s dragocjenom rezervnom ulogom za slavonsko-baranjsko područje i vršnom ulogom za elektroenergetski sustav. Izgradnjom voda 110 kV Vukovar–Šid, godine 1976, omogućeno je povezivanje s mrežom 110 kV Vojvodine.

Izgradnja mreže 400 kV otpočela je izborom lokacije transformatorske stanice 400 kV, uspoređivanjem dvije mogućnosti: uz postojeću TS 220/110 kV Đakovo i na novoj lokaciji Ernestinovo, desetak kilometara južno od Osijeka. Izabrano je Ernestinovo radi: blizine energetskeg težišta Slavonije i Baranje, povećanja sigurnosti opskrbe područja Slavonije i Baranje razdvajanjem izvora napajanja iz mreže superponiranog napona, približavanja tog čvorišta potencijalnoj lokaciji velikog termoenergetskog izvora i međunarodnog povezivanja, omogućivanja boljeg raspjeta budućih vodova 110 kV, neometane izgradnje na novoj lokaciji i neometanog pogona TS 220/110 kV Đakovo za vrijeme izgradnje, te manjih ukupnih investicija kroz duže razdoblje unaprijed (jer se zaustavlja dalji razvoj mreže 220 kV na području). Nedostaci izabrane lokacije bili su: stanovito produljenje trasa vodova 400 kV u ovoj etapi izgradnje mreže 400 kV i time povećane početne investicije.



Montaža opreme u postrojenju 400 kV u TS 400/110 kV Ernestinovo 1976. godine

Radovi na gradnji vodova 400 kV počeli su u proljeće 1974. godine, a transformatorske stanice Ernestinovo 400/110 kV u zimi te godine. Početna etapa izgradnje transformatorske stanice puštena je u pogon 26. srpnja 1977. godine, otkada se djelatnost prijenosa električne energije na slavonsko-baranjskom području proširuje i s mogućnostima tranzita. Već sljedeće godine, kada je pušten u pogon dalekovod 400 kV Ernestinovo–Zagreb, uz svaki kilovatsat prenesen na to područje, tranzitiran je preko tog područja i po jedan kilovatsat za druga područja! Dakako, uključenjem u mrežu 400 kV Jugoslavije, bitno su povećane mogućnosti prijenosa električne energije na slavonsko-baranjsko područje i sigurnost njegove opskrbe.

Zanimljiva ilustracija brzine postizanja pojedinih stepenica u razvoju prijenosne mreže je desetogodišnji ritam postizanja pojedinih naponskih razina u mreži Slavonije i Baranje:

- 1956. godine: prvi vod 110 kV i prva TS 110/30 kV (Slavonski Brod)
- 1966. godine: prvi vod 220 kV i TS 220/110 kV (Đakovo)
- 1977. godine: prvi vod 400 kV i TS 400/110 kV (Ernestinovo).

U sadašnjim okolnostima – to je praktički nezamislivo; izgradnja jednog voda ili jedne transformatorske stanice 110 kV znade se otegnuti desetak godina!

Godine 1975. uspostavlja se prva usmjerena radio-veza na području koja se, osim za govor, koristi i za daljinski prijenos mjerenja u DC Zagreb. Od te godine prenose se opterećenja dalekovoda 220 kV i 110 kV, kojima je područje povezano sa sustavom i napon čvorišta 220 kV Đakovo. Godine 1976. puštene su u rad još dvije elektroprivredne automatske telefonske centrale, pa DC Osijek konačno ima automatsku telefonsku vezu sa svim transformatorskim stanicama, bez posredovanja. Također, DC Osijek povezan je izravno s DC Zagreb i time je slavonsko područje uključeno u automatski elektroprivredni sustav veza.

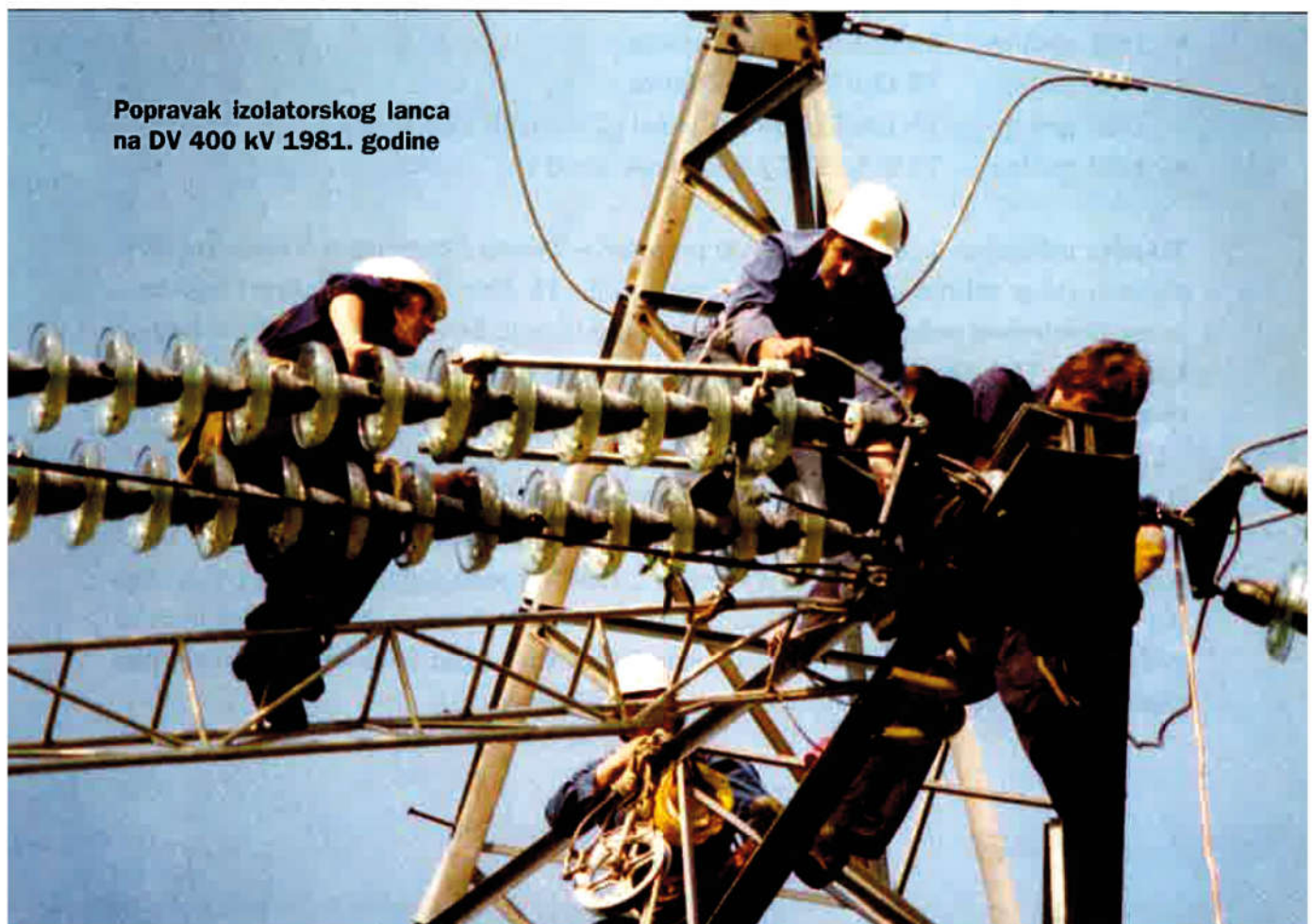
U TS 220/110 kV Đakovo se 1977. godine zbio događaj koji ima karakterističnu pouku. Nekoliko dana nakon što je termovizijskim ispitivanjem utvrđeno toplo mjesto u postrojenju 110 kV, pukao je sabirnički vodič na tom mjestu i izazvao gotovo jednodnevni zastoj svih priključenih polja. Popravak mjesta zagrijavanja se inače odgađao, jer se očekivao zamjenski dio opreme i tražilo povoljno vrijeme isključenja postrojenja. Taj događaj opravdava primjenu suvremenih metoda prevencije u mreži, ali nalaže ozbiljno i neodložno uvažavanje njihovih rezultata.

Godine 1977. izgorio je transformator 110/35 kV od 31,5 MVA u TS 110/35 kV Osijek 1 od posljedica električnog luka što se javio na unutrašnjoj strani priključnoga svornjaka 35 kV.

U siječnju 1971. godine i *Elektroslavonija-Osijek* postaje proizvodno-prijenosno-distribucijsko poduzeće, uključeno u *Udruženu elektroprivredu Hrvatske*, te osniva u svome sastavu *Pogon prijenosnih postrojenja*. Na području Slavonije postoje od tog vremena dvije prijenosne organizacijske jedinice: taj pogon – koji vodi pogon mreže koja se postupno dograđuje – i *Pogon Slavonija* u sastavu *Elektroprenosa-Zagreb* – koji vodi pogon do tada izgrađene mreže. Od ožujka 1975. godine te dvije jedinice se ujedinjuju u jedinstveni *Elektroprijenos-Osijek* u sastavu *Elektroslavonije-Osijek*.

Područje Osijek uz mrežu 400 kV do Domovinskog rata, 1977.–1991. godine

Drugi transformator u TS Ernestinovo 400/110 kV, 300 MVA pušten je u pogon 1979. godine, a reaktivne prigušnice 2×50 Mvar 1978. godine. Njima se prigušuje napon u čvorištu 400 kV u doba nedovoljnog opterećenja elektroenergetskog sustava (noć, neradni dani, ljetni mjeseci). Havarija u tercijarnom postrojenju 30 kV, koja se zbila 1980. godine, onemogućila je takav vrlo potreban pogon. Sanacija je dovršena 1984. godine i od tada je kompenzacija prigušnicama bila ponovno u korištenju.



Godine 1978. dispečerska služba smještena je u zgradu Centra daljinskog upravljanja, kamo su orijentirane i telekomunikacijske veze. U pogon su puštene VF-veze po dalekovodima 400 kV, tako da se ukupan broj VF-veza povećava za polovicu prethodnog broja. TS Ernestinovo povezana je s telekomunikacijskom mrežom SLK-kabelom (VF-kabelom u zaštitnom užetu), a od 1979. godine i usmjerenom radiovezom. Od 1980. godine u pogonu je i elektroprivredna automatska telefonska centrala u toj trafostanici. Od 1981. godine u pogonu je sustav daljinskog vođenja prijenosne mreže Slavonije i Baranje, sa središtem u Centru daljinskog upravljanja Osijek.

Vod iz Požege prema Novoj Gradiški stavljen je 1978. godine u pogon pod naponom 110 kV. Prethodno, taj vod bio je sedam godina u pogonu pod naponom 35 kV. Potezom 110 kV Našice–Slatina i nastavkom prema Virovitici, slavonsko-baranjska mreža povezana je na pridravskim vodom s područjem središnje Hrvatske od 1980. godine. Godine 1984., vodom N. Gradiška–Međurić, slavonsko-baranjska mreža povezana je prisavskim vodom na središnju Hrvatsku.

U razdoblju 1977.–1991. godine izgrađeno je još sedam transformatorskih stanica gornjeg napona 110 kV, tako da je svako tadašnje općinsko središte u Slavoniji i Baranji (osim Orhovice) imalo takvu trafostanicu:

- 1979. godine TS 110/35/10 kV Slatina i Đakovo 2
- 1980. godine TS 110/35/10 kV Županja
- 1981. godine TS 110/35/10 kV Valpovo
- 1988. godine TS 110/35/10 kV Nijemci i TS 110/10 kV Osijek 3
- 1990. godine TS 110/35/10 kV Slavonski Brod 2

Također, priključen je još jedan izravni potrošač – Tvornica cementa u Našicama (1979. godine), što je zahtijevalo obimnu rekonstrukciju TS 110/35/10 kV Našice i izgradnju prvog dvostrukog voda 110 kV na slavonskom području Ernestinovo–Našice, dugog 48 kilometara. TS Našice ima i danas najopsežnije postrojenje 110 kV, od svih stanica gornjeg napona 110 kV na slavonsko-baranjskom području.

U mreži je, pored interpolacija dijela spomenutih transformatorskih stanica, dodano još nekoliko vodova kojima je uvećana prijenosna moć na najvažnijim potezima iz TS Ernestinovo: drugi vod 110 kV prema TS Osijek 2 (1980), prema Valpovu (1981) i Vukovaru (1982). Godine 1988. izgrađen je i vod 110 kV Osijek 2–Osijek 3, kao još jedna linija za evakuaciju proizvodnje iz TE-TO, odnosno PTE Osijek i kao linija za opskrbu središta grada Osijeka neovisno od raspoloživosti TS Ernestinovo.



Požar transformatora 400/110 kV, 300 MVA
u TS 400/110 kV Ernestinovo 1980. godine

Godine 1980. izgorio je transformator 400/110 kV od 300 MVA u TS 400/110 kV Ernestinovo, nakon što je došlo do proboja unutrašnjih prigušnica u krugu tercijarnih namota transformatora i nakon što je eksplodirao jedan malouljni prekidač 30 kV prilikom isključenja prigušnice 50 Mvar. Znatna je bila šteta na postrojenju 30 kV, pored potpunog uništenja transformatora 300 MVA, a službujući uklopničar u havariji zadobio je lakše povrede. Požar karakterističan je po tome što, usprkos velikoj neposrednoj šteti, nije izazvao velike posredne posljedice. Zbio su se, naime, u vrijeme povoljnije kapacitiranosti prijenosne mreže, pa su preostali objekti i postrojenja u mreži mogli preuzeti opterećenja za trajanja višemjesečne sanacije te havarije.

Godine 1988. postignuto je ono čime je slavonsko-baranjska prijenosna mreža bila predvodnik u Hrvatskoj: izgradnjom voda 110 kV Valpovo–Beli Manastir, prijenosna mreža na tom području zaokružena je na način da svaka transformatorska stanica 110 kilovolta ima najmanje dva priključna voda 110 kV na mrežu, te da su u svakoj takvoj trafostanici dva energetska transformatora. Gdje je to bilo od onog vremena, kada je zastoj bilo koje jedinice u mreži značio i manji ili veći prekid u opskrbi!



**Ratna razaranja vodova 400 kV u blizini
TS 400/110 kV Ernestinovo 1991. godine**



Pred rat 1991. godine prijenosna moć dobave u prijenosnu mrežu Slavonije i Baranje tri puta je veća od vršne potražnje područja, a uz svaki kilovatsat prenesen radi opskrbe na tom području, prenesena su još čak dva kilovatsata za potrebe elektroenergetskog sustava.

Konačno, 1. travnja 1991. godine uspostavljeno je novo organizacijsko ustrojstvo: *Prijenosno područje Osijek, Direkcije za upravljanje i prijenos, Hrvatske elektroprivrede*.

Područje Osijek u Domovinskom ratu, 1991.–1993. godine

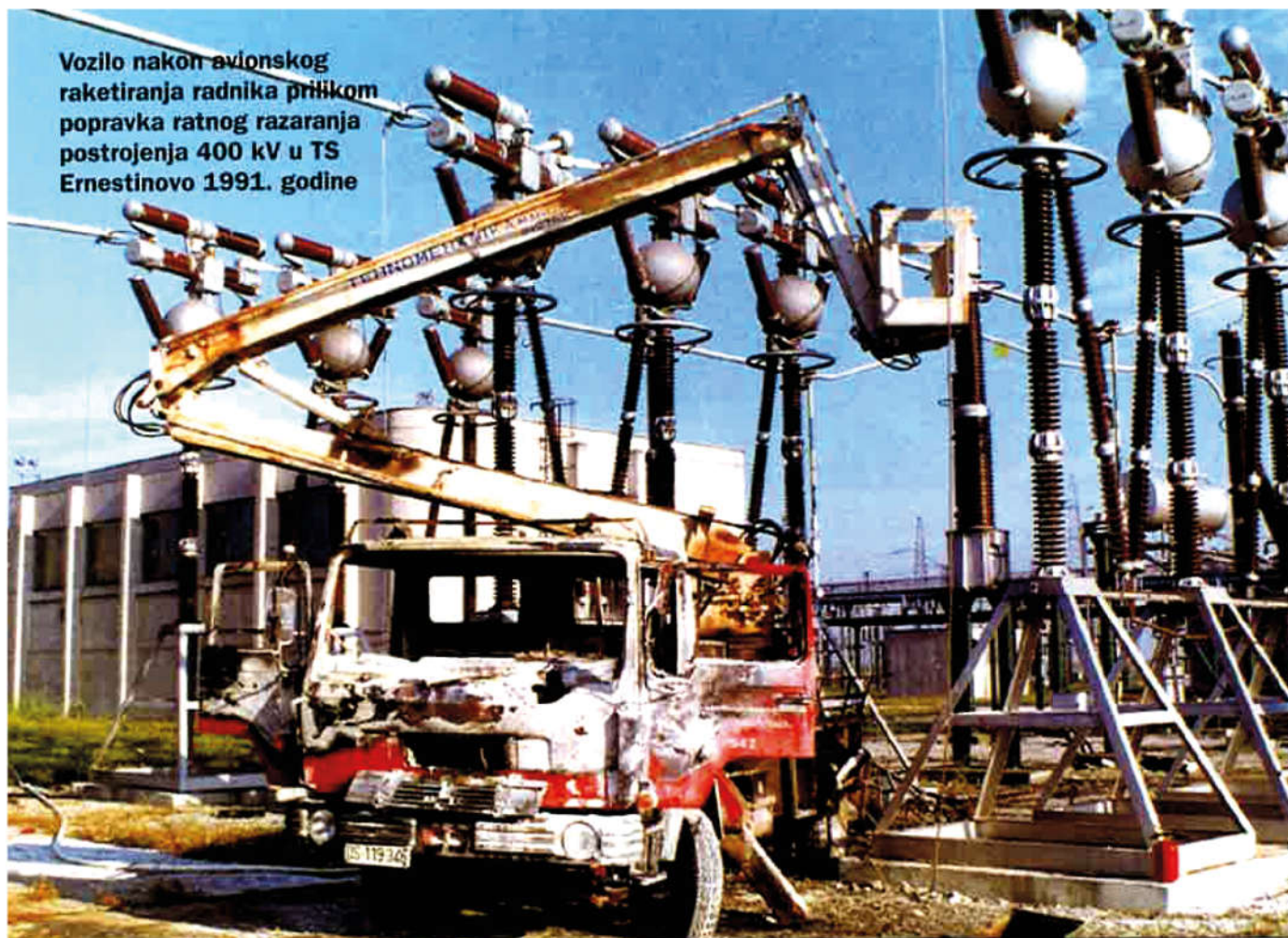
Ratna razaranja počinju polovinom 1991. godine, smiruju se polovinom 1992. godine, a praktički završavaju prestankom razaranja županijskog područja u 1995. godini.

Snažnija ratna oštećenja elektroprijenosne mreže Slavonije i Baranje nastupaju polovinom srpnja 1991. godine. Početkom rujna bilo je pet posto dalekovoda izvan pogona (100% = ukupan broj dalekovoda na području Slavonije i Baranje). U rujnu i listopadu ostvarena je strahovita brzina razaranja, stupanj oštećenosti dalekovoda dosegao je 43 posto. Do polovice studenog slabi ratni pritisak tako da je – popravcima – stupanj oštećenosti smanjen na 33 posto. Nakon toga, udari se ponovno umnožavaju: sredinom prosinca 52 posto dalekovoda je izvan pogona. U prva tri mjeseca 1992. godine ratni pritisak je slabiji, te se 11 posto oštećenih dalekovoda uspijeva koristiti na dijelu trase. Krajem travnja 1992. godine, ratna eskalacija u Bosni dovodi do izbacivanja svih dalekovoda koji prelaze Savu prema slavonskom području, pa se stupanj oštećenosti povećao.

Ukupno se zbio 101 trajni kvar zbog ratnih razaranja u razdoblju od 20. srpnja 1991. do 23. travnja 1992. godine na 28 dalekovoda od ukupno 40, koliko ih je postojalo na području Slavonije i Baranje. Među tih 28 dalekovoda, njih 21 moralo je ostati dulje vrijeme izvan korištenja, dakle polovina svih vodova na području.

Veća razaranja transformatorskih stanica – avionskim, tenkovskim, topovskim i minobacačkim napadima – na području Slavonije i Baranje, zbila su se:

- TS 110/35/10 kV Vukovar, od 29. 07. 1991. do 18. 11. 1991, kada dolazi do pada Vukovara
- TS 400/110 kV Ernestinovo, od 18. 9. 1991. do 21. 11. 1991, kada je Hrvatska elektroprivreda prisiljena napustiti tu stanicu
- TS 110/35 kV Osijek 1, od 22. 8. 1991. do 8. 4. 1992.



Vozilo nakon avionskog raketiranja radnika prilikom popravka ratnog razaranja postrojenja 400 kV u TS Ernestinovo 1991. godine

- TS 110/35/10 kV Osijek 2, od 1. 10. 1991. do 27. 04. 1992.
- TS 110/10 kV Osijek 3, od 3. 11. 1991. do 12. 5. 1992.
- TS 110/35/10 kV Vinkovci, od 19. 9. 1991. do 4. 11. 1991.

Smirivanje nastupa 1992. godine, kada je privremeno okupirano područje došlo pod zaštitu snaga Ujedinjenih naroda, u UNPA-zoni E (*United Nations Protection Area*). Nakon toga, daljnja devastacija odvija se pljačkom opreme i materijala s TS Ernestinovo, a drugi objekti koriste se za opskrbu električnom energijom na okupiranom području. To je bilo područje: Baranje i Vukovarsko-srijemske županije s izuzetkom Vinkovaca i županijskog područja, te dijela Osječko-baranjske županije, sve do nekoliko kilometara istočno i južno od grada Osijeka. Zahvaćalo je 25 posto teritorija Slavonije i Baranje, na kojem području živi oko 23 posto mirnodopskoga stanovništva. Od 1996. godine pa do početka 1998. godine to se područje nalazi pod upravom Prijelazne administracije UN za istočnu Slavoniju (*United Nations Transitional Administration for Eastern Slavonia, UNTAES*).

Preventivnim zahvatima kojima se otpočelo u ljeto 1991. godine bio je cilj: sprečavanje ili ograničavanje posljedica očekivanih predstojećih ratnih aktivnosti neprijatelja:



**Upravljačka prostorija TS
400/110 kV Ernestinovo,
razorena 1991. godine**



**Transformator 400/110 kV,
300 MVA u TS Ernestinovo,
razoren u ratu 1991. godine,
bakar opljačkan pod privremeno-
nom okupacijom nakon rata**

- razmještaj rezerve hrane i pitke vode, ležajeva i rješenje smještaja ljudi u svim transformatorskim stanicama
- kompletiranje pribora za prvu pomoć i sredstava protupožarne zaštite u svim transformatorskim stanicama
- razmještaj stanovite količine plastičnih folija, letava, gredica i dasaka za hitne građevinske sanacije
- čišćenje sigurnosnog pojasa izvan ograde transformatorskih stanica od višeg raslinja (kukuruz, šipražje)
- dobava rezervnog materijala i opreme prema iskustvu iz prvih razaranja (osobito: spojnice za vodiče)
- svekolika diversifikacija svih materijalnih i kadrovskih resursa (radnika, vozila, sredstava za rad i nužne rezervne opreme, tehničke dokumentacije i osobne kadrovske dokumentacije)
- ograđivanje energetskih transformatora bedemima opeke – u tom pothvatu ugrađeno je na čitavu području oko milijun komada opeke

- izrada priključka za vlastitu opskrbu iz distribucijske mreže, ako je glavno rješenje bilo iz tercijara
- uskladištenje dovoljnih količina goriva za dizelske agregate i stanovite količine goriva za automobile
- izuzimanje neoštećene opreme iz inače razorenih polja, radi rezerve za najkritičnije zahvate.

U neoštećenim transformatorskim stanicama birano je uklopno stanje s minimalnim brojem aparata pod naponom, kako se mehaničkom oštećenju od projektila ne bi pridodala i šteta od električnog luka te radi smanjenja vjerojatnosti nastanka požara. Obrnuto, svi ispravni dalekovodi držani su pod naponom, kako bi ispadom signalizirali oštećenje.

Provizorna rješenja u objektima i na dalekovodima ostvarivana su na sve tanjim rezervama i uz sve teže zahtjeve: mijenjana su oštećena mjesta neoštećenim, bolja rješenja slabijim, izostavljano je manje bitno, spajano inače nepovezano, razdvajano inače spojeno, pogonjeno uz niži napon, preseljavani su kritični punktovi na nove lokacije, preuređivana mirnodopska logistika (ljudi i oprema) i programska podrška (zaštita, mjerenje, nadzor, upravljanje, telekomunikacije)...

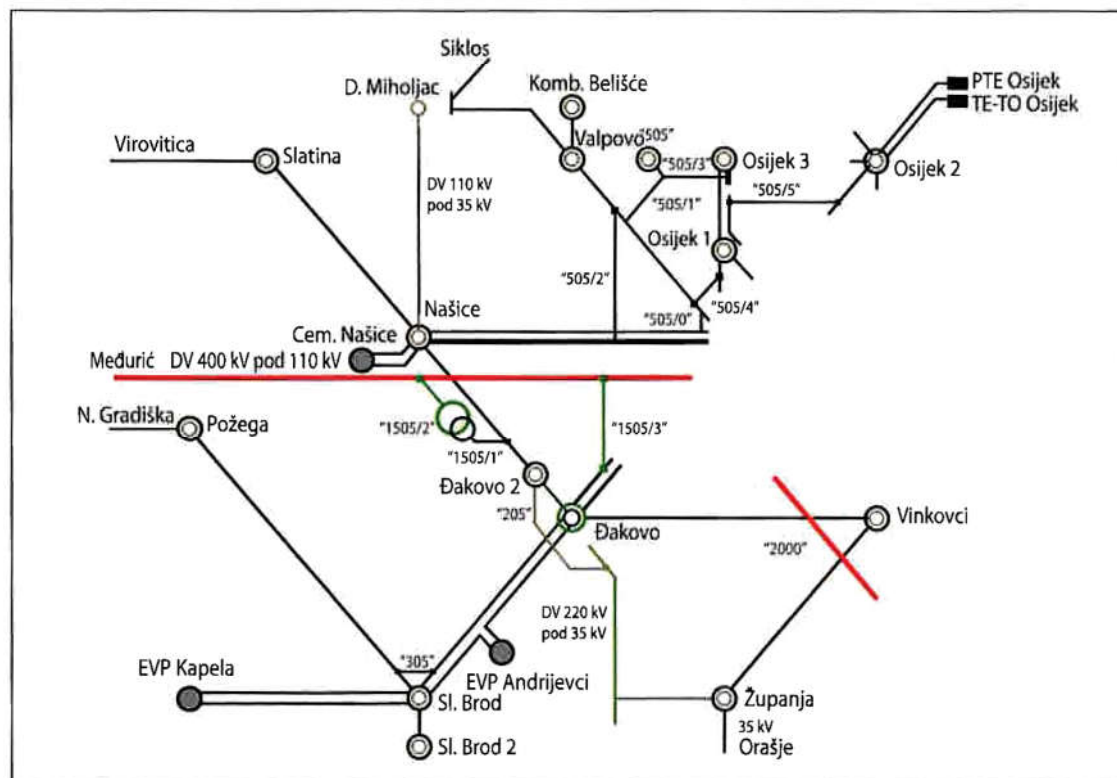
Privremeni vodovi i premoštenja vodova prema datumu puštanja u pogon

Rbr.	Napon (kV)	Naziv i opaska	Duljina (km)	Datum
1	110	505/0 (1)	~0,2	11. 10. 1991.
2	110	505/1	4	22. 12. 1991.
3	110	2000 (2)	~0	1. 2. 1992.
4	110	1505 (3)	~0	5. 2. 1992.
5	110	505/2	8	27. 2. 1992.
6	110	505/3	5	11. 3. 1992.
7	110	1505/1	~0,2	11. 4. 1992.
8	220	1505/3	12	1. 8. 1992.
9	35	205 (4)	1,2	krajem 1992.
10	110	305 (5)	~0	krajem 1992.
11	110	505/4	6	7. 8. 1993.
12	110	505/5	4	13. 08. 1993.
	Ukupno (km)		~40	

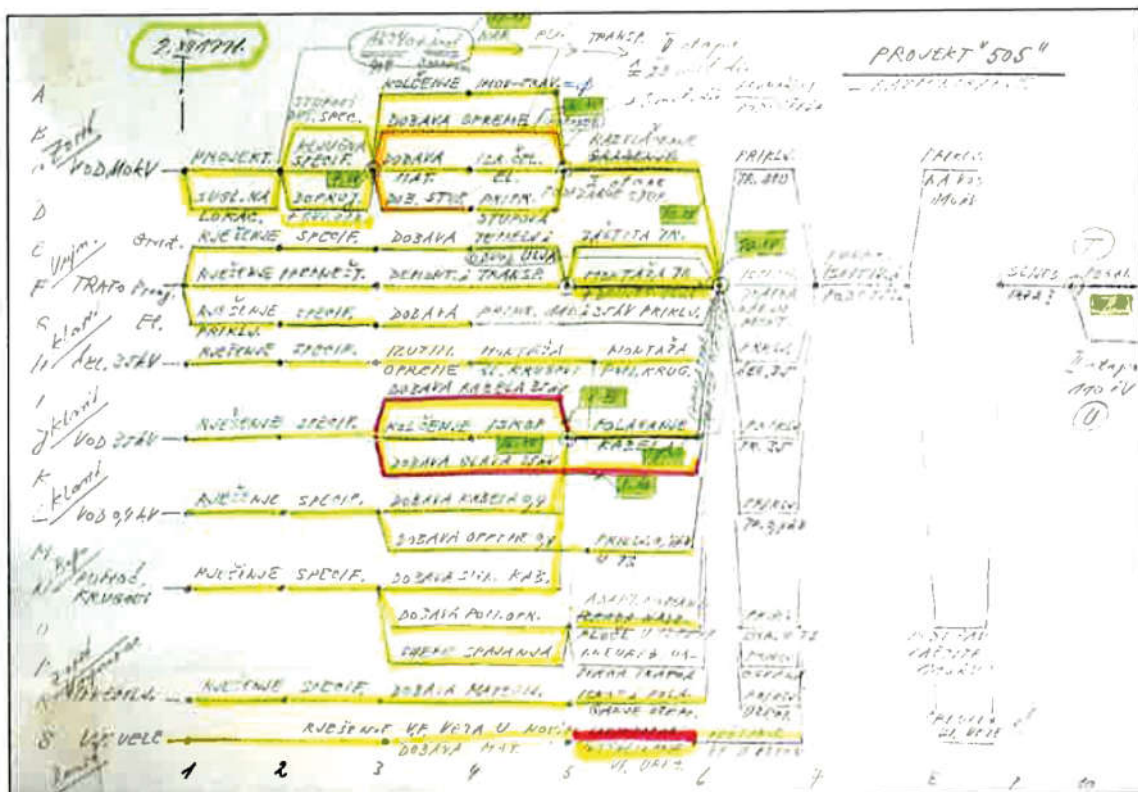
Opaske:

- (1) Spoj valpovačkog voda i jedne trojke našičkog voda zapadno od TS Ernestinovo.
- (2) Korištenje DV 400 kV Ernestinovo–Ugljevik pod naponom 110 kV, od mjesta križanja s DV 110 kV Đakovo–Vinkovci do blizine DV 110 kV Vinkovci–Županja radi spoja TS Županja na mrežu 110 kV.
- (3) Izravni spoj DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri na mjestu križanja s DV 110 kV Našice–Đakovo 2, uz pogon pod 110 kV putem istog takvog spoja DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri s DV 110 kV Mracilin–Sisak, 40 kilometara istočno od Zagreba.
- (4) Priključak 35 kV napona na vod 220 kV u TS 220/110 kV Đakovo i vod 35 kV za rezervno napajanje Županje preko Babine Grede pod naponom 35 kV.
- (5) Preventivno premoštenje dva voda 110 kV u neposrednoj blizini TS 110/35 kV Slavonski Brod 1.

Uz tih ukupno 40 kilometara privremenih vodova, dakako, izgrađene su i privremene transformacije i to: 110/35 kV transformacija "505", snage 22 MVA, smještena u zapadnom dijelu grada Osijeka, puštena u pogon 22. 12. 1991, nakon samo 20 dana protekla



Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji krajem 1996. godine



Mrežni plan aktivnosti na izgradnji privremene transformacije "505" u Osijeku, 2.-22. prosinca 1991. godine

od donošenja odluke o njezinoj uspostavi, te 220/110 kV transformacija "1505/2", snage 150 MVA, smještena u širem našičkom kraju nedaleko križanja DV 400 kV Ernestino-vo–Tumbri s DV 110 kV Našice–Đakovo 2, puštena u pogon 21. 5. 1992, nakon samo 44 dana protekla od odluke o njezinoj uspostavi!

Privremena transformacija 110/35 kV "505", izgrađena je korištenjem drvenih konstrukcijskih elemenata, uz direktni priključak na vod 110 kV "505/1", te odvodnike prenapona na 110 kV-strani i VF-prigušnicu sa spojnim kondenzatorom, kojim su se vlastita zaštita transformatora i ručni nalog za isključivanje prosljeđivali na prekidač 110 kV u TS Našice, udaljen 50 kilometara. Na 35 kV-strani položen je kabelski vod 35 kV do čvorište TS 35/10 kV Retfala u zapadnom dijelu grada.

Privremena transformacija 220/110 kV "1505/2", izgrađena je korištenjem drvenih konstrukcijskih elemenata i bez prekidača na obje naponske strane, tako da su vlastite zaštite i ručni nalog za isklon bivali proslijeđeni VF-vezom do 215 kilometara udaljenog prekidača

**Privremena transformacija
110/35 kV, 22 MVA "505"
u Osijeku 1991. godine**



220 kV u TS Mraclin! Ugrađen je dizelski agregat za vlastitu opskrbu, te spoj na lokalnu mrežu 0,4 kV, a cijeli plato je izoliran od ispuštanja eventualno iscurjelog ulja u okolinu. Postavljen je i kontejner za smještaj posade, sekundarnog postrojenja i dizelskog agregata.

Privremeni vodovi na drvenim stupovima 110 i 220 kV riješeni su primjenom Π -stupova za čiju je konstrukciju valjalo utrošiti prosječno 9 komada elementarnih stupova duljine 9 do 12 metara. To je bila najkritičnija aktivnost, naime pravodobna dobava ogromnih količina drvenih impregniranih stupova. U tome su angažirane sve elektrodistribucijske organizacije *između Drave i Save*, pak i šire od toga područja (Primorje, Slovenija, sjeverna Bosna, sve dok je išlo odatle). Ukupno je utrošeno oko 2 500 komada drvenih stupova!

Uspostavljena je i rezervna lokacija CDU-Osijek s mogućnostima daljinskog nadzora čvorišnih transformatorskih stanica, u prikrivenom prostoru u središnjoj zoni Osijeka, uvučena u grad i time neizložena toliko pogodcima s ruba istočne strane grada.

Od polovine 1992. godine uspostavljena je opskrba Slavonije prijenosnom mrežom preko samo tri opskrbna resursa: potez 400 kV između Zagreba i Osijeka, korišten pod naponom 220 kV (maksimalne snage dobave 220 MW), pridravski vod 110 kV Virovitica–Slatina (s mogućnošću dobave četrdesetak megavata) i TE-TO Osijek (s mogućnošću dobave četrdestak megavata) te jedan agregat u PTE Osijek, s mogućnošću dobave 25 MW, jer



**Privremena transformacija 220/110 kV,
150 MVA "1505/2" u Slavoniji 1992. godine**

je drugi agregat u tom objektu bio potpuno razoren izravnim pogotkom. Prisavski vod 110 kV Međurić–Nova Gradiška bio je izvan pogona, te je iz prijenosne mreže Slavonije opskrbljivana i Nova Gradiška.

Najkritičniji potez za pouzdanu dobavu je svakako bio vod 220 kV do Slavonije, ukupne duljine 235 kilometara, koji se sastojao od:

- privremenog priključka u TS 220/110 kV Mraclin
- dionice voda 400 kV Tumbri–Ernestinovo, duljine 215 km, korištene pod naponom 220 kV a koja prelazi UNPA-Zonu W (zapadna Slavonija) u duljini tridesetak kilometara
- privremenog priključka 220/110 kilovoltne transformacije "1505/2" na taj vod
- dionice privremenog voda 220 kV na drvenim stupovima "1505/3" duljine 12 km
- dionice voda 110 kV Ernestinovo–Đakovo/1 na betonskim stupovima s donekle kori-giranom izolacijom za napon 220 kV duljine 8 km
- privremenog priključka te posljednje dionice na TS 220/110 kV Đakovo.

Već u jesen 1992. godine obavljena su temeljita sagledavanja prostornih, tehničkih i komercijalnih mogućnosti izgradnje nadomjesne transformacije za TS Ernestinovo, TS 400/110 kV Krndija u dubini slobodnog teritorija, ocijenivši mogućnost da se to uradi unutar 1,5 godine, uz troškove od oko 18 milijuna tadašnjih DEM. Projekt je doveden do pred potpisivanje ugovora s inozemnim isporučiteljem i ugovora o inozemnom kreditu za

taj pothvat. Početkom 1993. godine odlučeno je da se na takvo rješenje ipak ne ide. Prvenstvena mana toga rješenja je radijalni priključak Slavonije (samo jednim dalekovodom) na mrežu 400 kV u središnjoj Hrvatskoj, koji prolazi jednim svojim dijelom privremeno okupiranim područjem, po čemu se to rješenje nije bitno razlikovalo od postojećeg stanja.

Razdoblje poslijeratne obnove, 1994.–2006. godine

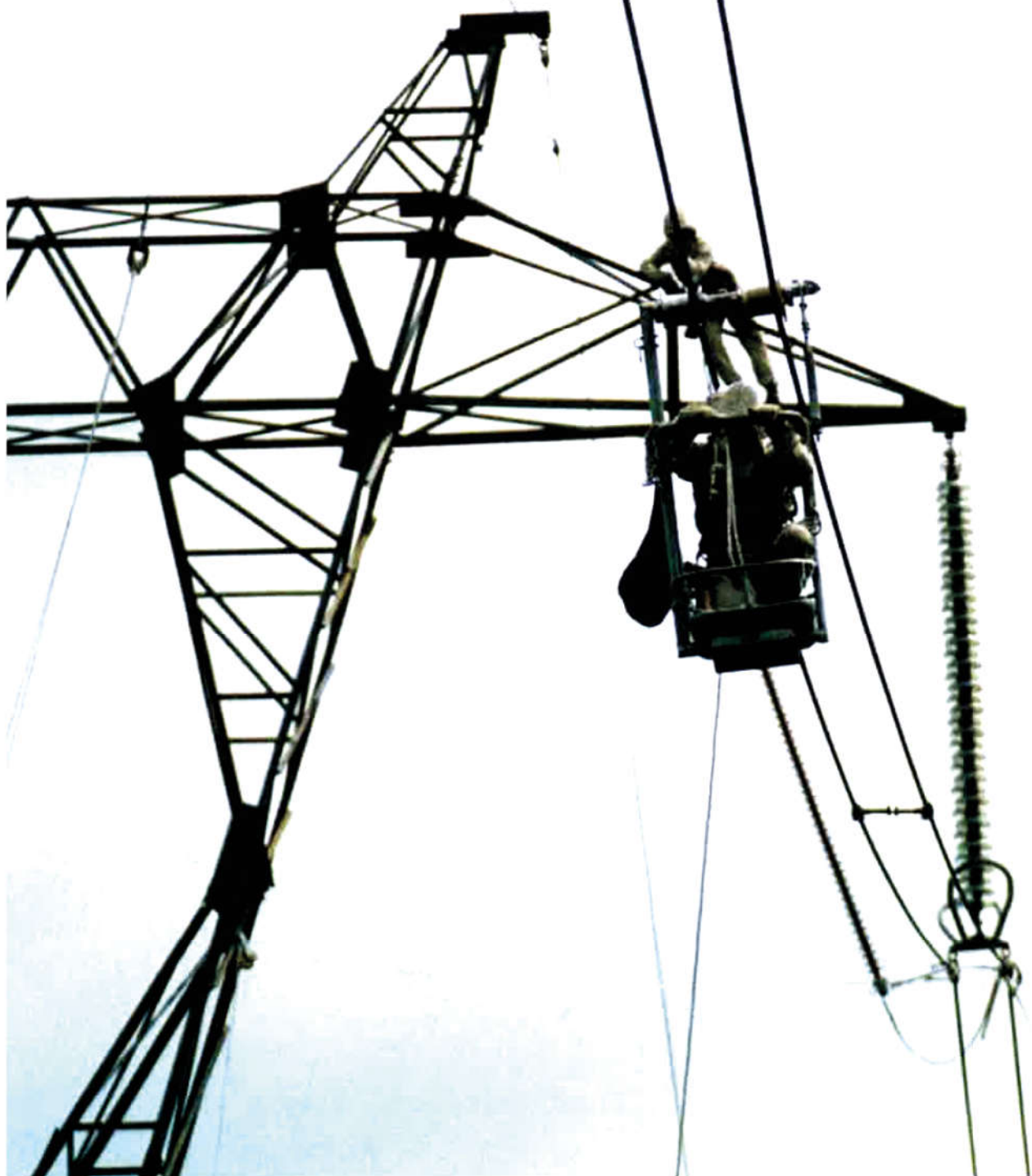
Godine 1994. zamijenjeni su fazni vodiči na potezu u dionici DV 110 kV Đakovo 2–Našice, od spoja transformacije “1505/2” do TS Našice, termički opteretivijim vodičima (*crni vodiči*), što je povećalo opteretivost toga najopterećenijeg voda u tadašnjoj mreži, s 90 MVA na približno 110 MVA.

Omogućena akcijom “Bljesak”, sredinom kolovoza 1995. godine dovršena je sanacija TS 110/35 kV Nova Gradiška i DV 110 kV Međurić–Nova Gradiška, pa je za to područje i Slavoniju u cjelini ostvarena dopunska mogućnost opskrbe iz prisavskog dijela mreže 110 kV. Početkom kolovoza, mogućnosti dobave slavonskom dijelu mreže uvećane su i puštanjem u pogon “mađarske veze”, DV 110 kV Valpovo–(Donji Miholjac)–Siklos. Uz pogonske poteškoće: u Mađarskoj je nazivni napon mreže 120 kV a u nas dakako 110 kV, te je u doba malog opterećenja napon u Valpovu znao biti previsok. (To je otklonjeno 1999. godine, puštanjem u pogon TS Donji Miholjac i spojnog transformatora 110/120 kV, prolazne snage 80 MVA, u vod prema Mađarskoj.)

Ostvareno vršno opterećenje mreže u 1996. godini od 329 MW, namireno je prijenosnom mrežom i angažmanom interventnih elektrana u distribucijskoj mreži Vinkovaca i Slavonskog Broda, ukupne instalirane snage 15 MW. Tijekom ljeta i jeseni 1996. godine, po prvi put u prijenosnoj mreži Hrvatske elektroprivrede – radom pod naponom, obavljen je popravak ratnih oštećenja većeg dijela DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri. Radove su izveli radnici mađarskog poduzeća OVIT iz Budimpešte, uz pomoć naših radnika s terena. Popravljen je preko 100 mjesta oštećenja faznih vodiča i zamijenjen manji dio oštećenih izolatora u nosnim izolatorskim lancima. Na DV 110 kV Đakovo–Đakovo 2, obavljena je zamjena faznih vodiča, vodičima iz crnog užeta, čime je podignuta prijenosna moć i tog uskog grla u slavonskoj prijenosnoj mreži.

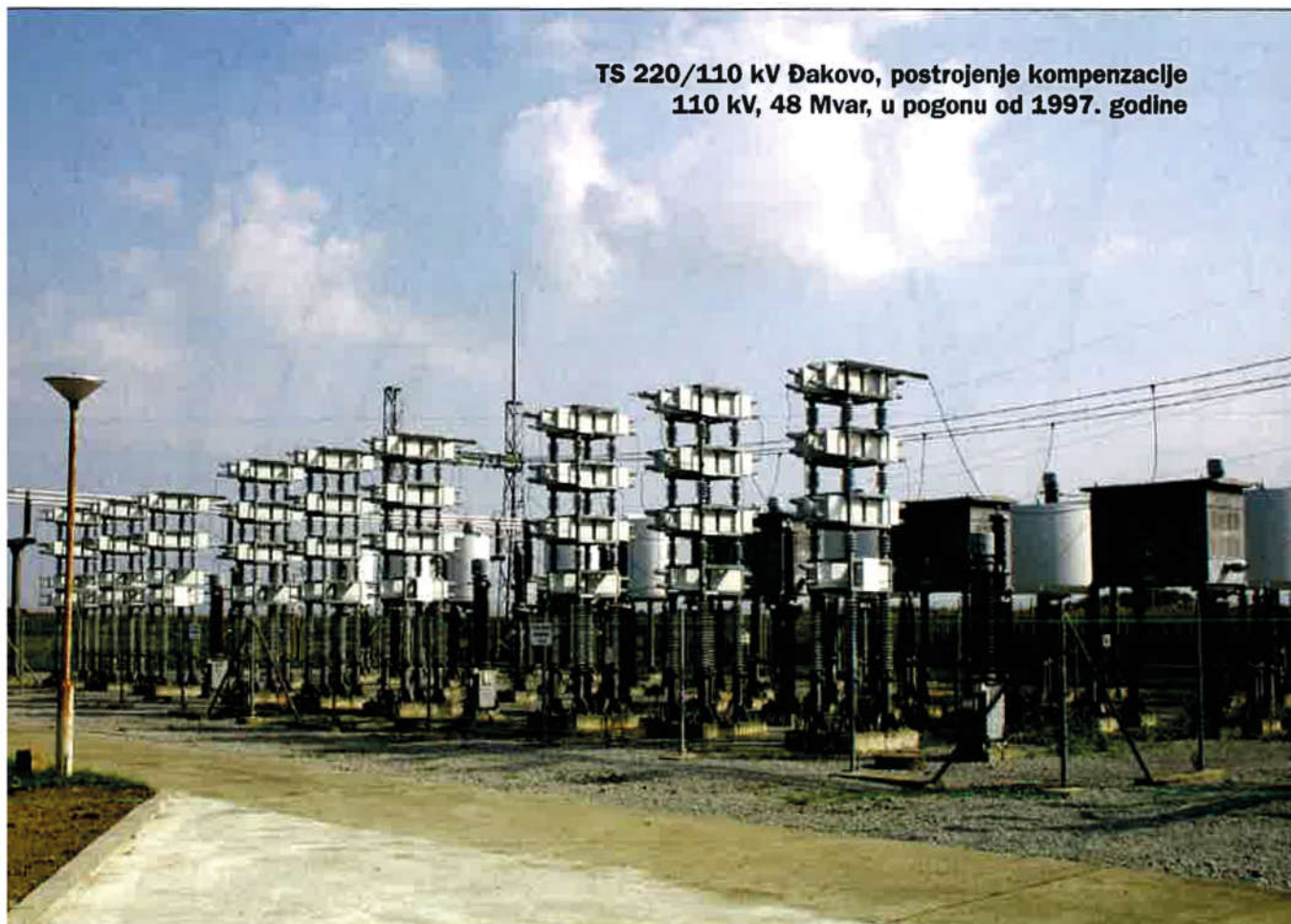
Godina 1997. bitno je bila obilježena reintegracijom objekata prijenosne mreže u Hrvatskom Podunavlju – transformatorskih stanica u Belom Manastiru, Vukovaru i Nijemcima s pripadnim dalekovodima 110 kV, na teritoriju pod upravom UNTAES. Na tom

**Popravak dalekovoda 400 kV
(u pogonu pod naponom 220 kV)
radom pod naponom 1996. godine**



području nalazila se i potpuno razorena i opljačkana TS 400/110 kV Ernestinovo i dionice vodova 400 kV. Reintegracija je započela sredinom lipnja, kada je prihvaćeno 16 radnika s tog područja na rad u *Prijenosno područje Osijek*, početkom rujna pušten je u pogon DV 110 kV Valpovo–Beli Manastir, a krajem rujna i DV 110 kV Vinkovci–Vukovar. Radi omogućivanja takva pogona, samo u najnužnijoj mjeri sanirane su transformatorske stanice Beli Manastir, Vukovar, Nijemci i Vinkovci. Obavljen je osnovni uvid u stanje na lokaciji TS 400/110 kV Ernestinovo – preostala vrijednost na lokaciji predstavlja oko 15 posto vrijednosti novog takvog objekta, sve drugo je razoreno ili sustavno opljačkano tijekom okupacije! Formuliran je projektni zadatak za obnovu, te je zaključen ugovor o projektiranju obnove TS Ernestinovo.

U listopadu 1997. godine, ponajprije zbog opskrbe reintegriranog Hrvatskog Podunavlja, ali i zbog neuobičajene hladnoće, ostvaren je skok potražnje od oko 100 MW u odnosu prema potražnji u tom mjesecu posljednje tri godine. Krajem godine, sredinom prosinca, ostvareno je vršno opterećenje veće od predratnog: ukupno 364 MW, u čemu je potražnja Orašja (u Bosni i Hercegovini) bila 10 MW. Tih dana upravo je bio stavljen u pogon sanirani vod 110 kV Županja–Orašje. Doprinos stanovitom rasterećenju prijenosne mreže dali su dizelski agregati ukupne instalirane snage 30 MW, priključeni te godine na distri-



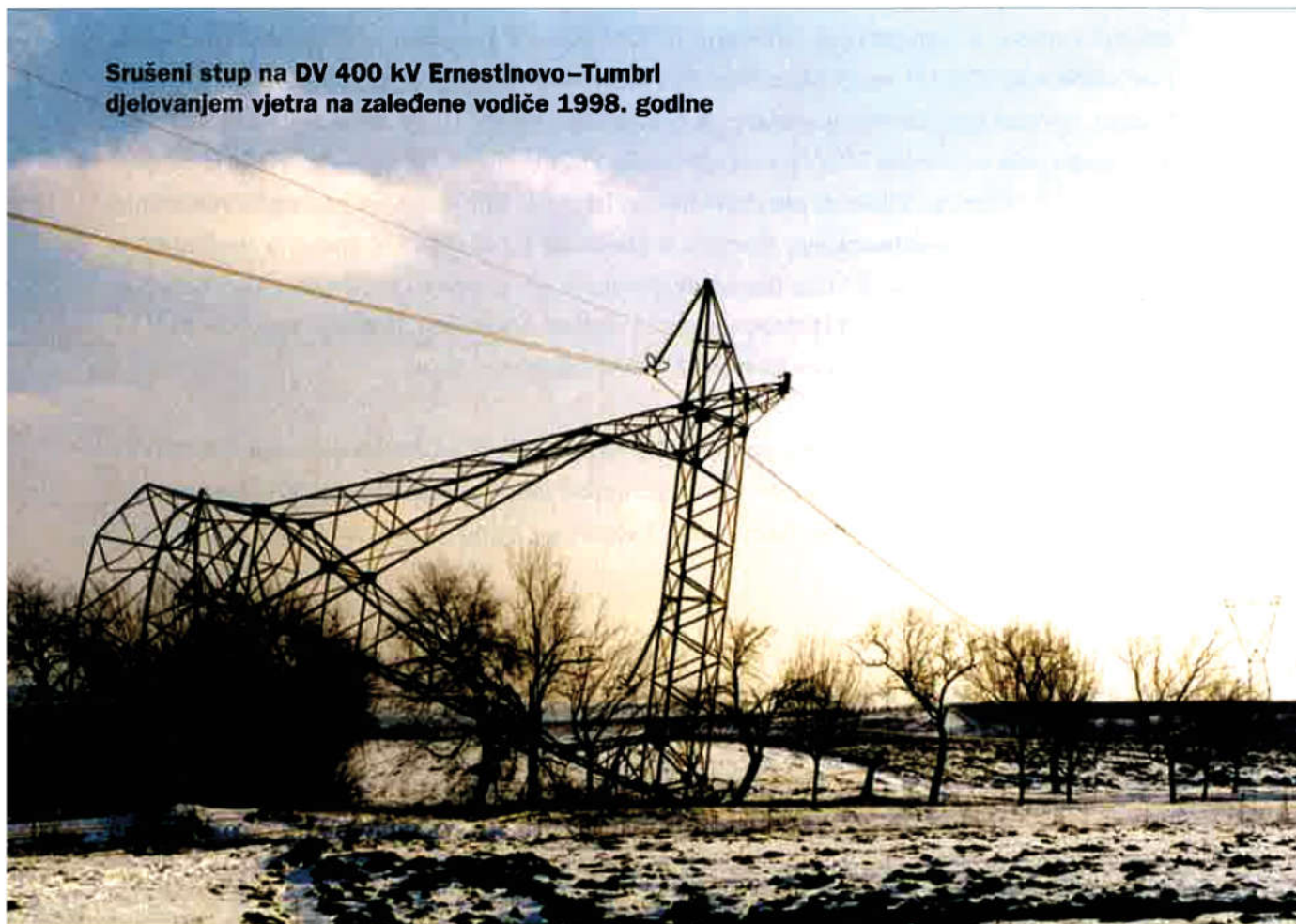
**TS 220/110 kV Đakovo, postrojenje kompenzacije
110 kV, 48 Mvar, u pogonu od 1997. godine**

bucijsku mrežu. Uz djelatno opterećenje prijenosne mreže od oko 300 MW ustanovljena je potražnja jalove snage slavonske mreže na razini 110 kV od oko 100 Mvar. Zaključeno je da bi tih oko 100 Mvar bilo najpovoljnije kompenzirati na način da se 50 posto te jalove snage kompenzira na razini 110 kV, a preostalih 50 posto na razini srednjonaponske mreže. Kompenzaciju bi trebalo moći koristiti stupnjevano, jer je pri minimalnom djelatnom opterećenju mreže (oko 100 MW) potrebno kompenzirati oko 50 Mvar. Dakako, na razini 220 kV potrebe se jalove snage uvećavaju za gubitke jalove snage u transformatorima 220/110 kV i vodu 220 kV (za oko 60 Mvar pri opterećenju transformatora i voda s 220 MVA), te ne prijeti prekompenzacija u priključnom čvorištu na mrežu 220 kV (TS Mraclin).

Krajem 1995. i tijekom 1996. godine ostvarena je opsežna kompenzacija jalovih snaga na srednjonaponskoj razini ugradnjom kondenzatorskih baterija u 12 transformatorskih stanica gornjeg napona 110 kV. Ukupna instalirana snaga distribuiranih kondenzatorskih baterija na području Slavonije je oko 50 Mvar.

U studenom 1997. godine puštena je u pogon sustavna kompenzacija jalove snage od ukupno 48 Mvar, priključena na napon 110 kV u TS 220/110 kV Đakovo, u vrijeme kada je zbog visokog opterećenja mreže to bila znatna pomoć u mreži, povećanjem djelatnog

**Srušeni stup na DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri
djelovanjem vjetra na zaleđene vodiče 1998. godine**



dijela prijenosne moći voda 220 kV, smanjenjem potražnje jalove snage u središnjem dijelu sustava (dakle u TS Mraclin) i poboljšanjem naponskih prilika na kraju voda 220 kV, u Slavoniji. Kompenzacija je riješena stupnjevano (16-32-48 Mvar) i filterski, tako da je njome ostvareno prigušenje 3., 5. i 7. harmonika u mreži.

Dana 15. siječnja 1998. godine završio je mandat Prijelazne administracije Ujedinjenih naroda (UNTAES) u Hrvatskom Podunavlju, te je ostvarena potpuna nadležnost Hrvatske elektroprivrede nad elektroenergetskim objektima na tom području. Tijekom godine izrađivan je glavni projekt obnove TS 400/110 kV Ernestinovo i dovršeno nekoliko studija kojima su provjeravane podloge za to projektiranje. Razminirana je trasa i dovršena je građevinska sanacija ratom oštećenog DV 110 kV Vinkovci–Županja, te su započeli elektromontažni radovi na tomvodu, koji su dovršeni krajem travnja 1999. godine. Od 10. travnja 1998. godine u pogonu je DV 220 kV Đakovo–Gradačac–Tuzla, kojim se pokriva prosječno između četvrtina i polovina vršnog opterećenja prijenosne mreže na području Slavonije i Baranje – ovisno o prilikama u mreži.

Teška havarija, uzrokovana jakim vjetrom uz istodobno zaleđivanje vodiča, zbila se u siječnju 1998. godine. Posljedice vremenskih okolnosti kakve su tada nastupile, nisu se dogodile nikad – tijekom više od 40 godina korištenja mreže nazivnog napona jednakog ili većeg od 110 kV na području Slavonije i Baranje. Došlo je do rušenja tri čelično-rešetkastog stupa, a 6 stupova je oštećeno na DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri (u pogonu pod naponom 220 kV na potezu Mraclin–Đakovo), na području zapadno od Kutjeva. U zoni zahvata nevremenom srušeno je 6 stupova na DV 110 kV Našice–Donji Miholjac (u pogonu pod naponom 35 kV), a na oba voda 110 kV Našice–Cementara bilo je oštećeno nekoliko stupova. Tijekom pet dana nakon havarije bila je nužna redukcija potražnje, pa je procijenjena neisporučena energija u visini od 1,1 GWh. Taj zastoj u stvarnosti je ukazivao na moguće posljedice nezadovoljavajuće povezanosti prijenosne mreže u Slavoniji i Baranji na državni elektroenergetski sustav. Sanacija oštećenja na vodu 400 kV trajala je dva tjedna, a na vodovima 110 kV više od mjesec dana.

Teška poslijeratna tragedija zbila se u ožujku 1998. godine, prilikom obilaska DV 400 kV Ernestinovo–Ugljevik, kada se terenski automobil ekipe za održavanje dalekovoda kod mjesta Markušice našao u minskom polju i aktivirao minu – dva radnika su poginula a jedan je ranjen.

Od kraja svibnja 1999. godine u pogonu je novoizgrađena TS 110/35 kV Donji Miholjac, s priključcima na mrežu 110 kV prema Valpovu i Našicama, te Siklosu/Mađarska s



**Plato TS 400/110 kV Ernestinovo, nakon
raščišćavanja posljedica ratnih razaranja,
2002. godine**

transformacijom 110/120 kV radi omogućavanja korektnog povezivanja hrvatske mreže nazivnog napona 110 kV i mađarske mreže nazivnog napona 120 kV. Krajem te godine dovršen je i revidiran glavni projekt obnove TS 400/110 kV Ernestinovo. Na lokaciji TS Ernestinovo, od ljeta obavljani su radovi nulte etape obnove: raskrčivanje vanjskog i unutrašnjeg prostora i odvoz razorenog materijala (približno 500 tona), ograđivanje i uspostava vodoopskrbnog, električnog i kanalizacijskog priključka, te uređenje prostora za boravak gradilišne ekipe.

Pred ljeto 2000. godine u tadašnjoj *Direkciji za prijenos Hrvatske elektroprivrede* donesena je odluka o radikalnom pristupu obnovi dijela vodova 110 kV u Slavoniji i Baranji, koji su još uvijek bili izvan pogona zbog ratnih razaranja. Odluka je obuhvatila obnovu priključnih dalekovodnih polja (u TS Osijek 2, TS Vukovar i TS Beli Manastir) te razmišljanje i obnovu ukupno 7 dalekovoda u mreži, u ukupnoj duljini od 130 kilometara:

- DV 110 kV Ernestinovo–Osijek 2/1
- DV 110 kV Ernestinovo–Osijek 2/2
- DV 110 kV Ernestinovo–Vukovar
- DV 110 kV Ernestinovo–Đakovo/2

- DV 110 kV Osijek 2–Osijek 3
- DV 110 kV Osijek 2–Beli Manastir
- DV 35 kV Osijek 2–Ernestinovo.

Do studenog 2000. godine ostvarena je obnova voda Osijek 2 – Osijek 3, čime je TE-TO Osijek povezana na elektroenergetski sustav pomoću jednog voda 110 kV na čelično-rešetkastim stupovima, te je ukinuto korištenje privremenog dalekovoda na drvenim stupovima "505/5". U prosincu okončana je obnova vodova 110 kV na potezu Osijek 2–(Ernestinovo)–Vukovar i voda 35 kV Osijek 2–Ernestinovo čime je povećana pouzdanost opskrbe u području Vukovarsko-srijemske županije.

U prvoj polovini 2001. godine okončano je razminiranje i obnova vodova 110 kV na potezu Beli Manastir–Osijek 2–(Ernestinovo)–Đakovo, što je osiguralo neposrednu povezanost TE-TO Osijek s TS 220/110 kV Đakovo te povećalo sveukupnu pouzdanost opskrbe, čime je program iz 2000. godine bio okončan. Svi ti zahvati doveli su do prestanka potrebe korištenja tek jednog privremenog voda 110 kV na drvenim stupovima, a još oko 35 kilometara takvih vodova 220 i 110 kV ostalo je i dalje u korištenju.

Krajem studenoga 2001. godine, raspisan je međunarodni javni natječaj za obnovu TS 400/110 kV Ernestinovo, koja obuhvaća: izradu izvedbenog projekta i projekta izvedenog stanja, nabavu cjelokupne opreme za trafostanicu, građevinske i obrtničke radove, te građenje – montažu, ispitivanje i puštanje transformatorske stanice u pogon.

Također, krajem prosinca, objavljen je međunarodni natječaj za obnovu dalekovoda 400, 220 i 110 kV iz programa Ernestinovo, kojim je oglašena obnova:

- DV 400 kV Ernestinovo–Žerjavinec
- DV 400 kV Ernestinovo–Mladost (Sremska Mitrovica 2)
- DV 400 kV Ernestinovo–Ugljevik
- DV 220 kV Đakovo–Gradačac
- DV 110 kV Ernestinovo–Đakovo/1
- DV 110 kV Ernestinovo–Osijek 1/1
- DV 110 kV Ernestinovo–Osijek 1/2

▷
**Spomen-ploča na razorenom
gromobranskom-rasvjetnom stupu ispred
TS 400/110 kV Ernestinovo**

Na ovome je prostoru 26. srpnja 1977. godine puštena u pogon transformatorska stanica 400/110 kV Ernestinovo. Korištena je do 1991. godine, kada je 18. rujna pretrpjela prvo avionsko razaranje. Uslijedila su brojna avionska, topovska i minobacačka razaranja, da bi 21. studenog 1991. godine posada Hrvatske elektroprivrede bila primorana napustiti objekt. Od tada, nastavlja se uništavanje i pljačka svega što se moglo odnijeti, sve do 15. siječnja 1998. godine, kada je područje vraćeno Republici Hrvatskoj. Razorenost i opljačkanost bili su toliki da se obnovom moralo ponovno podići sve što se nalazilo iznad tla. Ovaj stup ostavljen je kao trajna uspomena na tužne dane nečovještva, razaranja i okupacije. Obnovljena transformatorska stanica 400/110 kV Ernestinovo puštena je u pogon u jesen 2003. godine.

It was this area where on 26th July 1977 the 400/110 kV transforming station Ernestinovo was first put into operation. It had been used until 18th September 1991 when it sustained its first air attack. This attack was followed by numerous tank, mortar and air attacks. As a result, the HEP-crew was forced to leave it on 21st November 1991. After that day, the transforming station had been systematically destroyed and plundered. All of the movable equipment and materials had been stolen. On 15th January 1998 this location was returned to the Republic of Croatia. Destruction and plundering of the transforming station left it in such a state that everything that once stood above the ground level had to be completely rebuilt. This pillar has been left as a lasting memory of the occupation as well as inhumanities and destructions that took place on this very ground. The rebuilt and reconstructed 400/110 kV transforming station Ernestinovo was put into operation in the autumn of 2003.

- DV 110 kV Ernestinovo–Valpovo
- DV 110 kV Ernestinovo–Vinkovci
- DV 110 kV Ernestinovo–Našice

u ukupnoj duljini oko 350 kilometara, što predstavlja oko 1/3 svih vodova prijenosne mreže nas području Slavonije i Baranje.

Godine 2002. otpočeli su radovi na obnovi TS 400/110 kV Ernestinovo i obnovi priključnih dalekovoda 400, 220 i 110 kV. Svečano otvorenje radova obavljeno je 13. ožujka. Godine 2003. zbio se završetak glavnine radova na obnovi TS 400/110 kV Ernestinovo i obnovi dalekovoda 400, 220 i 110 kV. Svečano obilježavanje završetka glavnine radova obavljeno je 17. studenog 2003, uz nazočnost predsjednika Vlade Republike Hrvatske.

U TS 400/110 kV Ernestinovo, na tlocrtu 250 × 350 metara, u samo godinu i pol dana, učinjeno je:

- izgrađeno ili obnovljeno gotovo 1 400 temelja aparata u vanjskim postrojenjima
- postavljeni su čelični nosači aparata ukupne mase 640 tona
- ugrađeno je oko 1 000 tona primarne opreme
- položeno je oko 200 kilometara energetske i signalnih kabela
- ugrađeni su energetski transformatori, ukupne mase 620 tona
- sekundarna oprema smještena je u 140 ormara.
-

Na 350 kilometara trasa vodova u toj završnoj obnovi učinjeno je sljedeće:

- na 1/3 trasa za obnovu obavljeno je razminiranje (oko 114 kilometara)
- oko 1/3 svih stupova zamijenjeno je ili popravljeno (ugrađeno je oko 1 200 tona čelično-rešetkaste konstrukcije, te oko 3 100 kubičnih metara betona)
- preko 1/3 faznih vodiča zamijenjeno je novim (oko 590 kilometara novih vodiča)
- zamijenjeno je oko 3/4 izolatora (ugrađeno je 32 300 komada novih izolatora)
- preko 1/2 duljine zaštitne užadi zamijenjeno je novom ili je postavljena nova sa svjetlovodnim nitima (oko 310 kilometara nove zaštitne užadi).

U ljeto 2004. godine najzad je – nakon 13 godina korištenja – stavljen izvan pogona i posljednji (*privremeni!?*) dalekovod izgrađen na drvenim stupovima!

Pokušajmo jednim sintetičkim iskazom zaokružiti prikaz prilika u razdoblju 1991.–2004. godine u prijenosnoj mreži Slavonije i Baranje. Iskažimo ukupne dobavne resurse u prijenosnu mrežu (dakle “n” resursa) i dobavne resurse umanjene za najznačajniji resurs (dakle, “n–1” resurs), jer dakako uvijek postoji šansa – osobito izražena u ratnim i poratnim

prilikama – da baš on bude neraspoloživ. Usporedimo ta dva podatka s vršnim opterećenjem prijenosne mreže ("VROPT") ostvarenim u promatranim godinama:

Dobavni resursi u mrežu Slavonije i Baranje (MW)

Dobavni resurs	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Dobavni resursi (n)	303	328	351	351	441	441	441	591	591	661	661	661	661	1236
Umanjeni dob. resursi (n-1)	153	108	131	131	221	221	221	371	371	441	441	441	441	936
VROPT	175	270	260	276	265	313	364	398	406	377	400	386	395	401
n / VROPT (%)	173	121	135	127	166	141	121	148	146	175	165	171	167	308
(n-1) / VROPT (%)	87	40	50	47	83	71	61	93	91	117	110	114	112	233

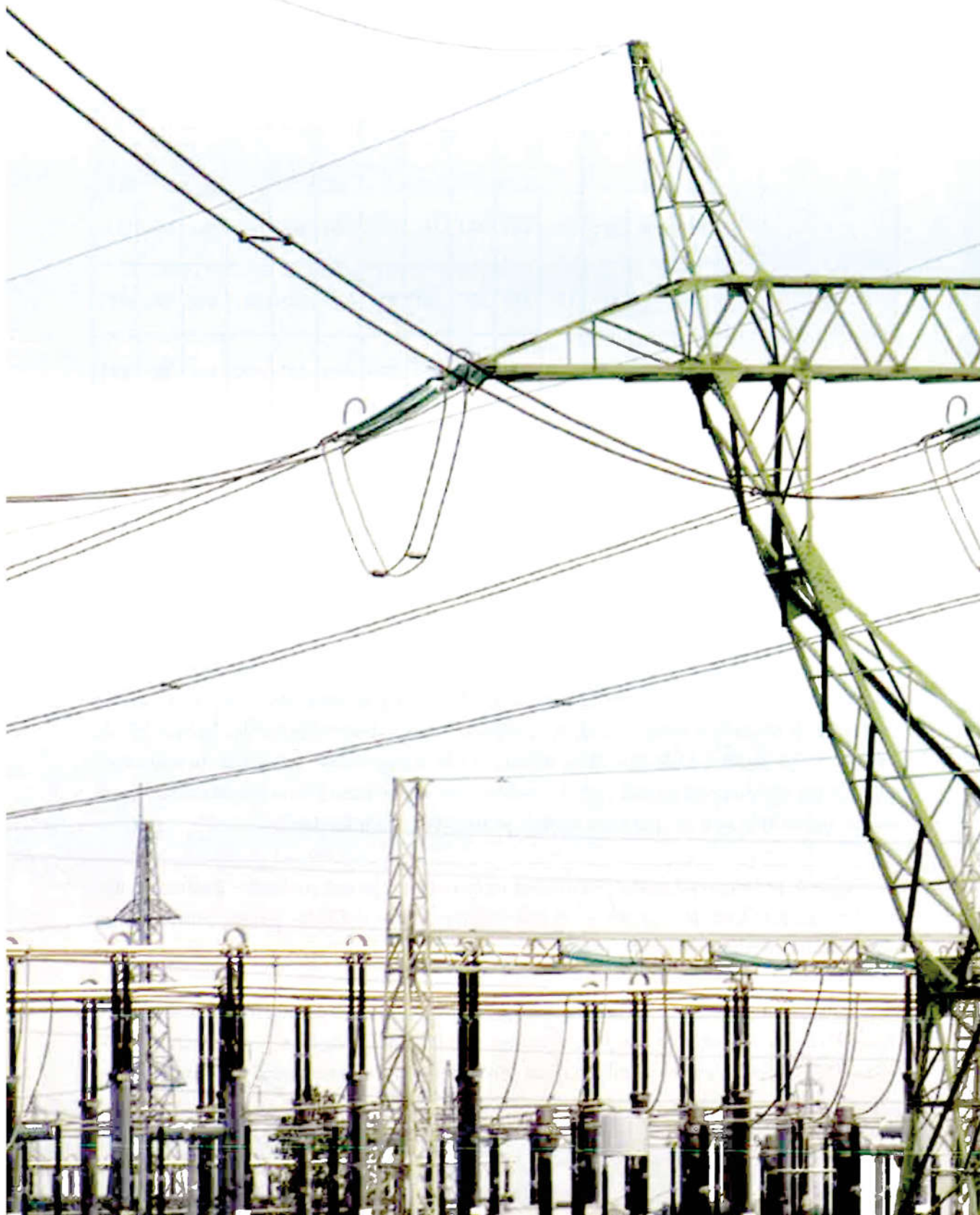
VROPT 1991 = stvarno stanje 24. prosinca 1991.

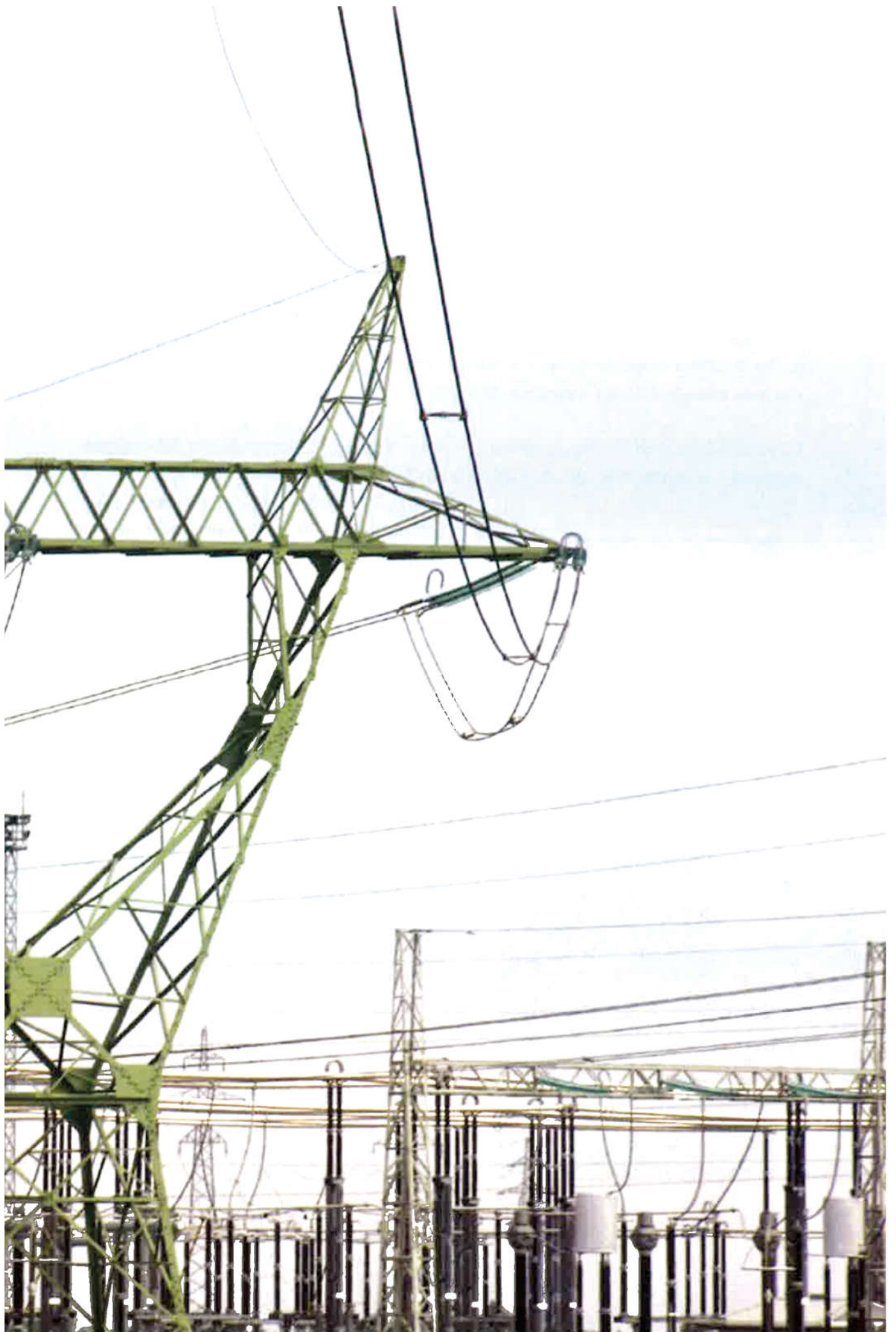
Izlazi da je sve do 2000. godine dobava bila ugrožena ispadom najkritičnijeg dobavnog resursa, najviše 1992. godine kada bi neraspoloživost tog resursa dovela do 60-postotne redukcije da se zbila u doba vršnog opterećenja. To se i stvarno dogodilo doduše 20/21. siječnja 1998. godine, kada je – zbog hladnoće i snažnog vjetra – došlo do urušavanja i oštećivanja više stupova na vodu 220 kV iz Mraclina, što je izazvalo trenutnu redukciju od oko 40 posto koja se u sve manjem opsegu protegnula nekoliko dana.

Zaključimo: približno 60 posto prijeratnog opterećenja u prvim poratnim godinama, sve do 1998. godine kada je u pogon ušao jedan obnovljeni vod 220 kV prema Bosni, bilo je svladavano s približno 30 posto prijeratne prijenosne mreže!

Najznačajniji događaj koji se zbilo u poslijeratnom razdoblju je priključak obnovljene TS 400/110 kV Ernestinovo na pogonski napon 400 kV te puštanje u pogon svih dalekovoda 400 kV i svih vodova 110 kV koji su priključeni na TS Ernestinovo. Svečano obilje-

Stup dalekovoda 400 kV i postrojenje
400 kV u TS Ernestinovo 2006. godine





žavanje povezivanja prve i druge sinkrone zone UCTE-a i početka trgovanja električnom energijom obavljeno je 9. studenog 2004. uz nazočnost predsjednika Vlade Republike Hrvatske i brojnih europskih gostiju, između ostalih predsjednika UCTE-a i predstavnika Europske komisije, te brojnih predstavnika europskih veleposlanstava u Hrvatskoj. Tada su ponovno pridružene u jedinstveno sinkrono područje dio Bosne i Hercegovine, Srbija, Crna Gora, Makedonija, Grčka, Rumunjska, Bugarska, jugozapadni dio Ukrajine, te Albanija u sinkronom pogonu s UCTE-om. Instalirana snaga elektrana je u bivšoj drugoj zoni je oko 50 GW, a snaga elektrana u bivšoj prvoj zoni je oko 500 GW, tako da je interkonekcija tada imala instaliranu snagu oko 550 GW.

Slavonsko-baranjska prijenosna mreža 110 kV od tada ima ponovno ukupne dobavne mogućnosti – iz mreže 400, 220 i 110 kV, te iz elektrane u Osijeku – više od 1 200 MVA, što

je tri puta više od vršnog opterećenja te mreže u 2006. godini. Te su se mogućnosti doduše smanjile za 150 MVA, kvarom jednog transformatora 220/110 kV u TS 220/110 kV Đakovo, 2006. godine, kojega se – zbog njegove dotrajalosti – neće niti popravljati, već će se dobiti novi transformator.



I na kraju, jedan pogled na skorbu budućnost. U izgradnji je dvostruki dalekovod 2×400 kV Ernestinovo–Pecs (Mađarska), značajan za još jače povezivanje hrvatske prijenosne mreže s europskim elektroenergetskim okruženjem. Vod se dakako gradi s obje strane granice a rok dovršetka je konac 2009. godine. U TS Ernestinovo su već prilikom njezine obnove opremljena dva vodna poja 400 kV za priključak tog voda.

Šokac na ulazu u TS 400/110 kV Ernestinovo, u pozadini se vidi razoren gromobransko-rasvjetni stup s gnijezdom rode na vrhu, tužno sjećanje na ratna razaranja 1991. godine

Prijenosno područje Rijeka

U prosincu 1956. godine osniva se za kontinentalnu i primorsku Hrvatsku jedna elektroprijenosna organizacija sa sjedištem u Zagrebu (*Elektroprenos-Zagreb*) i s pogonskom jedinicom *Istra*, lociranom u Matuljima, za područje Primorja s otocima, Istre, Like i Gorskog kotara.

U prvim godinama izgradnje prijenosne mreže 110 kV svladani su osnovni tehnički problemi projektiranja i izgradnje i donesena su različita konstrukcijska rješenja, uvjetovana poratnim prilikama. Počelo se s obnovom drvenih stupova, materijalom vrlo prikladnim, osobito za provizorije i vodove manjih presjeka vodiča. No pri višim naponima takvi stupovi iziskuju male raspone, tj. veću potrošnju izolatora i ovjesnog materijala. Trajnost drvenih stupova je malena, a troškovi održavanja veliki, što nije ekonomično. Profilni čelik, najprikladniji materijal za dalekovodne stupove, bio je tada deficitaran. Rješenje se našlo u primjeni armiranog betona. Dva tipa su prihvaćena, najprije portalni, zatim tip "jela". Godine 1952. počelo je postavljanje cijevnih čeličnih stupova ispunjenih betonom prema licenci švicarske tvrtke *Motor-Columbus*. Kao pokusna dionica, izabrana je dionica dvostrukog voda 110 kV Vinodol–Matulji.

Poteškoće su se javljale i u gradnji transformatorskih stanica 110 kV, djelomično zbog projektiranja, a više zbog nabave opreme, tako se javlja veliko šarenilo opreme i koncepcija. Dok se nije dovoljno razvila domaća elektroindustrija, sva se oprema za transformatorske stanice uvozila. Prvi regulacijski transformatori 110 kV, 16/20 MVA domaće proizvodnje (*Rade Končar*) ugrađeni su 1955. godine u TS Matulji.

Uz elektroprijenose, nositelje elektroprijenosne djelatnosti, treba spomenuti i neke druge organizacije koje su znatno utjecale na razvoj i izgradnju prijenosne mreže u Hrvatskoj. U vezi sa studijskim radom na prijenosnoj mreži svakako treba u prvom redu spomenuti



Betonski stupovi na DV 110 kV Matulji–Raša
(sadašnji izgled).

Vod je izgrađen 1939. godine i korišten pod
naponom 50 kV, između 1955. i 1957. godi-
ne rekonstruiran je za napon 110 kV, a 1984.
godine napušteno je njegovo korištenje



Institut za elektroprivredu u Zagrebu, koji je radio osnovne studije i ekspertize što su prethodile projektiranju. Veliki broj analiza konzuma, elektroenergetskih bilanci i redoslijed izgradnje elektrana bile su osnovne podloge za studij prijenosne mreže, kako u cjelini, tako i pojedinih njezinih dijelova.

Razdoblje uz napon 110 kV, 1956.–1962. godine

▪ **1957. godine** u pogon je puštena TS 110/50 kV Raša s instaliranom snagom transformatora $2 \times 10,5$ MVA i priključena na DV 110 kV Matulji–Raša. Tijekom godina rekonstruirano je postrojenje 35 i 10 kV. Na prostoru stare trafostanice, 2006. godine izgrađena je nova tipska 110/35/10 kV s instaliranom snagom 3×20 MVA. TS Raša priključena je na VN-mrežu putem dalekovoda: DV 110 kV Plomin–Raša 2, DV 110 kV Plomin–Dubrova–Raša, DV 110 kV Raša–Šijana, DV 110 kV Raša–Dolinka i DV 110 kV Raša–Koromačno.

▪ **1959. godine** počela je s radom TS 110/35 kV Pula s instaliranom snagom transformatora 2×10 MVA i priključena na DV 50 kV Raša–Pula, koji je rekonstruiran za napon 110 kV.



Ekipe za održavanje dalekovoda i trafostanica u TS Matulji 1957. godine

Godine 1989. na prostoru stare trafo-stanice izgrađena je nova tipska TS 110/35/10 kV Šijana s instaliranom snagom transformatora 40 i 20 MVA. TS Šijana priključena je na VN mrežu preko DV 110 kV Šijana–Rovinj, DV 110 kV Šijana–Raša i DV 110 kV Šijana–Dolinka.

• **1960. godine** u pogon je puštena TS 110/30 kV Vrbovsko s instaliranom snagom transformatora 20 MVA. TS Vrbovsko priključena je kao otcjep na DV 110 kV Vinodol–Gojak koji je pušten u pogon 1956. godine. TS Vrbovsko izgrađena je za potrebe elektrifikacije željezničke pruge Zagreb–Rijeka. Također je važna pojna točka konzuma većeg dijela Gorskog kotara. Nakon izgradnje TS Delnice, ona se napušta.



Betonski stupovi na DV 110 kV Plomin–Raša, izgrađenom 1957. (snimak iz 2006. godine)

Razdoblje nakon pojave napona 220 kV, 1962.–1979. godine

Razvoj mreže 220 kV otpočeo je **1962. godine** kada je u pogon ušao DV 220 kV Zakućac–(Brinje)–Mraclin. Na tom su vodu po prvi put upotrijebljeni stakleni izolatori francuskog proizvođača *Sediver*, antivibracijski namoti i niz drugih noviteta u načinu izvedbe, gradnje i opremanja voda.

• **1963. godine** u pogon je puštena TS 110/35 kV Buje s instaliranom snagom transformatora 2×20 MVA. U početku je TS Buje bila priključena na DV 110 kV Buje–Kopar, a 1972. priključena je na DV 110 kV Plomin–Buje. U DV 110 kV Plomin–Buje interpolirane su TS Pazin 1976., TS Poreč 1980. i TS Katoro 2000. godine. TS Buje priključena je na VN mrežu dalekovodima: DV 110 kV Buje–Kopar i DV 110 kV Buje–Katoro. Godine 2001. pušten je u pogon DV 110 kV Buje–Buzet pod naponom 35 kV.

▪ **1964. godine** DV 110 kV Plomin–Matulji II ulazi u pogon, u njega se 1984. interpolira TS 110/10(20) kV Lovran.

▪ **1965. godine** u pogon je puštena TS 110/35 kV Lički Osik s transformacijom 35/10 kV, priključena na DV 110 kV Senj–Lički Osik pod naponom 35 kV (od 1971. godine pod naponom 110 kV, a 1987. godine u taj vod se interpolira TS 110/35 kV Otočac). Godine 1981. izgrađena je nova TS 110/35 kV Lički Osik s instaliranom snagom 22 i 20 MVA. Priključena je na mrežu preko DV 110 kV Lički Osik–Otočac, DV 110 kV Lički Osik–Gračac, DV 110 kV Lički Osik–Novalja i DV 110 kV Lički Osik–Sklope.

▪ **1966. godine** u pogonu je i RP 220 kV Brinje, s tri dalekovodna polja (Senj, Konjsko, Mraclin), te se HE Senj dalekovodom DV 220 kV Senj–Brinje priključuje na mrežu 220 kV.

▪ **1968. godine** ušla je u pogon HE Rijeka s instaliranom snagom generatora 2×23 MVA i bila je priključena na VN-mrežu preko DV 110 kV Rijeka–Matulji i DV 110 kV Rijeka–Vinodol. Isti se napuštaju nakon izgradnje dvostrukog dalekovoda 110 kV TS Pehlin–HE Rijeka. Postrojenje u 110 kV TS Melina 1982. godine priključuje se na VN mrežu daleko-



TS 220/35 kV Brinje (sadašnje stanje), postrojenje 220 kV u pogonu od 1966. godine

vodima: DV 110 kV Rijeka–Pehlin i DV 110 kV Rijeka–HE Rijeka.

▪ **1970. godine** u pogon je ušla HE Sklope s instaliranom snagom generatora 25 MVA. Priključena je na DV 110 kV Sklope–Lički Osik. U pogon je ušla TE Plomin I s instaliranom snagom generatora 98 MW i priključena na mrežu 110 kV preko DV 110 kV Plomin–Matulji I, DV 110 kV Plomin–Matulji II, DV 110 kV Plomin–Raša I i Plomin–Raša II. Godine 1976. priključuje se i na DV 110 kV Plomin–Pazin.

U pogon je 1970. godine ušla TS 220/110/35 kV Pehlin s instaliranom snagom transformatora 150 MVA na naponu 220 kV i 40 MVA na naponu 110 kV. Priključena je na mrežu 220 kV preko DV 220 kV Pehlin–Senj (Melina) i DV 220 kV Pehlin–Divača. Godine 1977. pušten je u pogon dvostruki DV 220 kV Pehlin–Melina II i III, a 1985. godine dvostruki DV 220 kV Pehlin–Plomin I i II koji su u početku ulaska u pogon bili pod naponom 110 kV do 1999. godine, kada prelaze na napon 220 kV.

TS Pehlin je na mrežu 110 kV priključena dalekovodima: DV 110 kV Pehlin–Matulji I, DV 110 kV Pehlin–Matulji II (napušta se 1985. godine) i DV 110 kV Pehlin–Rijeka (napušta se 1985. godine). Izgradnjom dvostrukog 110 kV dalekovoda TS Pehlin–HE Rijeka–TS Melina, trafostanica Pehlin priključuje se 1983. godine na DV 110 kV Pehlin–Rijeka i DV 110 kV Pehlin–Melina. Godine 2005. u DV 110 kV Pehlin–Melina interpolirana je TS Sušak 110/10(20) kV.

Od 1977. godine TS 220/110/35 kV Pehlin ima instaliranu snagu na 220 kV 2×150 MVA, a od 1999. godine ima instaliranu snagu 3×150 MVA i na 110 kV 3×40 MVA.



TS 220/110/35 kV Pehlin, postrojenje 220 kV (sadašnje stanje), u pogonu od 1970. godine

• **1971. godine** u pogonu je TS 110/35 kV Krasica s instaliranom snagom transformatora 22 MVA i 20 MVA. TS Krasica priključena je na mrežu preko DV 110 kV Krasica–Rijeka i DV 110 kV Krasica–Vinodol (dalekovodi se napuštaju 1982. godine). Godine 1982. pušten je u pogon dvosistemski DV 110 kV Krasica–Melina I i II. TS Krasica 110/35 kV ima instaliranu snagu transformatora 20 i 40 MVA.

• **1974. godine** ušla je u pogon TS 110/35 kV Crikvenica s instaliranom snagom transformatora 2×20 MVA, a priključena je na mrežu dalekovodima: DV 110 kV Crikvenica–Senj, DV 110 kV Crikvenica–Vinodol i DV 110 kV Crikvenica–Krk (do 1976. godine pod naponom 35 kV). Godine 1999. TS Crikvenica prelazi na transformaciju 110/20 kV.

• **1976. godine** u pogonu je TS 110/35 kV Krk s instaliranom snagom 20 MVA, priključena na DV 110 kV Krk–Crikvenica. Godine 2006. trafostanica je rekonstruirana i prelazi na transformaciju 110/20 kV s instaliranom snagom transformatora 2×20 MVA. Priključena je na VN mrežu dalekovodima: DV 110 kV Krk–Crikvenica, DV 110 kV Krk–Omišalj, DV 110 kV Krk–Dunat i DV 110 kV Krk–Lošinj.

U pogon je ušla TS 110/35 kV Pazin s instaliranom snagom transformatora 2×20 MVA. Priključena je na DV 110 kV Pazin–Plomin i DV 110 kV Pazin–Poreč. Godine 1977. izgrađen je DV 110 kV Pazin–Buzet (pod naponom 35 kV do završetka izgradnje TS 110/20 kV Buzet).

• **1978. godine** TE Rijeka s instaliranom snagom generatora 376 MVA, u prvoj fazi priključena je provizorno na mrežu preko DV 220 kV Rijeka–Pehlin. Nakon izgradnje rasklopišta 220 kV u TS Melina, 1979. godine termoelektrana se priključuje na VN-mrežu dalekovodima: DV 220 kV Rijeka–Melina I i DV 220 kV Rijeka–Melina II.

Uz mrežu 400 kV do Domovinskog rata

Desetogodišnje razdoblje od 1973. do 1983. godine vrijeme je izgradnje mreže 400 kV i potpune stagnacije postrojenja 220 kV. Kako je u prijenosu usvojena transformacija 400/110 kV, a u distribuciji 110/10 kV ili 110/20 kV, visokonaponska mreža počela se sve više orijentirati na trirazinsku transformaciju 400/110/10(20) kV koja se i dalje provodi. Osnovna mreža 400 kV zamišljena je tako da povezuje sva značajna proizvođačka i potrošačka područja i omogućava povezivanje sa snažnim susjednim elektroenergetskim sustavima.

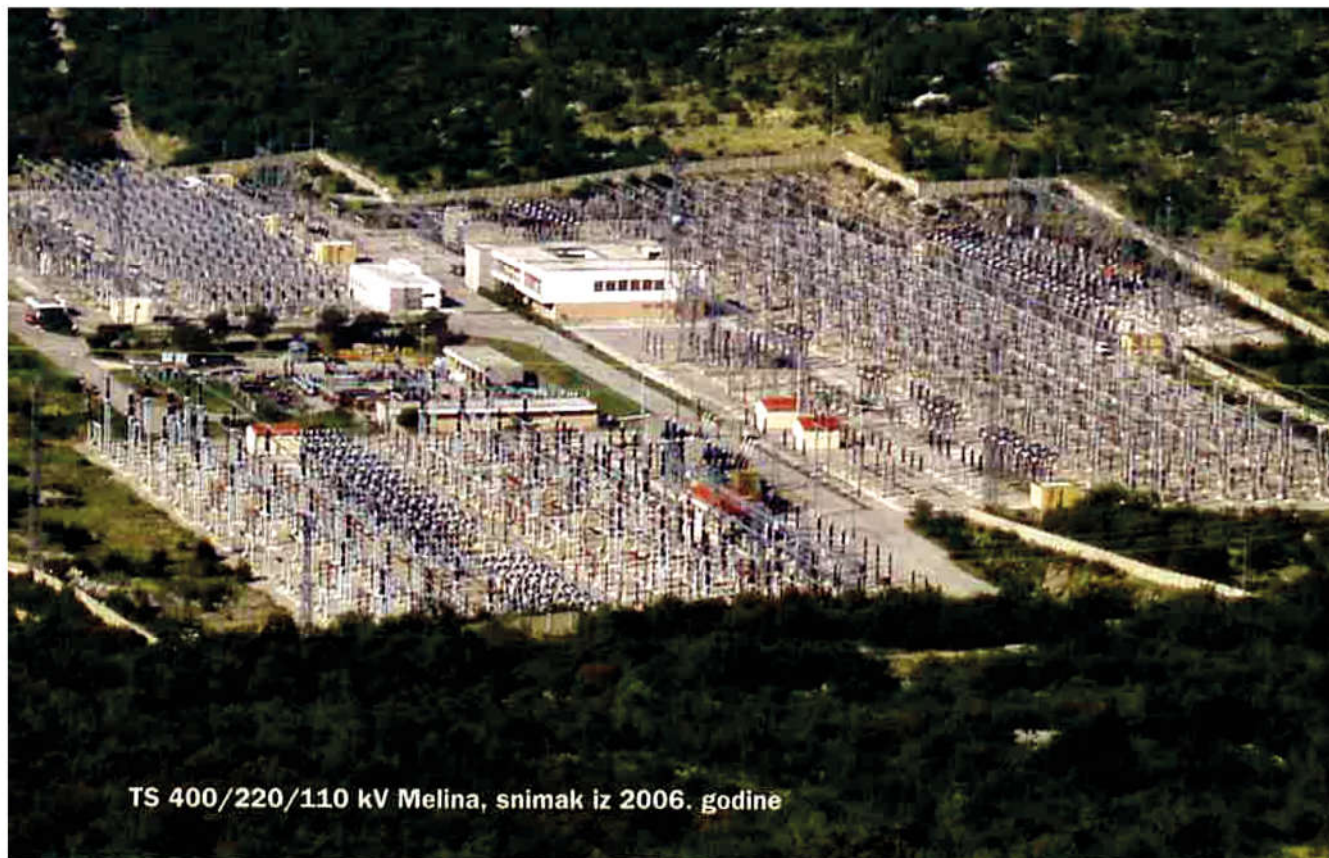
**Transport transformatora za
TS 400/220/110 kV Melina
1981. godine; prvo vozilo tegli,
a dva vozila otraga podupiru tegljenje**



• **1979. godine** u pogonu je TS 400/220/110 kV Melina, u prvoj fazi kao rasklopište 220 kV. Priključena je na VN-mrežu dalekovodima: DV 400 kV (220 kV) Melina–Divača, DV 400 kV (220 kV) Melina–Brinje–Konjsko, DV 220 kV Melina–Rijeka I, DV 220 kV Melina–Rijeka II, DV 220 kV Melina–Pehlin I, DV 220 kV Melina–Pehlin II i DV 220 kV Melina–Pehlin III. Pred ulazak u pogon TE Plomin II, godine 1999., na jednu trojku dvostrukog DV 220 Plomin II–Pehlin priključuje se DV 220 kV Melina–Pehlin III i nastaje DV 220 kV Melina–Plomin II. Godine 1981. ulazi u pogon TS 400/220 kV Melina s instaliranom snagom transformatora 400 MVA. Dalekovodi koji su bili pod naponom 220 kV prelaze na napon 400 kV i to DV 400 kV Melina–Divača i DV 400 kV Melina–Konjsko (od 1984. godine Velebit). Godine 1992. u pogon je pušten DV 400 kV Melina–Tumbri. Godine 1982. u pogon ulazi postrojenje 110 kV s instaliranom snagom transformatora 2×150 MVA, 400/110 kV. Priključeno je na dalekovode: DV 110 kV Melina–Rijeka, DV 110 kV Melina–Pehlin, DV 2×110 kV Melina–Krasica i DV 110 kV Melina–Vinodol. Godine 2005. u DV 110 kV Melina–Pehlin interpolirala se TS Sušak. Završena je konačna faza izgradnje TS 400/220/110 kV Melina s instaliranom snagom transformatora na naponu 400 kV 2×400 MVA i na naponu 220 kV 2×150 MVA.

• **1980. godine** TS 110/35 kV Poreč s instaliranom snagom transformatora 40 MVA priključena je na VN mrežu preko DV 110 kV Poreč–Pazin i DV 110 kV Poreč–Buje u kojeg se interpolirala TS Katoro 2000. godine. Godine 1989. priključuje se i na DV 110 kV Poreč–Rovinj. Ukupna instalirana snaga transformatora je 2×40 MVA. Godine 2005. transformator 2 prelazi na transformaciju 110/20 kV.

Nevrijeme praćeno kišom i ledom, početkom studenog 1980. godine, nanijelo je velike štete na DV 400 kV Velebit–Melina. Na dionici Velebit–Brinje, došlo je do teških oštećenja stupova na potezu od stupa br. 48–50 i 62–142, kao i pad vodiča na stupu br. 233. Naslage leda na užadi i stupovima dalekovoda dovele su do oštećenja stupova i elektro-montažnog materijala, tako da je taj dalekovod, koji se nalazio u eksploataciji pod napo-



nom 220 kV i bio priključen na TS Konjsko i RP Brinje, ispao iz pogona. Procijenjeno je (zbog vremenskih nepogoda nije bilo moguće izaći na teren) da je specifična masa ledenog omotača iznosila oko 850 kg/m^3 , približnog promjera zaleđenog užeta oko 200 mm. Ta havarija, nastala zbog izuzetno nepovoljnih vremenskih uvjeta – ledena kiša u trajanju od četiri dana – pokazala je potrebu kontinuiranog praćenja meteoroloških uvjeta i otvorila suradnju sa meteorološkom službom.

Sada već možemo govoriti o povijesnoj havariji, tzv. *kaskadnom padu dalekovoda*, kada je porušeno oko 100 stupova – linijsko rušenje dalekovoda. Bilo je to novo iskustvo za pristup sanaciji, tako da se prišlo odvajanju dionica, formiranju manjih raspona i ugradnji zateznih stupova. Naglasak je na zateznim stupovima i približavanju vodiča zemlji tako da se smanji utjecaj bure. Poznato je da bura s visinom jača.

Na dionici Brinje–Melina, kod Zlobina, kompletno je srušeno ili jače oštećeno pet zateznih i pet nosivih stupova (stupovi br. 183–192). Došlo je i do oštećenja 12 nosivih stupova te 21 vrha nosivih stupova, a na stupu br. 74 došlo je do pada vodiča. Sanaciju dalekovoda izvela je tvrtka *Dalekovod* iz Zagreba. Radi praćenja vremenskih nepogoda ugrađene su mjerne stanice, uz suradnju s hidrometeorološkim zavodom, na Zlobinu i Jablanu (Primorje i Gorski kotar).

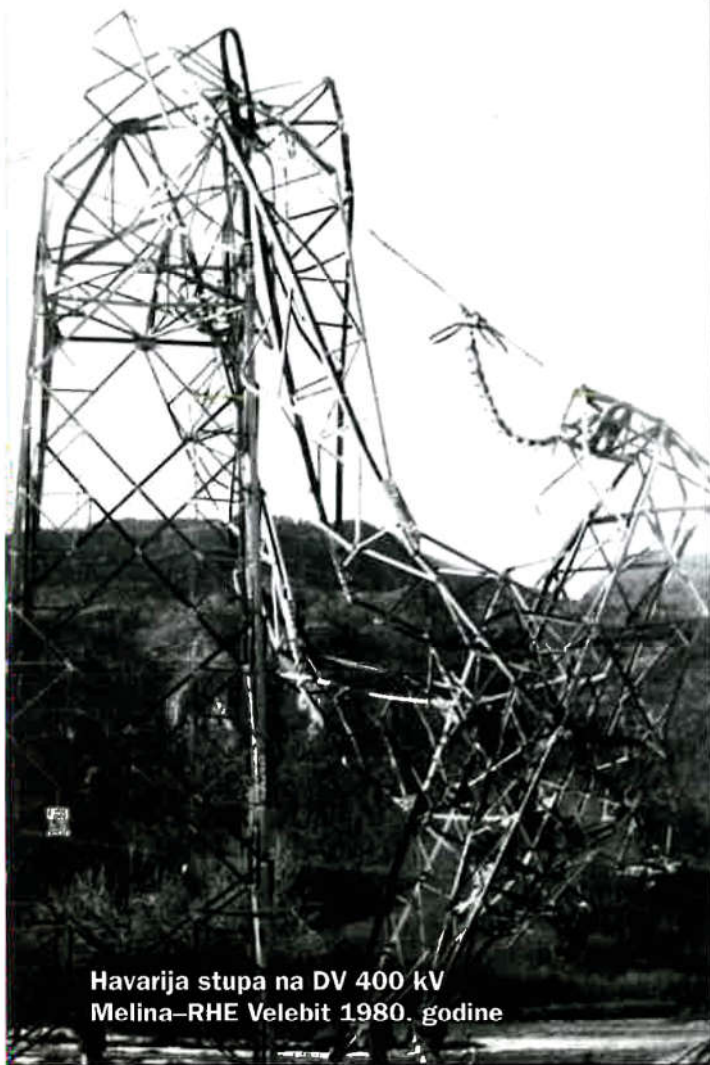


TS 110/35/10 kV Poreč u poznatom istarskom ljetovalištu, snimak iz 2006. godine

• **1983. godine** u pogonu je RP 110 kV Omišalj. Priključeno je na VN-mrežu dalekovodima: DV 110 kV Omišalj–Melina, DV 110 kV Omišalj–Dina i DV 110 kV Omišalj–Krk.

Početkom osamdesetih godina u punom su jeku radovi na puštanju u pogon integralnog sustava daljinskog vođenja koji obuhvaća republički dispečerski centar i centre daljinskog upravljanja prijenosnom mrežom u Tumbrima, Osijeku, Vrboranu i Pehlinu. Mrežni centar Rijeka smješten je uz TS 220/110/35 kV Pehlin i funkcijski integrira područni dispečerski centar koji je koordiniran s NDC Zagreb, i centralnu mrežnu uklopnicu (CDU Pehlin) za elektroenergetska postrojenja na području *Prijenosnog područja Rijeka*. Računarska oprema MC Rijeka zasniva se na programskom paketu PROZA 11 D/R i računalima serije PDP 11. Oprema se oslanja na telekomunikacijski sustav preko kojeg se odvija razmjena podataka s procesom i komunikacija s NDC Zagreb. Po broju nadziranih objekata i procesnih informacija, MC Rijeka je, za sada, najveći centar daljinskog nadzora i upravljanja na ovoj razini HEP-OPS-u.

Prva daljinska stanica priključena na MC Rijeka 1984. godine je TS Lovran. Otvoren je novi proces, koji traje i danas, pored 32 priključene stanice u različitim fazama izgradnje još 6 novih trafostanica slijedi put priključenja na MC Rijeka.



Havarija stupa na DV 400 kV
Melina–RHE Velebit 1980. godine

• **1984. godine** TS 110/10(20) kV Lovran s instaliranom snagom 20 MVA interpolirana je u DV 110 kV Matulji–Pehlin; tako da je priključena na VN mrežu dalekovodima: DV 110 kV Lovran–Pehlin i Lovran–Plomin. TS Lovran ima instaliranu snagu transformatora 2×20 MVA. Godine 2004. prelazi na transformaciju 110/20 kV.

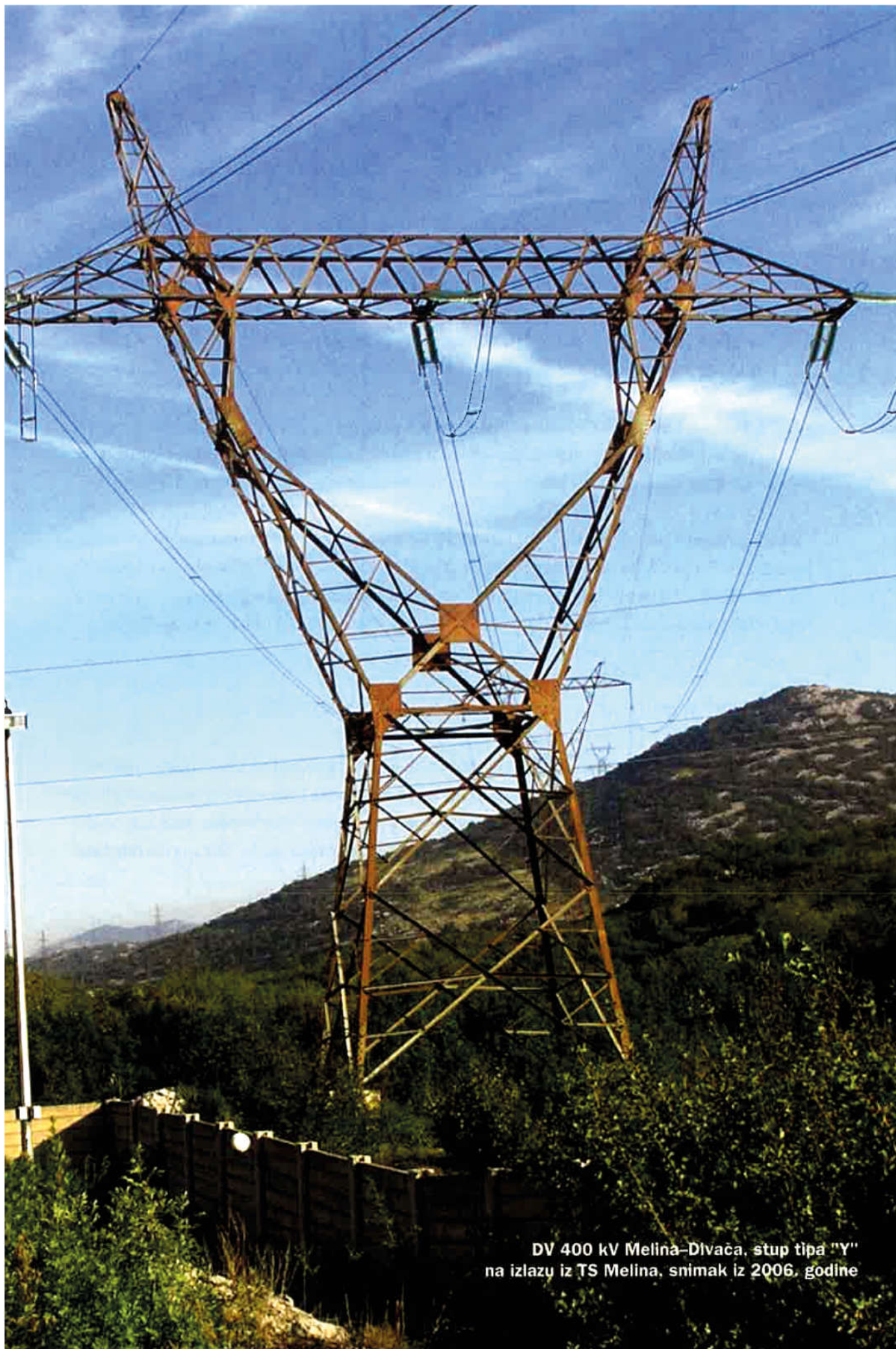
• **1985. godine** pušten je u pogon DV 110 kV Poreč–Rovinj. Do ulaska u pogon TS 110/35 Rovinj, 1989. godine, dalekovod Poreč–Rovinj bio je pod naponom 35 kV.

• **1987. godine** u pogon je puštena TS 110/35 kV Delnice s instaliranom snagom transformatora 2×20 MVA. TS Delnice interpolirala se u DV 110 kV Vinodol–Rakitje, koji je ušao u pogon 1952. godine. Godine 1989.

u taj dalekovod interpolirana je EVP 110/25 kV Moravice. TS Delnice priključena je na VN-mrežu dalekovodima: DV 110 kV Delnice–Vinodol i DV 110 kV Delnice–Švarča.

U pogonu je TS 110/35 kV Gračac s instaliranom snagom transformatora 10 MVA. Godine 1988. instaliran je još jedan transformator snage 10 MVA. TS Gračac priključena je na VN mrežu dalekovodima: DV 110 kV Gračac–Lički Osik (pušten je u pogon 1984. godine pod naponom 35 kV), DV 110 kV Gračac–Obrovac i DV 110 kV Gračac–Kulen Vakuf (nakon Domovinskog rata DV 110 (35 kV) Gračac–Donji Lapac spojio se na DV 110 kV Donji Lapac–Kulen Vakuf). Godine 2006. TS Gračac se rekonstruira. Instalirani su energetske transformatori snage 2×20 MVA i izgrađeno je novo postrojenje 35 kV. U rekonstrukciju se išlo zbog potrebe napajanja električnom energijom *Hrvatskih autocesta* (tunel Sv. Rok) na području južne Like.

U pogonu je i TS 110/35 kV Otočac s instaliranom snagom transformatora 20 MVA i 14 MVA. Interpolirana je u DV 110 kV Senj–Lički Osik. Nakon Domovinskog rata, 1995.



DV 400 kV Melina-Divača, stup tipa "Y"
na izlazu iz TS Melina, snimak iz 2006. godine

godine sanirane su ratne štete. Godine 2006. transformator 14 MVA zamijenjen je transformatorom 20 MVA.

- **1988. godine** u pogon je ušla TS 110/35/10 kV Dolinka s instaliranom snagom transformatora 40 MVA. Priključena je jednom trojkom na novoizgrađeni dvostruki DV 110 kV Dolinka–Šijana. Druga trojka dalekovoda priključena je na DV 110 kV za TS Rašu. Godine 1989. instaliran je još jedan transformator snage 40 MVA. U pogon je pušten DV 110 kV Krk– Rab (pod naponom 35 kV).

- **1989. godine** TS 110/35 kV Lošinj s instaliranom snagom 2×20 MVA priključena je na DV 110 kV Krk–Lošinj (dionica Krk–Cres ušla je u pogon 1973. godine a dionica Cres–Lošinj ušla je u pogon 1986. godine i bile su pod naponom 35 kV do ulaska u pogon TS Lošinj).

- **1989. godine** u pogon je ušla EVP 110/25 kV Moravice s instaliranom snagom transformatora $2 \times 7,5$ MVA. Interpolirana je u DV 110 kV Delnice–Švarča. Također, u pogonu je TS 110/35/10 kV Rovinj s instaliranom snagom transformatora 2×20 MVA. Priključena je na VN-mrežu dalekovodima: DV 110 kV Rovinj–Poreč i DV 110 kV Rovinj–Šijana.

Prijenosno područje Rijeka u Domovinskom ratu

Zbog ratnih razaranja u Lici tijekom Domovinskog rata oštećeni su bili mnogi dalekovodi i trafostanice. Da bi se osiguralo snabdijevanje konzuma Like električnom energijom bilo je nužno što hitnije uspostaviti provizorijske prespajanja dalekovoda više naponske razine (110, 220 i 400 kV) na nižu (35 kV), koristeći one trase koje su bile manje izložene neprijateljskom djelovanju.

Na privremeno zauzetom teritoriju Like ostale su TS 110/35kV Gračac i TS 110/35kV Lički Osik, kao i vodovi : DV 110 kV Lički Osik–Gračac, DV 110 kV Gračac–Obrovac, te dijelovi dalekovoda: 110 kV Lički Osik–Sklope, 110 kV Otočac–Lički Osik, 220 kV Brinje–Konjsko, 220 kV Brinje–Mraclin i 400 kV Melina–Obrovac.

Napajanje distribucijskog konzuma Like uspostavljeno je preko TS 110/35kV Otočac, TS 35/10 kV Brinje, TS 35/10 kV Ličko Lešće i TS 35/10 kV Perušić.

Nakon granatiranja i razaranja vanjskog 110 kV dijela postrojenja TS 110/35kV Otočac privremeno napajanje naponom 35 kV TS Otočac osigurano je (24. 12. 1991.) iz HE

Senj. Ispred postrojenja HE Senj izveden je provizorij – privremeno spajanje DV 110 kV Senj–Otočac i DV 35 kV HE Senj–Senj. Takvo stanje predmetnih vodova ostalo je do sanacije i ponovnog puštanja pod napon postrojenja 110 kV i transformacije 110/35kV u TS Otočac (30. 7. 1992.).

Rezervno napajanje TS 35/10 kV Perušić, koja je bila jedini izvor napajanja Perušića i Gospića naponom 35 kV, izvedeno je (9. i 10. 10. 1991.) privremenim spajanjem, ispred HE Senj, DV 220 kV Senj–Brinje na DV 35 kV Senj–Rab, te preko pomoćnih sabirnica postrojenja 220 kV RP Brinje na dio voda 220 kV Brinje–Konjsko, na koji je privremeno spojen (kod Brinja) DV 35 kV Otočac–Brinje (za napajanje područja Brinja i Otočca) te (kod Perušića) dio DV 35 kV Perušić–Lički Osik. Navedenom kombinacijom privremenih spojeva TS 35/10 kV Otočac i TS 35/10 kV Perušić, imale su dvostruko napajanje naponom 35 kV iz HE Senj.

Kako je TS Lički Osik ostala na privremeno okupiranom području, prekinuta je proizvodnja i evakuacija električne energije iz pribranske elektrane HE Sklope (25 MVA) vodom 110 kV Lički Osik–Sklope. Sva voda iz akumulacije Krušćice puštala se neiskorišteno mimo elektrane, uz velike troškove zbog njezina nekorištenja (u razdoblju rujna 1991. do svibnja 1992. – preko 50 milijuna kilovatsati neproizvedene električne energije).

U *Prijenosnom području* razmotrena je mogućnost i odlučeno je da se izradi privremeni spoj dijela DV 110 kV Sklope–Lički Osik na dio DV 110 kV Otočac–Lički Osik. Privremeni spoj izveden je na zateznom stupu br. 517 na DV 220 kV Brinje–Konjsko, s tim da je DV 110 kV Otočac–Lički Osik otvoren na zateznom stupu broj 95, a dalekovod 110 kV Sklope–Lički Osik otvoren je na nosnom stupu broj 51. Prije puštanja pod napon obavljena je neophodna sanacija oštećenja vodiča, zaštitnog užeta, ovjesne i spojne opreme i stupova na spomenutim dalekovodima, te je od strane distribucije izgrađeno oko 8 km novog 35 kV voda za napajanje grada Gospića. Naime, veliki problem je bio taj što je distribucija *Elektrolika Gospić* koristila dio voda 110 kV Sklope–Lički Osik pod naponom 10 kV za napajanje dijela grada Gospića te je radi njegova stavljanja pod napon 110 kV morala i izgraditi spomenuti novi 35 kV vod.

Rezervno napajanje 35 kV naponom Like, u slučaju ispada i kvara na 35 kV postrojenju u HE Senj, izvedeno je iz TS 220/110/35 kV Pehlin i to tako da je:

- rastavljač pomoćnih sabirnica u VP 220 kV Melina III u TS Pehlin spojen kabelom na rezervno 35 kV polje u postrojenju 35 kV u TS Pehlin
- u TS Melina privremeno je spojen DV 220 kV Melina–Pehlin III preko provizornog voda oko vanjskog postrojenja na DV 400 kV Melina–Obrovac (dionica: Melina–Brinje)

**Ratno razaranje stupa na DV 220 kV
Brinje–Konjsko 1995. godine**



- u Prokikama (Brinje) DV 400 kV Melina–Obrovac privremeno je spojen na DV 220 kV Senj–Brinje.

Tim privremenim spojem omogućeno je rezervno napajanje Like 35 kilovoltnim naponom privremenim vodom pod naponom 35 kV: Pehlin–Melina–Prokike–pomoćne sabirnice RP Brinje i dalje preko dijela DV 35 (220) kV Brinje–Konjsko (dionica do Perušića) napajanje TS 35/10 kV Brinje i TS 35/10 kV Perušić (Gospić), te povratno preko 35-kilovoltne mreže TS 35/10 kV Otočac i TS 35/10 kV Ličko Lešće.

Nakon djelomične sanacije i stavljanja pod napon dijela TS 110/35 kV Otočac, te napuštanja provizorija 35 kV HE Senj–DV 35 (220) kV Senj–Brinje–RP Brinje i stavljanjem dijela provizorija pod napon 220 kV, omogućena je evakuacija proizvedene energije pri naponu 220 kV – vodom 220 kV HE Senj–Prokike (Brinje)–Melina–TS Melina–TS Pehlin.

Svi ti provizoriji omogućili su, za vrijeme trajanja Domovinskog rata, besprekidno napajanje konzuma Like, te proizvodnju i evakuaciju energije iz HE Sklope i HE Senj.

Tijekom 1991. godine završena je izgradnja, ispitivanje i puštanje u pogon potpuno obnovljene transformatorske stanice 110/10(20) kV Matulji (2×20 MVA).

U svibnju 1992. godine pušten je u pogon novoizgrađeni dalekovod 400 kV Melina–Tumbri. Izgradnjom i puštanjem u pogon ovog dalekovoda znatno je povećana pouzdanost i siguran rad elektroenergetskog sustava Hrvatske tijekom i nakon Domovinskog rata.

Prekinute elektroenergetske veze sjeverozapadne Hrvatske i Dalmacije, zbog nemogućnosti korištenja zauzetih i oštećenih dalekovoda: 400 kV Melina–Obrovac–Konjsko, 220 kV Brinje–Konjsko i 110 kV Gračac–Lički Osik–Gračac–Obrovac, nametnule su potrebu izgradnje 110 kV “Otočne veze”: od TS 400/220/110 kV Melina preko Krka, Raba, Novalje (Paga) do TS 110/35 kV Zadar.

Nadzemno-kabelski vod 110 kV Krk–Rab, kao dio 110 kV “Otočne veze”, izgrađen je i pušten u pogon 1993.godine. Izgradnja jedne od transformatorskih stanica buduće 110 kV otočne veze – 110/20 kV Rab – započela je 1992.godine.

• **1993. godine** puštena je u pogon TS 110/20 kV Rab s instaliranom snagom transformatora 20 MVA. Priključena je na DV 110 kV Rab–Krk. Godine 1994. priključuje se na DV 110 kV Rab–Novalja. Te je godine instaliran i drugi transformator snage 20 MVA. Godine 2005. u DV 110 kV Rab–Krk interpolirana je TS 110/20 kV Dunat.

Polaganje podmorskih kabela

Otoci duž cijele jadranske obale u početno su doba odvojeno elektrificirani. Tek u drugoj polovici pedesetih godina prošlog stoljeća dolazi i do uključenja većih otoka u elektroenergetski sustav, srednjonaponskim podmorskim kabelima. Tijekom 1994. godine okončano je uključenje tih otoka u sustav na razini 110 kV (“Otočna veza”).

“Otočna veza” je radni naziv cjelovitog projekta izgradnje energetske i telekomunikacijskih vodova visokog napona preko otoka i njihovo međusobno povezivanje podmorskim energetske kabelima. Izgrađena je u vrijeme ratnih zbivanja u Republici Hrvatskoj radi povezivanja sjevernog i južnog dijela Hrvatske te sigurnije i kvalitetnije opskrbe električnom energijom. “Otočnom vezom” 110 kV povezano je glavno elektroenergetsko čvorište na području Rijeke TS 400/220/110 kV Melina s TS 110/35 kV Zadar 1. Dio objekata za tu vezu je bio još prije izgrađen. Za vrijeme Domovinskog

rata ta je veza omogućila znatan prijenos energije i sigurnost napajanja konzuma otoka Paga i Zadra. Time se rasteretilo dalmatinsko područje, koje je zbog ratne situacije bilo energetske kritično.

Nadzemno-kabelski vod 110 kV Rab–Novalja, kao dio "Otočne veze" 110 kV, izgrađen je i pušten u pogon u srpnju 1994. godine. Puštanjem u pogon (*Prijenosno područje Split*) TS 110/35 kV Novalja (13. srpnja 1994.) i DV 110 kV Novalja–Zadar, puštena je u pogon i 110 kilovoltna "Otočna veza".

Prijenosno područje Rijeka nakon završetka Domovinskog rata

Odmah nakon završetka Domovinskog rata pristupilo se utvrđivanju stanja i procjeni potreba sanacija oštećenja transformatorskih stanica i dalekovoda na oslobođenom dijelu Like.

Da se omogući sanacija oštećenja postrojenja a posebno dalekovoda, potrebno je bilo i utvrditi i provesti razminiranje trasa dalekovoda, te ih očistiti od visokog raslinja i drveća.

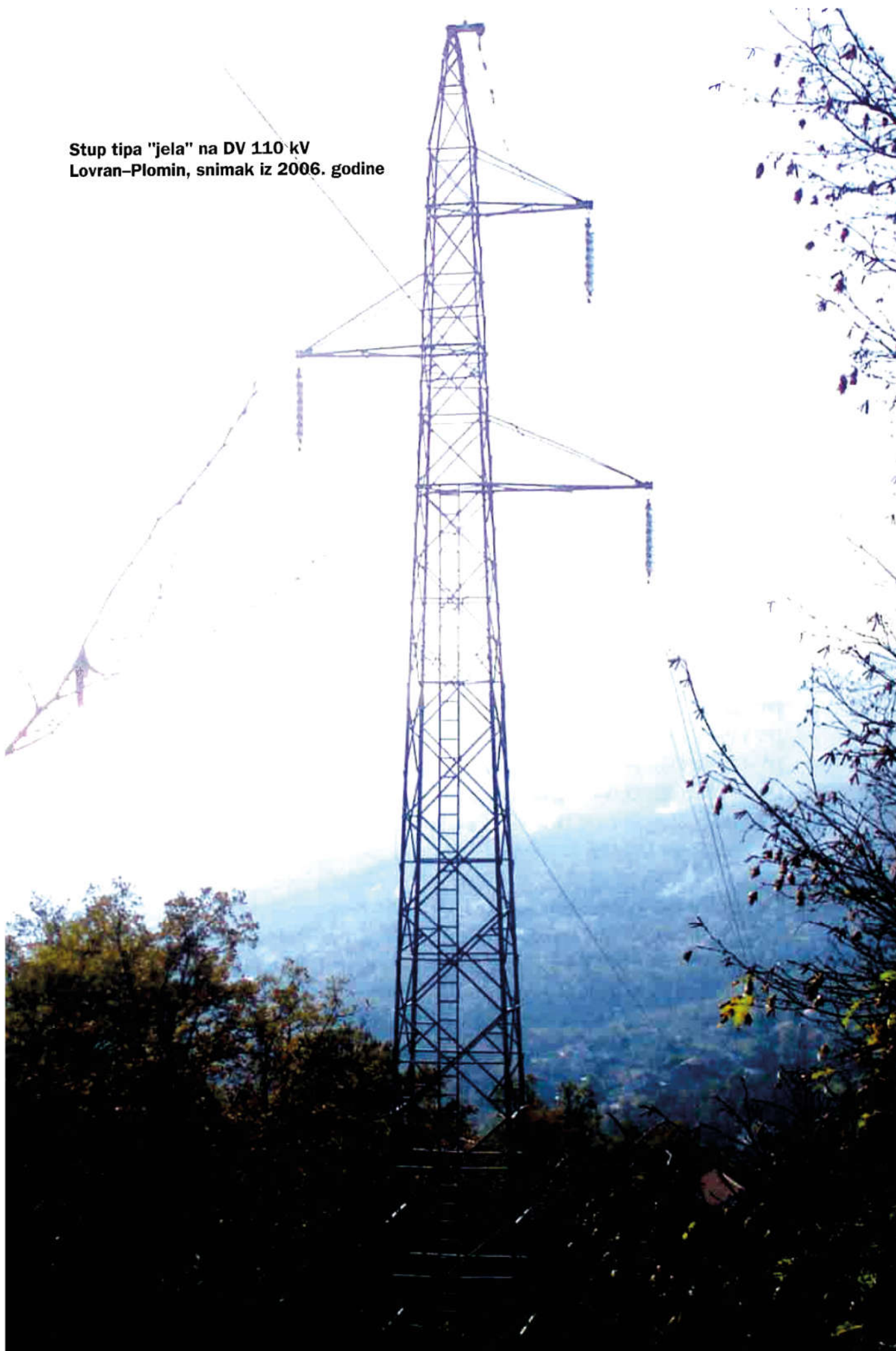
Pregled stanja i procjena potreba sanacija oštećenja transformatorskih stanica: TS 110/35 kV Lički Osik, TS 110/35 kV Gračac i TS 110/35 kV Otočac, izazvanih ratnim djelovanjima na području Like, obavljeno je u kolovozu 1995. godine od strane stručnih radnika *Prijenosnog područja Rijeka*.

U 110/35 kV Otočac utvrđeno je da je nakon privremene sanacije oštećenja elektro-dijela, koja je provedena tijekom Domovinskog rata, u pogonu jedan transformator (Tr 2) 110/35 kV i dva vodna polja (Senj i Sklope) 110 kV, a da treba sanirati preostali dio VN-postrojenja, transformator Tr 1 110/35 kV, dio ormara sekundarne opreme, te građevinski dio, a što je u vrlo kratkom roku odmah nakon završetka Domovinskog rata i učinjeno.

U TS 110/35 kV Gračac utvrđeno je da je ona kompletno u pogonu, da je objekt zapušten i neodržavan, da nema potrebe za hitnim sanacijama, te da će se dovesti u "normalno" stanje kroz planove tekućeg održavanja.

U TS 110/35 kV Lički Osik utvrđena su najveća oštećenja visokonaponske opreme u rashlopnom postrojenju 110 kV, te oštećenja na komandnoj zgradi i pomoćnim pogonima. Odmah je, vlastitim snagama i materijalom sa skladišta prijenosnog područja, privreme-

**Stup tipa "jela" na DV 110 kV
Lovran-Plomin, snimak iz 2006. godine**



no osposobljeno i stavljeno u pogon 35 kV postrojenje, a za rasklopno postrojenje 110 kV, komandnu zgradu i pomoćne pogone zaključeno je da je zbog opsega oštećenja potrebno nabaviti dosta nove opreme te osim vlastitih snaga angažirati i treće izvođače.

Rekonstrukcija i sanacija oštećenja izazvanih ratnim djelovanjima transformatorske stanice 110/35 kV Lički Osik i priključnih vodova 110 kV: Otočac–Lički Osik, Sklope–Lički Osik i Lički Osik–Novalja, izvedena je tijekom 1996. godine. TS 110/35kV Lički Osik puštena je u pogon u listopadu 1996. godine.

Transformatorska stanica TS 110/35 kV Donji Lapac i vod 110 kV Donji Lapac–Kulen Vakuf izgrađeni su i pušteni u pogon 1993. godine od strane okupatora. Također pod napon 110 kV stavljen je i vod 35(110) kV Gračac–Donji Lapac. Nakon oslobođenja ta je stanica isključena iz pogona, a spomenuti vodovi spojeni su, ispred TS Donji Lapac, u jedinstveni DV 110 kV Gračac–Kulen Vakuf.

Radna grupa sastavljena od stručnih radnika prijenosnog područja i tvrtke *Dalekovod d. d. Zagreb* obavila je helikopterski pregled (23. 8. 1995.) stanja vodova na oslobođenom dijelu Like i procijenila je potrebu sanacije oštećenja sljedećih dionica dalekovoda:

- DV 400 kV Melina–Obrovac, dionica Brinje–Obrovac
- DV 220 kV Brinje–Konjsko, dionica od st. br. 517-398
- DV 110 kV Lički Osik–Gračac, dionica od st. br. 1-142
- DV 110 kV Otočac–Lički Osik dionica od st. br. 1-142
- DV 110 kV Lički Osik–Gračac, dionica od st. br. 95-117
- DV 110 kV Sklope–Lički Osik dionica od st. br. 47-74A
- DV 35(110) kV Lički Osik–Plitvice.

Pregledom DV 400 kV Melina–Obrovac (dionica Brinje–Obrovac) utvrđeno je na njemu porušeno sedam stupova, jače oštećeno šest stupova, oštećeno 36 000 m vodiča Al/Č 490/65 mm², oštećeno 7 000 m zaštitnog užeta, oštećeno više tisuća izolatorskih članaka, veća količina spojne i ovjesne opreme te veći broj temelja stupova. Privremena sanacija oštećenja na dalekovodu završena je krajem 1995. godine, nakon čega on je stavljen u pogon.

Pregledom DV 220 kV Brinje–Konjsko utvrđeno je da je na njemu porušeno 19 stupova, jače oštećeno pet stupova, oštećeno 27 000 m vodiča Al/Č 360/57 mm², oštećeno 7 500 m zaštitnog užeta, oštećeno više tisuća izolatorskih članaka, veća količina spojne i ovjesne opreme te veći broj temelja stupova. Sanacija oštećenja na dalekovodu izvršena je tijekom 1996. i 1997. godine nakon čega je stavljen u pogon.

**Dalekovodi 2 × 220 kV Pehlin–Plomin
i Melina–Plomin, stupovi tipa "bačva"
na izlazu iz TS Pehlin, snimak iz 2006. godine**



Pregledom nabrojanih pet vodova 110 kV utvrđeno je da je porušeno sedam stupova, jače oštećeno šest stupova, oštećeno 13 000 m vodiča, oštećeno 10 000 m zaštitnog užeta, oštećeno više tisuća izolatorskih članaka, veća količina spojne i ovjesne opreme te veći broj temelja stupova.

Sanacija oštećenja na vodovima 110 kV: Otočac–Lički Osik, Sklope–Lički Osik i Lički Osik–Novalja izvedena je tijekom 1996. godine, nakon čega su pušteni u normalni pogon.

Sanacija DV 35(110) kV Lički Osik–Plitvice izvedena je krajem 1998. godine, a pušten je u pogon nakon sanacije šteta od nevremena, nastalih odmah nakon završetka sanacije ratnih šteta.

Sanacija oštećenja izazvanih ratnim djelovanjima i kasnijim rušenjem stupova na DV 110 kV Lički Osik–Gračac obavljena je tijekom 2003. godine, nakon čega je pušten u pogon.

U prosincu 1998. godine, snježno nevrijeme praćeno ledom prouzročilo je velika oštećenja na dalekovodima na području Gorskog kotara, Like i priobalnom području. Na DV 400 kV Melina–Velebit, u rasponu stupova br. 80-81, na zaštitnom užetu izmjereno je sloj leda debljine 28 cm u promjeru. "Južno" zaštitno uže je u zateznom polju 78-81 demontirano, a oba krajnja "snopa" vodiča su okrenuta za 180 stupnjeva. U navedenom zateznom polju izvršena je montaža međufaznih odstoynika radi sprečavanja pojave galopiranja. Ispad voda iz pogona bio je 4. 12. 1998., a uključen je 8. 12. 1998. (provizorno saniran).

DV 220 kV Senj–Brinje, savijen vrh stupa, zatezni br.26, zaštitno uže palo je na srednji vodič. Ispad se zbio 7. 12. 1998. u 11.05, a vod je uključen 8. 12. 1998 u 17.25 sati (provizorno saniran).

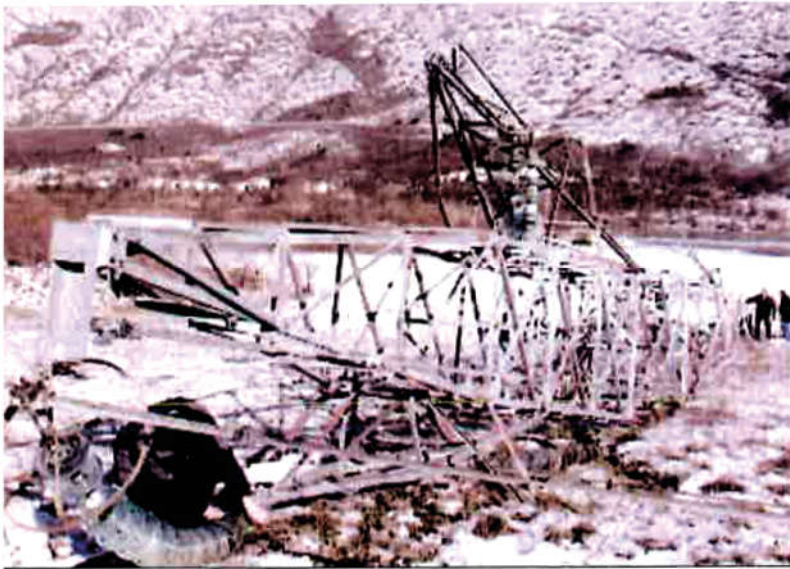
DV 110 kV Vinodol–Gojak, zbog većih oštećenja na nekoliko stupova, dalekovod ostaje izvan pogona da potpune sanacije. Uočena su sljedeća oštećenja stupova:

- stup br. 345: slomljen u donjoj etaži (iznad temelja),
- stup br. 346: slomljen u prvoj etaži (ispod donje konzole),
- stup br. 347: slomljen u prvoj etaži (ispod donje konzole),
- stup br. 349: savijen vrh stupa,
- stup br. 351: savijen u prvoj etaži (ispod donje konzole),
- stup br. 352: savijen u prvoj etaži (ispod donje konzole)

Kompletanu sanacija povjerena je *Dalekovodu-Zagreb*.

Havarija stupa na DV 110 kV
Vinodol-Gojak 1998. godine





Vjetar je na zaleđene vodiče srušio stup na DV 220 kV Melina–Senj početkom 2003. godine



Mjerenje debljine leda na vodičima DV 220 kV Melina–Senj početkom 2003. godine

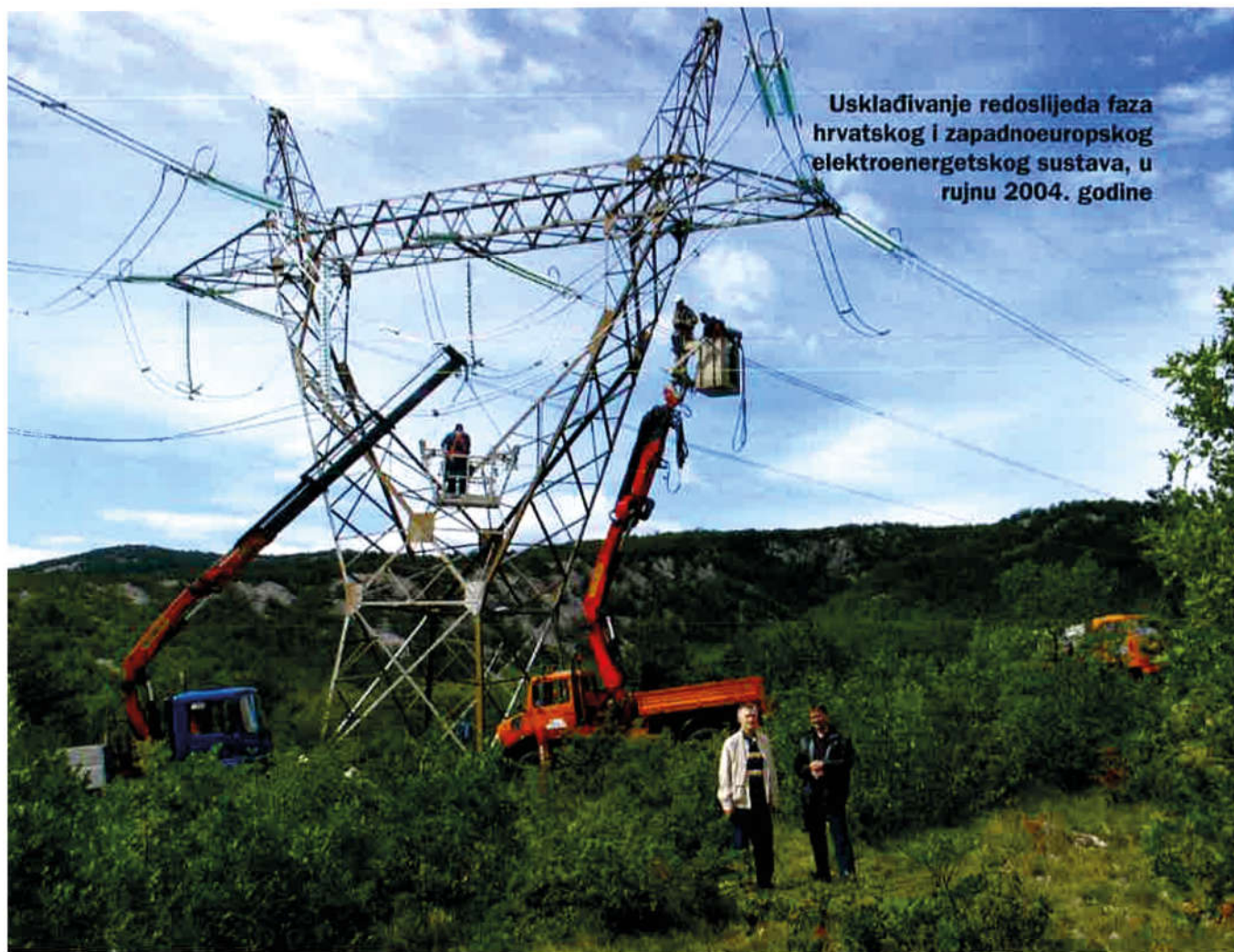
Dana 12. siječnja 2003. godine došlo je do rušenja nosivih stupova broj 145 i 146, te oštećenja vrhova nosivih stupova broj 144 i 147 na DV 220 kV Melina–Senj. Tijekom tog dana izrazito jak vjetar uzrokovao je stvaranje magle i podizanje sitnih kapljica vode iz obližnje akumulacije koje su se zbog niske temperature počele taložiti na stupovima, užadi, izolaciji, te ovjesnoj i spojnoj opremi, što je u konačnici rezultiralo havarijom tih stupova.

Razdoblje obnove i izgradnje, od 1995.–2006. godine

Tijekom 1999. godine završena je izgradnja, ispitivanje i puštanje u pogon transformatorske stanice 35(110)/10 kV Butoniga (2×8 MVA). Ona je izgrađena za potrebe Vodoopskrbnog sustava Istre-Vodovod Butoniga d.o.o. Buzet, a dana na korištenje Istarskim vodovodu Buzet.

**Stup tipa "bačva" na DV 2×110 kV
Melina-Vinodol, snimak iz 2006. godine**





Postrojenje 110 kV preuzeo je u vlasništvo HEP-OPS d.o.o. Zagreb–*Prijenosno područje Rijeka*. Postrojenje će preći na pogonski napon 110 kV nakon izgradnje i puštanja u pogon TS 110/20 kV Buzet i ugradnje transformatora 110/10 kV, 2 × 20 MVA u TS Butoniga.

Tijekom 2000. godine završena je izgradnja, ispitivanje i puštanje u pogon transformatorske stanice 110/35/20 kV Katoro (Tr 1 110/20 kV, 20 MVA) i priključnog voda 2 × 110 kV Buje–Katoro. Transformator Tr 2 110/35 kV, 20 MVA, ugrađen je, ispitan i pušten u pogon 2002. godine.

Tijekom 2001. godine završena je izgradnja, ispitivanje i puštanje u pogon dalekovoda 110 kV Buje–Buzet. Do izgradnje i puštanja u pogon TS 110/20 kV Buzet vod je u pogonu pod naponom 35 kV. Od godine 2002. u pogonu je TS 110/35 kV Dubrova.

Tijekom 2004. godine izvršena je rekonstrukcija sabirničkog sustava 400 kV – glavnih i pomoćnih sabirnica – u TS 400/220/110 kV Melina, te zamjena okretnih noževa na sabirničkim rastavljačima 400 kV.



Tijekom 2005. godine završena je rekonstrukcija rasklopnog postrojenja 220 kV, te izgradnja i ispitivanje transformacije 220/35 kV u RP 220 kV Brinje. Puštanje u pogon transformatorske stanice 220/35 kV Brinje (20 MVA) izvršeno je u proljeće 2005. godine.

Tijekom 2005. godine završena je izgradnja, ispitivanje i puštanje u pogon transformatorske stanice 110/10(20) kV Sušak (2×40 MVA) i priključnog nadzemno-kabelskog voda 2×110 kV za TS Sušak. TS 110/10(20) kV Sušak je prvo postrojenje 110 kV u *Prijenosnom području Rijeka* koje je izgrađeno kao oklopljeno plinom izolirano postrojenje (GIS). Zbog nedostatka prostora i karakteristika terena, to postrojenje bilo je moguće izvesti jedino u varijanti zatvorene izvedbe.

Neprekidan porast i koncentracija potrošnje električne energije u gradskim područjima zahtijevaju u tim sredinama uvođenje visokih distribucijskih napona (110 kV) i izgradnju rasklopnih postrojenja velike snage. Problem nedostatka prostora u gusto naseljenim urbanim sredinama otežava izgradnju rasklopnih postrojenja konvencionalne izvedbe, tako da uvođenje metalom oklopljenih postrojenja izoliranih sumpor-

nim heksafluoridom predstavlja svakako najefikasnije rješenje. Zahvaljujući veoma dobrim izolacijskim svojstvima tog plina izvode se oklopljena postrojenja izvanredno malih dimenzija.

Tlocrtna dimenzija TS Sušak je 26×25 metara. Srednjenaponsko postrojenje 10 (20) kV izvedeno je od tvornički dogotovljenih metalom potpuno oklopljenih jednosustavnih sklopnih blokova nazivnog napona 24 kV.

Tijekom 2005. godine završena je izgradnja, ispitivanje i puštanje u pogon transformatorske stanice 110/20 kV Dunat (2×20 MVA) i priključnog dalekovoda 2×110 kV za TS Dunat.

Godine 2006. završena je u transformatorskoj stanici 110/35/10(20) kV Raša (2×20 MVA, 110/35 kV i 20 MVA, 110/10(20) kV) izgradnja novog rasklopnog postrojenja 110 kV, s pripadnom sekundarnom opremom i pomoćnim postrojenjima, te je izvršeno ispitivanje i puštanje u pogon kompletnog postrojenja 110 kV s novim raspletom, na postrojenje TS Raša priključenih vodova 110 kV.

Godine 2006. izvršena je zamjena (*Distribucijsko područje Rijeka i Prijenosno područje Rijeka*) transformatora 110/35 kV (20 i 22 MVA) u TS 110/35 kV Krk, transformatorima 110/20 kV (2×20 MVA), zamjena prekidača u trafo-poljima 110 kV (pneumatski 3P–123 zamijenjeni plinskim SF6–123), ugradnja novih mjernih transformatora (kombiniranih), zamjena ormara zaštite i mjerenja transformatora te ugradnja staničnog računala i zamjena upravljanja. Zamijenjeno je “klasično” postrojenje 35 kV novim 20 kV – izvedeno od tvornički dogotovljenih metalom potpuno oklopljenih jednosustavnih sklopnih blokova nazivnog napona 24 kV.

Transformatorska stanica Krk je rekonstruirana s transformacije 110/35 kV na transformaciju 110/20 kV. Novougrađena oprema i uređaji su ispitani i pušteni u pogon sredinom 2006. godine.

Također, 2006. godine izvršena je zamjena transformatora Tr 2 110/35 kV, 14 MVA, u TS 110/35 kV Otočac. Transformator je zamijenjen jednim od zamijenjenih transformatora 110/35kV, 20MVA, iz TS Krk.

Godine 2006. zamijenjen je transformator Tr 2 110/35kV, 10 MVA, u TS 110/35 kV Gračac, novim transformatorom 110/35 kV, 20 MVA, (investitor *Hrvatske autoceste*).

**TS 110/20 kV Dunat, transformator
20 MVA, 2006. godine**





Također je zamijenjen transformator Tr 1 110/35 kV, 10 MVA, transformatorom 110/35 kV, 22 MVA, iz TS Krk.

U TS Gračac zamijenjeni su i prekidači u trafo-poljima, mjerni transformatori, te ugrađen još jedan maloomski otpornik u 35 kV zvjezdista transformatora, zamijenjeni ormari zaštite transformatora, te ugrađeno je novo stanično računalo. Staro "klasično" postrojenje 35 kV zamijenjeno je novim 35 kV postrojenjem, koje je izvedeno od tvornički dogotovljenih metalom potpuno oklopljenih jednosustavnih sklopnih blokova nazivnog napona 38 kV, pa ispitano i pušteno u pogon.

Prijenosno područje Split

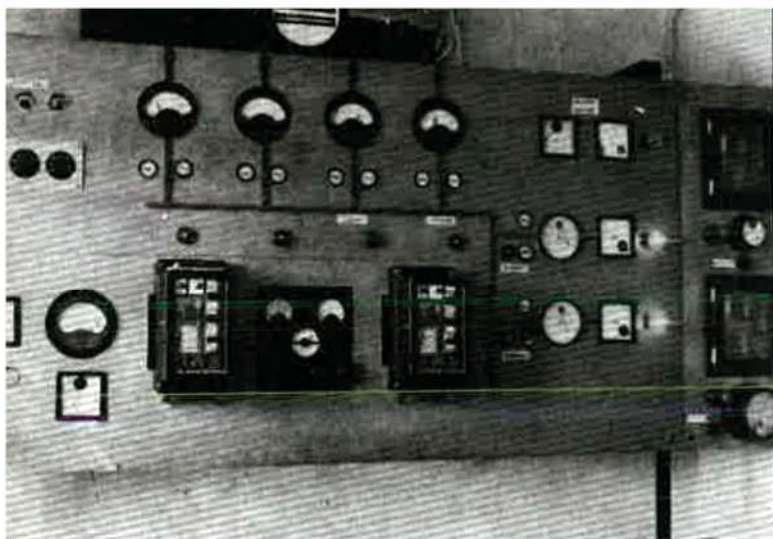
Puštanjem u pogon mreže 110 kV, 1955. godine dolazi do jasnijeg razgraničenja između prijenosne i distribucijske mreže. U sastavu radne organizacije *Hidroelektrane na Cetini* postojala je grupa *Pogon mreže 110 kV* – koja je radila na realizaciji izgradnje mreže i transformatorskih stanica 110 kV u Dalmaciji. Izgradnjom tih objekata stvoreni su svi uvjeti da se od te grupe, koja je u vlastitoj režiji obavljala montažu TS 110/30 kV Meterize i nadzor nad ostalim objektima u izgradnji, formira specijalizirana radna organizacija, druga po redu takve vrste u tadašnjoj Jugoslaviji (prva je bila *Elektroprenos-Sarajevo* od 1953. godine), poduzeće *Elektroprenos-Split*.

Poduzeće je osnovano zaključkom Upravnog odbora tadašnje *Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske* (ZEPH) 29. rujna 1955. godine, a otvoreno je 1. siječnja 1956. godine. Poslovanje poduzeća se sastojalo od prijenosa električne energije, projektiranja, izgradnje i održavanja elektroprivrednih postrojenja i telekomunikacijskih veza za potrebe elektroprivrede.

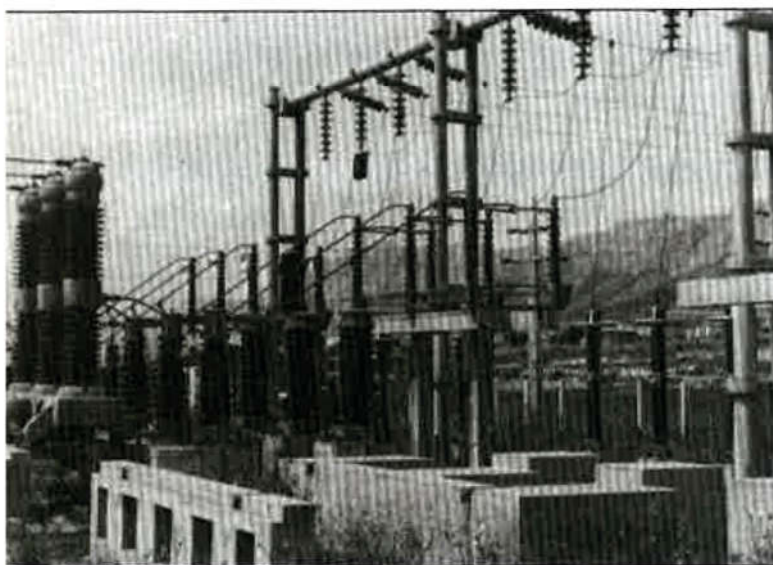
Poduzeće je tada bilo organizirano u pet odjela:

- a) Tehnički odjel koji je obuhvaćao četiri TS (RS) 110/30 kV, grupu za dalekovode i službu za zaštitu, mjerenje i telekomunikacije
- b) Biro za projektiranje i studije (nije formiran)
- c) Grupa za investicije
- d) Privredno-računski odjel s nabavnom službom i
- e) Sekretarijat

U 1956. godini preko prijenosne mreže od elektrana do potrošača je preneseno 510 GWh električne energije. U transformatorskim stanicama bilo je instalirano šest transforma-



**Komandna ploča TS 50/30 kV
Lozovac, oko 1950. godine**



**TS 110/35 kV Meterize
1955. godine**



**TS 110/35 kV Kraljevac, kao
rasklopna stanica 110 kV u
pogonu od 1955. godine
(snimak iz 2006. godine)**

tora ukupne snage 141,5 MVA. Dalekovoda 110 kV je bilo 233 km i 30 kV dalekovoda 67 km duljine.

Na dan 1. siječnja 1956. godine bilo je zaposleno 72 radnika, od toga VSS 3, VKV 1, SSS 24, KV 19, NSS 8, PKV 6, i NKV 11.

Razdoblje od 1956. do 1965. godine

Razvoj prijenosne mreže u tom razdoblju razlikuje se od prethodnog razdoblja, ne samo po promjeni organizacije, intenzitetu i dinamici izgradnje, već i time što je realiziran u uvjetima kada je ta mreže bila dio već formiranog zaokruženog elektroenergetskog sustava s funkcijama planiranja, eksploatacije i vođenja pogona od strane jedinstvene Dispečerske službe na području Dalmacije.

Pritom treba istaknuti da se pogon mreže ostvarivao bez problema, koji se inače mogu očekivati u novim postrojenjima. Uspješan rad mreže već od početka radni je rezultat vrlo savjesnog i dobro izobraženog osoblja. Prvi kadar koji je upravljao mrežom 110 kV, činio je i glavni dio sastava *Elektroprijenosa*. Svoju izobrazbu stječe vlastitim nastojanjima i sudjelovanjem u realizaciji izgradnje, uključujući tu i neposredan rad na izgradnji dalekovoda i transformatorskih stanica. Radeći na montaži dobro su upoznali opremu i postrojenje, tako da kasnije nije bilo teško rukovati pogonom i održavati postrojenja. Odmah se pristupilo daljnjem postupnom popunjavanju i osposobljavanju kadrova. To se ne odnosi samo na pogone i njegove ekipe, nego i na specijalističke stručne službe za zaštitu, mjerenja i telekomunikacije.

Brzi rast potreba za električnom energijom te ulazak u pogon novih i za to razdoblje velikih hidro- i termo-elektrana uvjetovalo je daljnju izgradnju mreže 110 kV, a također i izgradnju mreže 220 kV.

Na području Dalmacije u tom su razdoblju u pogon ušle elektrane: HE Peruća 2×26 MVA, 1960. godine, HE Zakućac 2×120 MVA (I etapa) 1962. godine i HE Dubrovnik 2×120 MVA, 1965. godine.

U tom razdoblju nastavilo se s intenzivnom izgradnjom prijenosne mreže, tako da je 1957. godine izgrađen DV 110 kV Zakućac–Meterize. Taj dalekovod gradi se na čelično-rešetkastim stupovima, a od tada se tako grade i svi ostali dalekovodi.

Godine 1959. izgrađen je dalekovod 110 kV Bilice–Zadar koji je privremeno pušten u pogon pod naponom 30 kV. Zbog porasta potrošnje električne i sigurnosti napajanja u pogon je 1961. godine puštena TS 110/35 kV Zadar, tako da je i zadarsko područje dobilo napajanje preko mreže 110 kV, što je omogućilo daljnju elektrifikaciju preko distribucijske mreže zadarskog područja i otoka.

Od ukupno pet transformatorskih stanica, građenih do 1960. godine, tehnička rješenja objekta su slične tipske izvedbe, s dva sustava sabirnica 110 kV. Postrojenja 110 kV su izvedena uz srednju i nisku montažu aparata i ograđena polja. Portali sabirnica izgrađeni su od centrifugiranog armiranog betona, a nosači svih aparata od armiranog betona. Energetski transformatori smješteni su u trafo-boksovima koji su znatno udaljeni od komandno-pogonske zgrade, a njihovi priključci na postrojenje srednjeg napona izvedeni su uglavnom kabelski. Postrojenja srednjeg napona izvedena su s dva sustava sabirnica u zgradi sa zidanim ćelijama. Ugrađena oprema je bila uglavnom stranog porijekla. Komandno-pogonske zgrade su tipske izvedbe, kao i stambene zgrade, izgrađene neposredno uz njih, za stanovanje dežurnog osoblja, a prema koncepciji toga vremena.

Godine 1960. izgrađeni su DV 110 kV Peruća–Meterize, čime se omogućio plasman električne energije iz HE Peruća. Iste godine počelo je priključenje dubrovačkog područja na mrežu 110 kV. U suradnji s *Elektroprenosom Sarajevo* izgrađen je dalekovod 110 kV Mostar–Ston i TS 110/35 kV Ston, čime je dio dubrovačkog područja dobilo sigurnije napajanje putem mreže 110 kV. Izgradnja TS Ston je omogućila elektrifikaciju stonskog područja, poluotoka Pelješca te otoka Korčule i Mljeta.

Radi sigurnog napajanja električnom energijom *Tvornice ferolegura* u Dugom Ratu i srednjodalmatinskih otoka, 1961. godine izgrađen je DV 110 kV Zakućac–Dugi Rat.

Radi ulaska u pogon HE Zakućac 1962. godine, DV 110 kV Kraljevac–Dugi Rat je uveden u postrojenje 110 kV od HE Zakućac, čime nastaju novi dalekovodi 110 kV Kraljevac–Zakućac i Zakućac–Dugi Rat. Također i DV 110 kV Kraljevac–Meterize uvodi se u postrojenje 110 kV Zakućac, tako da nastaju novi dalekovodi Kraljevac–Zakućac i Zakućac–Meterize. Tim prospajanjima i formiranjem novih dalekovodnih veza omogućen je plasman energije iz HE Zakućac i HE Kraljevac, a time i povećana sigurnost pogona prijenosne mreže.

Daljnja elektrifikacija dubrovačkog područja pri naponu 110 kV, nastavila se 1963. godine kada je izgrađen DV 110 kV Ston–Komolac, koji je bio privremeno pod naponom

35 kV do 1964. godine, kada je puštena u pogon TS 110/35 kV Komolac koja je u prvoj etapi puštena u pogon samo s jednim transformatorom snage 20 MVA. Dakle, godine 1964. svi važniji centri na području Dalmacije (Split, Šibenik, Zadar i Dubrovnik) bili su priključeni na mrežu 110 kV, budući da su kao veliki gradovi imali oštrije uvjete za kvalitetu i sigurnost opskrbe potrošača električnom energijom. Područje Dubrovnika i Zadra napajalo se radijalno, što je dovodilo do čestih prekida u opskrbi potrošača električnom energijom.

Pored izgradnje mreže 110 kV, u ovom razdoblju započeta je izgradnja prijenosne mreže 220 kV, koja je omogućila čvršće povezivanje preko transformacija 220/110 kV pojedinih dijelova prijenosne mreže 110 kV, prijenos znatnih snaga do udaljenih potrošača i sigurne plasmane energije iz velikih elektrana, te omogućila povezivanje sa susjednim elektroenergetskim sustavima i stvorila uvjete za sigurnije i ekonomičnije vođenje elektroenergetskog sustava.

U skladu s time, gradi se – prvi u Jugoslaviji – dalekovod 220 kV Zakućac–Mostar koji je izgrađen 1957. godine i bio je pod naponom 110 kV do puštanja u pogon HE Zakućac (1962). Godine 1962. stavljen je u pogon pod naponom 220 kV dalekovod Zakućac–Brinje–Mračlin koji je povezao prijenosnu mrežu na području Dalmacije s mrežom sjeverozapadne Hrvatske na naponskoj razini 220 kV (područje Rijeke i Zagreba). Godine 1965. za potrebe plasmana energije iz HE Dubrovnik puštena su pogon dva dalekovoda 220 kV HE Dubrovnik–Trebinje tako da je HE Dubrovnik ulaskom u pogon cjelokupnu energiju plasirala u sustav BiH, a također bila je upravljana od Dispečerske službe BiH.

Već 1965. godine na području bivše Jugoslavije je ostvarena superponirana prijenosna mreža 220 kV, kao jedinstvena prijenosna mreža koja je omogućila velike razmjene i tranzite električne energije između republika bivše Jugoslavije.

Razdoblje od 1966. do 1975. godine

Od 1965. godine poslije tzv. *privredne reforme* došlo je, u uvjetima decentralizacije financiranja izgradnje elektroenergetskih objekata te zbog pomanjkanja odgovarajućih sistemskih rješenja i nerazvijenih organizacijskih odnosa u elektroprivredi, do usporavanja izgradnje elektroenergetskih objekata od općeg interesa, posebno međuregionalnih i međurepubličkih dalekovoda.

Područje Dalmacije u ovom razdoblju karakterizira daljnja izgradnja prijenosnih objekata 110 kV, povezivanje srednjodalmatinskih otoka, izgradnja prijenosnih objekata napona 220 kV i početak izgradnje objekata osnovne mreže 400 kV. Tu izgradnju prije svega potaknula je velika potrošnja električne energije. Velik porast potrošnje uzrokovan je na području Dalmacije prije svega razvojem turizma i industrije (prvenstveno aluminij i ferolegure) te daljnjom elektrifikacijom urbanih i ruralnih područja. Osobito se vodilo računa o sigurnosti napajanja električnom energijom četiri glavna središta u Dalmaciji (Zadar, Šibenik, Split i Dubrovnik).

U tom razdoblju zbog vrlo lošeg napajanja električnom energijom srednjodalmatinskih otoka, položen je 1968. godine trožilni uljni kabel 110 kV između kopna i otoka Brača (Dugi Rat–Postira) i izgrađene kabela stanice Dugi Rat i Postira. To je bio prvi podmorski kabel 110 kV na našoj obali. Taj kabel bio je u pogonu pod naponom 30 kV do 1978. godine. Također, godine 1968. u rasklopnom postrojenju 110 kV u HE Kraljevac ugrađuje se transformator 110/35 kV i time omogućuje kvalitetnije napajanje imotskog i makarskog područja.

U sljedećoj etapi izgradnje TS Komolac, 1967. godine, postrojenje 110 kV je prošireno s dva vodna polja, jedno transformatorsko polje i izgrađeno novo 35 kV postrojenje. Drugi transformator snage 20 MVA pušten je u pogon tek 1973. godine, a dalekovod 110 kV



Komolac–Trebinje pušten je u pogon 1969. godine, čime je dubrovačko područje dobilo dvostrano napajanje električnom energijom. Na primjeru TS Komolac vidi se etapnost izgradnje prijenosne mreže i opremanja transformatorskih stanica koja su se gradile raspoloživim financijskim mogućnostima, a da pri tome nisu zadovoljavani kriteriji sigurnosti (n–1) pogona prijenosne mreže.

Zbog velikog porasta potrošnje grada Splita, uzrokovanog prije svega velikom stambenom izgradnjom, 1969. godine izgrađena je TS 110/35/10 kV Sućidar i DV 2 × 110 kV Meterize–Sućidar. Tom transformatorskom stanicom daljinski se upravljalo iz TS Meterize. Zanimljivo je za spomenuti da se iz te transformatorske stanice jedan dio distribucijskih trafostanica 10 kV napaja direktno s tercijara 110/35/10 kV transformatora. Također, iste godine je izgrađen dalekovodni priključak buduće TS Opuzen na DV 110 kV Mostar–Ston.

Na X. stručnom savjetovanju CIGRÉ 1970. godine u Dubrovniku, uz sudjelovanje stručnjaka iz svih republika bivše Jugoslavije, razmatrana je koncepcija razvoja osnovne 400 kV prijenosne mreže. Ta mreža dobiva naziv “Nikola Tesla”. Na području Dalmacije, postupno će se graditi dijelovi te mreže u predstojećem vremenu.

Radi povećanja sigurnosti napajanja zadarskog područja, 1970. godine izgrađen je DV 110 kV Bilice–Zadar 2, čime je zadarsko područje dobilo dvostruko napajanje.

**Rasplet vodova oko TS 220/110/30 kV
Bilice 2006. godine**



Također, radi sigurnosti napajanja šibenskog područja i napajanja industrijskih postrojenja *Tvornice lakih metala* u Ražinama i Lozovcu te *Tvornice ferolegura* u Šibeniku, 1970. godine izgrađen je dalekovod 220 kV Zakućac–Bilice, koji je bio pod naponom 110 kV dok nije pušteno u pogon postrojenje 220 kV u TS 220/110 kV Bilice (1973).

U tom razdoblju bila je intenzivna izgradnja hidroenergetskog sustava Buško Blato i HE Orlovac. Zbog potreba napajanja CS Buško Blato i napajanja električnom energijom livanjskog i duvanjskog područja u susjednoj BiH, 1971. godine je izgrađen dalekovod 110 kV HE Peruća–CS Buško Blato.

Također, 1971. godine, radi sigurnog napajanja električnom energijom otoka Braća, Hvara i Visa, položen je kabel Slatina (Brać)–Travna (Hvar) s odgovarajućim kabelskim stanicama, izgrađeni su nadzemni dalekovodi 110 kV Dugi Rat–Nerežišća, Nerežišća–Stari Grad preko otoka Braća i Hvara. Ta kabelsko-nadzemna veza od Dugog Rata do Starog Grada preko otoka Braća bila je pod naponom 30 kV, a u Starom Gradu se podizala na napon 35 kV putem transformatora 30/35 kV. Iste godine napušten je stari betonski dalekovod 110 kV Zakućac–Dugi Rat, također izgrađen je i DV 110 kV Zakućac–Dugi Rat 2.

Daljnja elektrifikacija srednjodalmatinskih otoka nastavila se 1972. godine polaganjem kabela između otoka Hvara i Korčule (kabel Medvibad–Prapatna) i Korčule i poluotoka



**Polaganje kabela 110 kV
Hvar–Korčula 1972. godine**

Pelješca (Strečica–Perna) s odgovarajućom izgradnjom kabelskih stanica. Time su položeni svi kabeli preko otoka srednje i južne Dalmacije za formiranje buduće dalekovodne petlje 110 kV.

Godine 1973. izgrađeno je nekoliko vrlo važnih objekata prijenosne mreže. U pogon je puštena TS 110/35 kV Kaštela, također daljinski upravljana iz Centra daljinskog upravljanja u TS Meterize, a služila je za sigurno napajanje električnom energijom prije svega kaštelanskog industrijskog bazena, tvornice *Jugovinil* i *Tvornice cementa*. Dalekovod 110 kV Meterize–Bilice 1 je uveden (ulaz/izlaz) u TS Kaštela, čime su nastali dalekovodi Meterize–Kaštela i Bilice–Kaštela. Iste godine izgrađen je dalekovod 110 kV Stari Grad–Blato n/K koji je radio pod naponom 35 kV do izgradnje TS 110/35 kV Blato n/K.

Izgradnja HE Orlovac 3×83 MVA (elektrana je ušla u pogon 1974. godine) i elektrolize u Ražinama instalirane snage 145 MW (u pogonu od 1974. godine) koja je zahtijevala vrlo visoki stupanj sigurnosti napajanja električnom energijom, uvjetovale su izgradnju dalekovoda 2×220 kV Orlovac–Bilice, zatim puštanje u pogon TS 220/110 kV Bilice s tri transformatora 150 MVA koje je ostvareno 1973. godine. Zbog tokova snaga u mreži 220 kV i sigurnosti napajanja elektrolize Ražine, u blizini buduće TS Konjsko na takozvanom stupu "A" (šest trojki dalekovoda 220 kV, 552 ugrađena staklena izolatora na stupu!) i kod izvora rijeke Jadro napravljena su prespajanja tako da su ostvareni dalekovodi 220 kV: Orlovac–Brinje, Orlovac–Bilice, Zakućac–Bilice i još jedan vod Zakućac–Bilice. To jedinstveno tehničko rješenje dalekovodnih raspleta predstavljalo je velik problem u održavanju i pogonu prijenosne mreže. Neposredno prije puštanja u pogon elektrolize Ražine, 1974. godine izgrađena su dva dvostruka 2×110 kV dalekovoda Bilice–Ražine.

Radi napajanja električnom energijom tvornice glinice u Obrovcu, 1975. godine izgrađen je uvod (ulaz/izlaz) na DV 110 kV Bilice–Zadar 2, od Benkovca do TS Obrovac.

Razdoblje od 1960. do 1975. godine karakteristično je po tome što se transformatorske stanice međusobno razlikuju kako u građevinskom tako i električnom dijelu. Odstupanja od ranije izvedenih rješenja ogledaju se u uvođenju visoke montaže aparata, armirano betonski portali i nosači aparata zamjenjuju se čeličnim cijevnim i rešetkastim konstrukcijama, a bakrena užad sabirnica Al/Č užadima. Oprema za upravljanje, zaštitu, mjerenje i signalizaciju ugrađivana je na klasične komandne ploče, relejne ploče i panoe, što je zauzimalo dosta prostora. Uvozna primarna i sekundarna oprema, spojna i ovjesna oprema uglavnom se zamjenjuje domaćom.

Među transformatorskim stanicama 110 kV i 220 kV građenim u tom razdoblju postoje određene razlike u dispoziciji postrojenja i građevinskih objekata, tipu primarne i sekundarne opreme i kabela, tipovima komandno-pogonskih zgrada, izvedbi postrojenja srednjeg napona, što ukazuje na šarolikost tehničkih rješenja. Ta šarolikost je posljedica terenskih uvjeta, razvoja postojeće industrije, projektnih organizacija, različitih projekatanata, mogućnosti izvođenja radova, kao i iskustva kadrova u elektroprivredi.

Razdoblje od 1976. do 1985. godine

U tom razdoblju nastavila se intenzivna izgradnja prijenosne mreže, dalekovoda i transformatorskih stanica koji su opskrbljivala manja urbana područja, te je ostvareno povezivanje na 400 kV naponu sa susjednim prijenosnim mrežama. Uzimajući u obzir dotad stečena iskustva pri građenju objekata, uočeno je da to nije moguće ostvariti bez iznalaženja radikalnijih zahvata za bržu, efikasniju i racionalniju gradnju. Rješenja su nađena kroz tipizaciju objekata i opreme i pravovremene pripreme za brzu i kontinuiranu gradnju objekata. Tipizacija objekata i opreme prijenosne mreže realizirana je kroz izradu tehničkih uputa i preporuka. Prvi tehnički uvjeti i preporuke izrađeni su 1975. godine, kasnije su dopunjavani novim tehničkim spoznajama, mogućnostima domaće elektrostrojarske industrije, tehničkim propisima i stečenim iskustvima.

Tehničkim uvjetima i preporukama s posebnom su pažnjom obrađeni izbor trasa dalekovoda i lokacija transformatorskih stanica, jednopolna shema, tipska rješenja elektromontažnog dijela postrojenja, vlastite potrošnje, upravljanja, zaštite, mjerenja, signalizacije i sustava veza, dispozicije građevinskih objekata i razvodnih postrojenja, tipizacija komandno-pogonskih zgrada, temelja energetske transformatora s uljnim jamama, vanjske i unutrašnje ograde postrojenja, tipizacija stupova dalekovoda i čelično-rešetkastih konstrukcija trafostanica, unifikacija i standardizacija opreme, materijala i kabela, izbor užadi za radne i zaštitne vodiče i sadržaj, opseg i oblik investicijske tehničke dokumentacije.

U tom razdoblju dolazi do zamjene dalekovoda 110 kV na betonskim stupovima i vodičima od bakra koji su već prešli starost od 30 godina.

Godine 1976. izgrađen je dalekovod 110 kV Ljubuški–Vrgorac, koji od tada do danas radi pod naponom 35 kV i osigurava radikalno napajanje vrgoračkog područja. Zbog potreba *Tvornice glinice* u Obrovcu i opskrbe potrošača obrovačkog kraja, 1977. godine iz-

građena je TS 110/35 kV Obrovac, koja je spojena na prijenosnu mrežu dalekovodima Obrovac–Zadar i Obrovac–Bilice, nastalim prespajanjem uvoda/izvoda do dalekovoda Bilice–Zadar.

Zbog porasta potrošnje električne energije na srednjodalmatinskim otocima, 1978. godine izgrađena je TS 110/35 kV Stari Grad i priključena nadzemno-kabelskim vodom Dugi Rat–Nerežišća–Stari Grad.

Te godine završena je izgradnja 400 kV dalekovoda Konjsko–Melina. Na već spomenutom stupu “A” u blizini TS Konjsko koja je bila u izgradnji, izvršena su daljnja prespajanja na način da je 400 kV dalekovod prema Mostaru pod naponom 220 kV spojen s TS Bilice, a dionica dalekovoda 220 kV Zakućac–Brinje spojena u T-spoju na jedan od dalekovoda Orlovac–Bilice.

Godina 1979. bila je karakteristična za izgradnju prijenosne mreže na području Dalmacije. Zbog Mediteranskih igara koje su se te godine održavale u Splitu, a radi sigurnosti napajanja splitskog područja, te godine izgrađeni su:

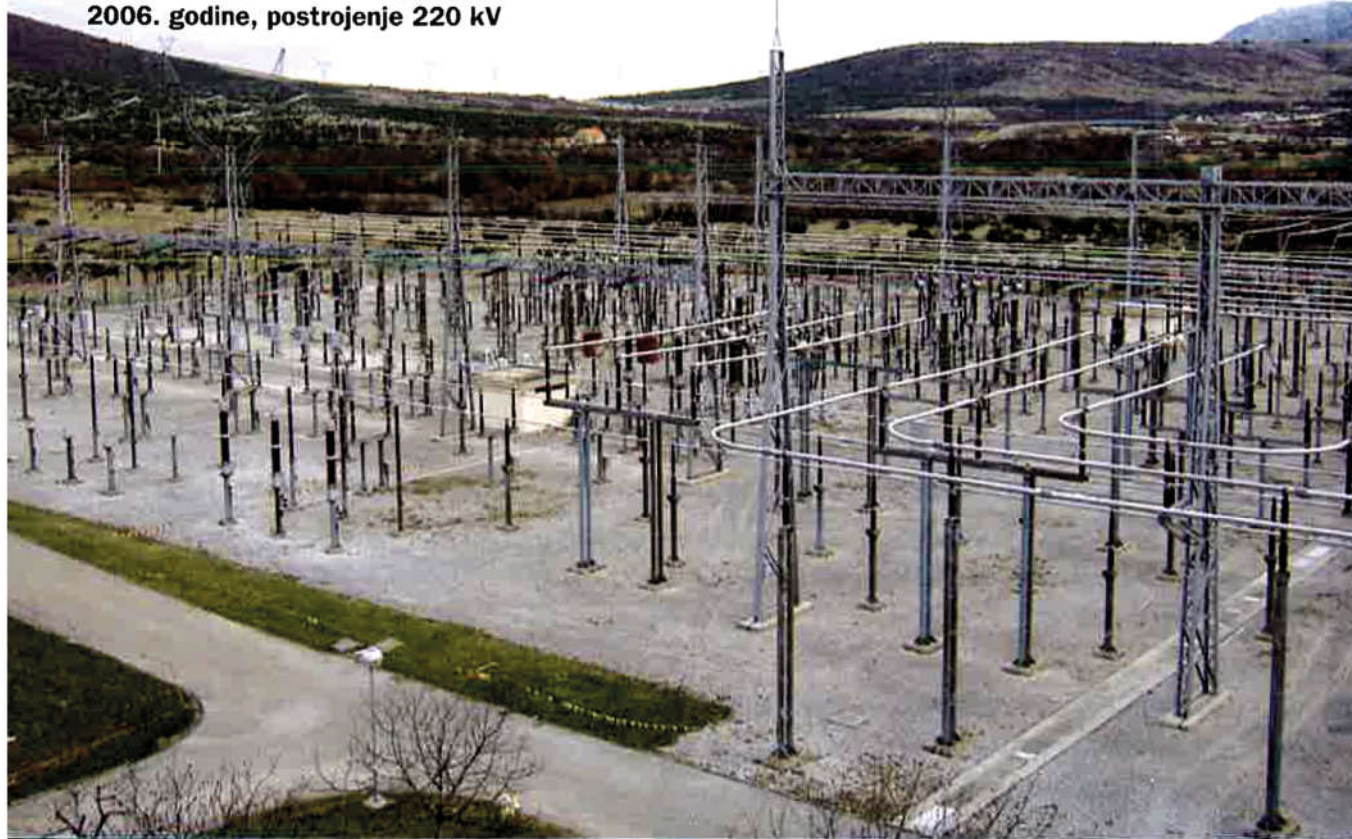
- TS Konjsko 220/110 kV na čije postrojenje 220 kV je spojen DV 400 kV Melina, pod naponom 220 kV do rasklopnog postrojenja Brinje
- rasklopno postrojenje 110 kV u Vrboranu, i dvostruki dalekovod 2×220 kV Konjsko–Vrboran. Od tog dalekovoda koji je stavljen pod napon 110 kV i dvostrukog dalekovoda 2×110 kV Meterize–Sućidar prespajanjem su nastali dalekovodi: Konjsko–Vrboran–Sućidar, Konjsko–Vrboran–Meterize i Meterize–Sućidar.

Te godine u pogon je puštena TS 110/35 kV Opuzen koja je spojena ulazom/izlazom na DV 110 kV Mostar–Ston. Na taj dalekovod su u susjednoj BiH priključene i TS Čapljina i TS Neum. Izgradnjom TS Opuzen, područje doline Neretve i Luka Ploče dobili su sigurno napajanje električnom energijom.

Naredne 1980. godine napravljen je rasplet na stupu “A” tako da su svi vodovi 220 kV (Zakućac, Orlovac, Bilice i Brinje) uvedeni u postrojenje 220 kV u TS Konjsko (kakvo je i sadašnje stanje). Isto tako izgrađeni 400 kV vodovi Mostar i Melina (samo do RP Brinje), uvedeni su u postrojenje 220 kV u TS Konjsko.

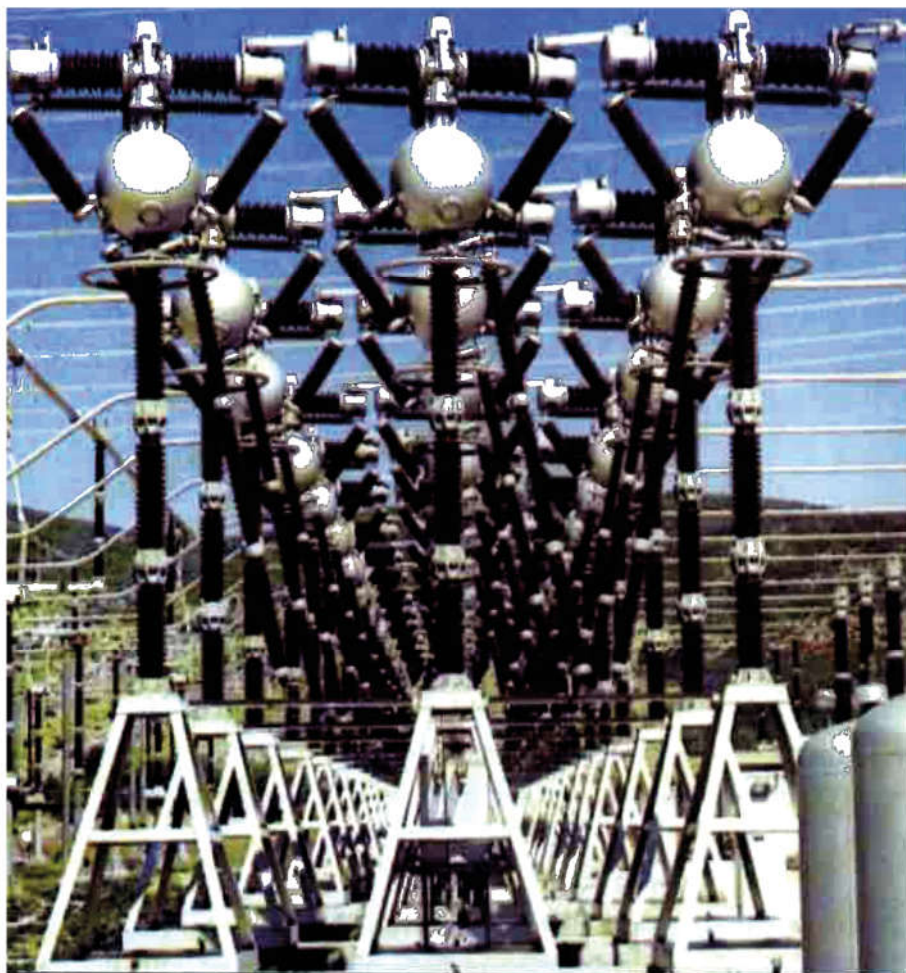
Izgradnja prijenosne mreže 110 kV i dalje se intenzivno odvijala, tako da su 1980. godine izgrađeni dalekovodi Obrovac–Gračac, Bilice–Knin i Buško Blato–Livno, čime je ovim manjim središtima doveden napon 110 kV i povećana sigurnost napajanja električnom energijom.

TS 400/220/110 kV Konjsko
2006. godine, postrojenje 220 kV



Postrojenje 400 kV u TS Konjsko s jednim transformatorom 400/220 kV završeno je 1981. godine. Dana 2. listopada 1981. godine uključeni su pod naponom 400 kV dalekovodi Konjsko–Mostar i Konjsko–Melina. Zbog velike duljine dalekovoda, naročito dalekovoda Konjsko–Melina (281 km) i generiranja velike količine jalove snage (naročito prilikom uključanja u praznom hodu) koja se nije mogla kompenzirati postojećim elektranama, naponi u 400 kV mreži su bili izrazito iznad tehnički dozvoljenih. Dana 7. listopada 1981. došlo je i do prorade zaštite od unutarnjeg kvara na autotransformatoru 400/220 kV, zbog čega su dalekovodi Konjsko–Mostar i Konjsko–Melina ponovno priključeni na napon 220 kV.

Radi sigurnijeg i pouzdanijeg napajanja biogradskog područja električnom energijom, 1981. godine izgrađena je TS110/35 Biograd koja je priključena (ulaz/izlaz) na dalekovod 110 kV Bilice–Zadar 1. Također, iste godine izgrađena je prva etapa TS 110/35 kV Imotski koja je T-spojem priključena na međurepublički vod Kraljevac–Grude (BiH), čime je veliko imotsko područje dobilo sigurnije napajanje električnom energijom. Na otoku Pagu izgrađen je iste godine dalekovod Pag–Novalja kao dio buduće otočne petlje preko sjevernodalmatinskih otoka koji je stavljen pod napon 10 kV.



**TS 400/220/110 kV
Konjsko, pneumatski
prekidači 400 kV, prije
zamjene iz 2006. godine**

Godine 1981. u pogon je puštena HE Golubić snage $2 \times 3,42$ MW, koja je priključena preko 35 kV na TS Knin i druga etapa HE Zakućac 2×135 MW. U to vrijeme, izvedena je velika rekonstrukcija DV 110 kV Kraljevac–Imotski (izgrađenog 1952. godine) zamjenom dotrajalih betonskih stupova novim čelično-rešetkastim stupovima.

Zbog sigurnijeg rada CS Buško Blato i sigurnog plasmata energije iz HE Peruća, 1982. godine završen je dalekovod 110 kV Kraljevac–CS Buško Blato. Preko otoka Korčule je iste godine izgrađen DV 110 kV koji je bio u pogonu pod naponom 35 kV do izgradnje TS Blato n/K.

Nakon popravka autotransformatora 400/220 kV u TS Konjsko, dana 25. veljače 1983. godine ponovno je pušteno u pogon 400 kV postrojenje uključanjem tog transformatora i ponovnim uključanjem dalekovoda Konjsko–Mostar pod naponom 400 kV.

Dana 7. veljače 1984. godine u TS Konjsko je uključen i drugi autotransformator 400/220 kV. Završetkom rasklopnog postrojenja 400/110 kV u RHE Obrovac (Velebit), napravljen je uvod (ulaz/izlaz) na DV 400 kV Konjsko–Melina u RHE Obrovac, čime su se formirali

dalekovodi 400 kV Konjsko–Obrovac i Obrovac–Melina. Dana 9. svibnja 1984. godine u pogon je uključen dalekovod 400 kV Konjsko–Obrovac, a 18. svibnja 1984. godine i dalekovod Melina–Obrovac. Time je zatvorena južna magistrala 400 kV prstena “Nikola Tesla”. Reverzibilna hidroelektrana Obrovac snage 2×136 MW/ $2 \times (-120)$ MW u pogon je ušla 10. listopada 1984. godine i sa svoja tri pogonska načina rada omogućavala urednije održavanje naponskih prilika na južnoj magistrali 400 kV mreže, koji su često bili iznad tehnički dozvoljenih. Također je iste godine izgrađen i dvostruki dalekovod 2×110 kV Konjsko–Kaštela, čime je kaštelanski bazen dobio sigurnije napajanje električnom energijom.

U daljnjem razvoju prijenosne mreže 110 kV, 1984. godine izgrađena je TS 110/35 kV Sinj, koja je priključena uvodom (ulaz/izlaz) na dalekovod Peruća–Meterize. Time je veliko sinjsko područje dobilo sigurnije napajanje električnom energijom. Iste godine izgrađen je i dalekovod 110 kV Zadar–Nin, koji je stavljen pod napon 35 kV do izgradnje TS Nin.

Godine 1985. izgrađena je TS 110/35 kV Trogir, s raspletom dalekovoda 110 kV prema Kaštelima i Bilicama, čime je trogirsko područje dobilo sigurno napajanje električnom energijom.

TS 110/35 kV Trogir
2006. godine



Iste godine (1985) izgrađena je TS 110/35 kV Knin koja je spojena radijalno dalekovodom 110 kV Bilice, čime je kninsko-drniško područje dobilo sigurnije napajanje električnom energijom.

Takoder u 1985. godini završeno je postrojenje 110 kV u Vrboranu, načinjen je rasplet dalekovoda 110 kV, na način da je TS Vrboran povezana dvostrukim dalekovodima prema transformatorskim stanicama Konjsko, Meterize i Sućidar. Stari dalekovodi 110 kV na betonskim stupovima Kraljevac–Meterize 1 i Zakućac–Meterize 2 napuštaju se i demontiraju.

Puštanjem u pogon TS Konjsko i južne magistrale 400 kV prstena “Nikola Tesla” na kojoj je priključena RHE Obrovac, prijenosna mreža na području Dalmacije postala je pogonski sigurnija za opskrbu svih potrošača na području Dalmacije, omogućila je sigurnu evakuaciju električne energije iz hidroelektrana u Dalmaciji, kao i veliku razmjenu i tranzite električne energije među republikama bivše Jugoslavije.

Isto tako, razvoj prijenosne mreže udovoljavao je ekonomskim kriterijima, tako da su se nova ulaganja mogla opravdati koristima koje proizlaze iz učinkovitog upravljanja elektroenergetskim sustavom, a odnose se na smanjenje gubitaka u prijenosu, otklanjanje prepreka koje mogu povećati ukupne troškove isporuke električne energije, učinkovito povezivanje novih hidroelektrana u sustav, koristima koje proizlaze iz sigurnijeg rada, kvalitetnije naponske prilike, uz smanjenje količine neisporučene električne energije potrošačima i smanjenje gubitaka u prijenosnoj mreži. Pri izboru rješenja u dogradnji i razvoju prijenosne mreže, vodilo se računa o ekološkim kriterijima, tako da se prilikom izrade razvojnih planova pokušao što više smanjiti ukupan utjecaj na okoliš.



Intervencija na dalekovodnom stupu

Istodobno s izgradnjom prijenosne mreže razvijalo se i daljinsko upravljanje. Prvi počeci bilježe se još pedesetih godina uvođenjem daljinskog upravljanja RS Lozovac iz TS Bilice (prvo daljinsko upravljanje u bivšoj državi), da bi se šezdesetih godina nastavilo uvođenjem daljinskog upravljanja TS Kaštela i TS Sućidar iz TS Meterize. Razvojem prijenosne mreže u sklopu sve većeg elektroenergetskog sustava Dalmacije sigurno i ekonomično upravljanje i eksploatacija postaju mogući jedino daljinskim vođenjem uz pomoć računalnih sustava. Tako se 1981. godine u TS Bilice u pogon pušta i suvremeni centar daljinskog upravljanja transformatorskim stanicama Obrovac, Biograd, Knin i RS Lozovac, a kasnije će se na taj sustav uključivati i druge transformatorske stanice koje se budu stavljaše u pogon na zadarsko-šibenskom području. Uz dogradnju TS Vrboran, 1985. godine gradi se i u pogon pušta centar daljinskog upravljanja iz kojeg se postepeno uključuju i upravljaju trafostanice na splitsko-dubrovačkom području. Oba CDU (Bilice i Vrboran) su sustavom telekomunikacijskih veza spojeni s postrojenjima i s republičkim i regionalnim centrom upravljanja elektroenergetskog sustava, čime je ostvaren jedinstveni tehnički sustav upravljanja na razini Hrvatske.

Razdoblje od 1986. do 1990. godine

I u ovom razdoblju nastavila se dinamična izgradnja prijenosne mreže na području Dalmacije. Radi sigurnog plasmana električne energije iz najveće hrvatske elektrane HE Zakućac snage 486 MW, godine 1986. izgrađen je DV 2×110 kV Zakućac–Meterize, pa se napuštaju i demontiraju dalekovodi na betonskim stupovima Kraljevac–Meterize¹ i Zakućac–Meterize. Poboljšanju sigurnog napajanja električnom energijom zadarskog područja uvelike je pridonijela izgradnja “teškog” dalekovoda 110 kV TS Obrovac–RHE Obrovac 1986. godine, koji je preko transformacije 400/110 kV, 300 MVA, spojen na 400 kV mrežu. Na području grada Splita, iste godine položen je prvi podzemni kabel od umreženog polietilena 2×110 kV Pujanke–Sućidar, izgrađena je kabelska stanica Pujanke, a dio nadzemnog dalekovoda koji je prolazio gradskim područjem od Pujanki do Sućidra demontiran je.

U sklopu izgradnje “Otočne veze” preko sjevernodalmatinskih otoka, 1987. godine izgrađen je dalekovod Gorica–Pag, stavljen pod napon 35 kV, a ranije izgrađeni vod Pag–Novalja prešao je s napona 10 kV na pogon pod naponom 35 kV, čime je područje Paga i Novalje dobilo sigurnije napajanje električnom energijom.

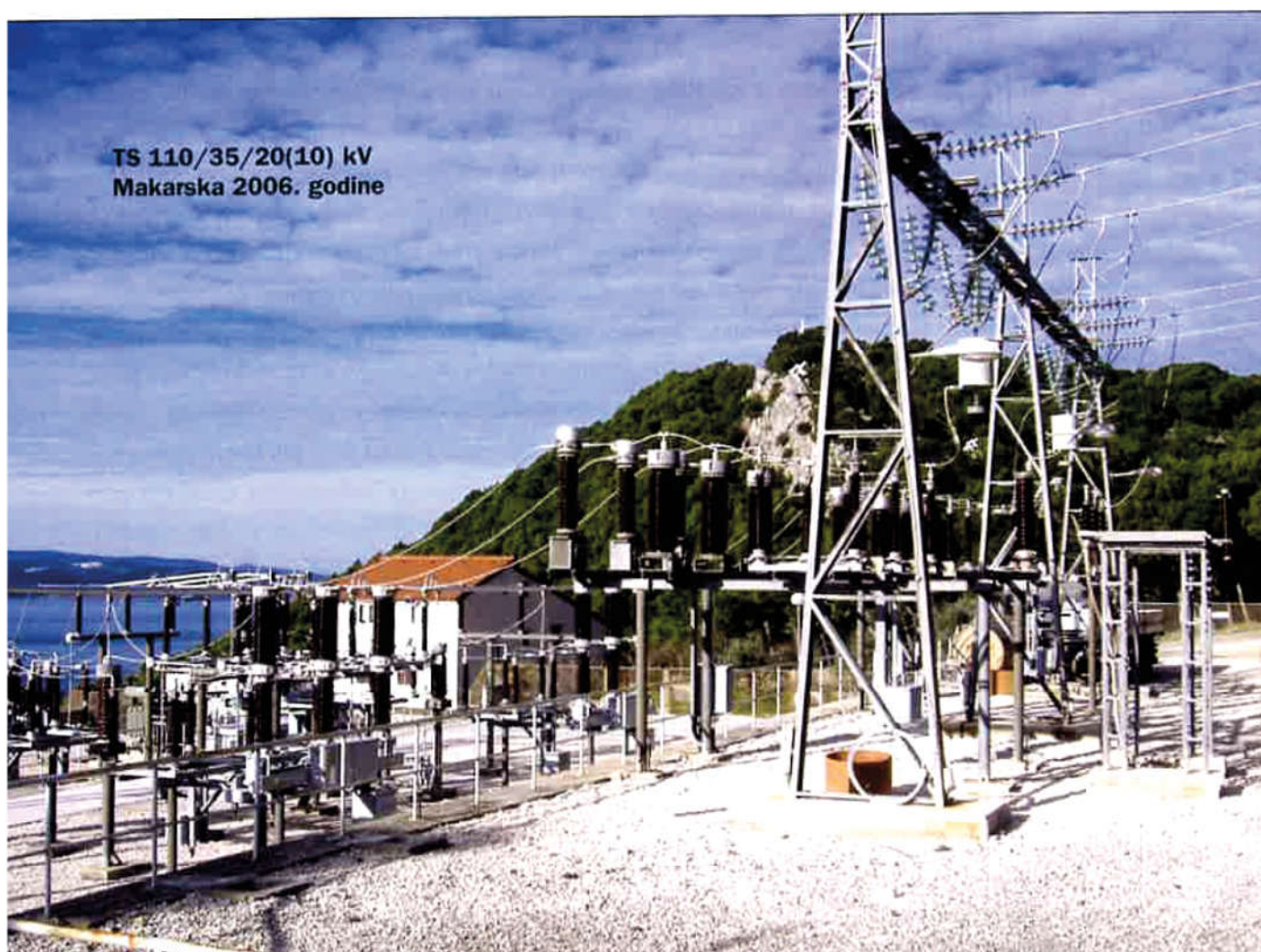
U sklopu elektrifikacije željezničke pruge Knin–Bihać, 1987. godine izgrađeni su dvostruki dalekovodi 110 kV Knin–EVP Knin i dalekovod Knin–EVP Strmica.

Također iste godine izrađena je dionica dalekovoda 110 kV Orebić–Ston i time je stvoren preduvjet za zatvaranje petlje 110 kV preko srednjodalmatinskih otoka.

Zbog porasta potrošnje električne energije i radi sigurnijeg napajanja potrošača, 1988. godine izgrađena je TS 110/20(10) kV Benkovac, prve tipske transformatorske stanice u Dalmaciji, koja je uključena preko uvida (ulaz/izlaz) na dalekovod 110 kV Bilice–Obrovac. Također 1988. godine, otoci Brač i Hvar i Korčula dobili su vrlo sigurno napajanje električnom energijom jer su izgrađene TS 110/35 kV Nerežišća i TS 110/35 kV Blato n/K. Isto tako, zatvorena je južna petlja 110 kV: TS Dugi Rat–Nerežišća–Stari Grad–Blato n/K–Ston.

Na hidroenergetskom sustavu Cetine, 1988. godine izgrađena je HE Đale $2 \times 20,8$ MW koja je na prijenosnu mrežu spojena dalekovodom 110 kV Konjsko–Đale, radijalno. Budući da je riječ o protočnoj elektrani, takvo rješenje nije se pokazalo dobrim u pogonu zbog održavanja dalekovoda i same elektrane.

Godine 1988. izgrađeni su još dalekovodi 110 kV EVP Strmica–B. Grahovo (BiH) i HE Miljacka–Knin koji radi pod naponom 35 kV.



Velik porast potrošnje električne energije, naročito u ljetnom razdoblju zbog razvoja turizma, uvjetovali su izgradnju 1989. godine TS Makarska kao tipske transformatorske stanice, s transformacijama 110/35 kV i 110/20(10) kV te međutransformatorom. Ona je odmah uključena u SDV iz CDU Vrboran. TS Makarska je spojena na prijenosnu mrežu iste godine na izgrađeni dalekovod 110 kV Makarska–Ploče–Opuzen.

TS Trogir je iste godine dobila sigurniji priključak na mrežu 110 kV izgradnjom dalekovoda 2×110 kV prema TS Kaštela, zbog čega su demontirani dalekovodi na betonskim stupovima Trogir–Kaštela i Meterize–Kaštela.

Godine 1990. puštena je u pogon kao tipska TS Nin, s transformacijama 110/35 kV i 110/20(10) kV s međutransformatorom. Postrojenje 110 kV uvedeno je odmah u sustav daljinskog vođenja iz CDU Bilice, a SN-postrojenja su uvedena 2000. godine u sustav upravljanja iz DC Elektra Zadar. TS Nin je na početku priključena na iste godine izgrađen dalekovod 110 kV Nin–Obrovac.

Godine 1990. izgrađen je dalekovod 2×110 kV Zakućac–Kraljevac, tako da su napušteni i demontirani dalekovodi na betonskim stupovima Kraljevac–Meterize i Kraljevac–Zakućac. Iste godine izgrađen je i dalekovod 110 kV Bilice–Vodice koji je od tada pod naponom 30 kV.

Iz pregleda izgrađenih objekata u razdoblju od 1975. do 1990. godine vide se efekti primjene tipiziranih i unificiranih objekata i opreme prijenosne mreže. Osim toga stečena su pozitivna iskustva i prednosti pri njihovu građenju, pogonu i održavanju. Pozitivni efekti vrlo su značajni i ogledaju se u jednostavnijoj i bržoj izradi investicijskih programa, jedinstvenijem i bržem projektiranju, manjoj površini platoa transformatorskih stanica zbog smanjene duljine i širine polja i racionalnije dispozicije, manjim zemljanim i građevinskim radovima objekata trafostanica zbog smanjenja broja portala, temelja nosača aparata, izgradnje uljne jame u sklopu temelja transformatora, manjih dimenzija komandno-pogonske zgrade i platoa, te izrade platoa s nagibom i kaskadama, bržem građenju objekata. Također, efekti racionalizacije u izgradnji prijenosne mreže ogledali su se u ubrzanju nabave opreme, kojoj je bilo moguće pristupiti odmah nakon definiranja jednogpolne sheme trafostanica, odnosno utvrđivanja trasa dalekovoda, kao i nabavi čelične konstrukcije, užadi za fazne i zaštitne vodiče te spojnog i ovjesnog materijala za više objekata, mogućnosti korištenja naručene i nabavljene opreme u slučajevima rebalansa plana izgradnje objekata, jeftinijoj nabavi opreme jer su isporučitelji bili na vrijeme upoznati s potrebama pa su mogli izvršiti pripreme, većim strujnim opterećenjima cijevnih sabirnica, jednostavnijem uvođenju daljinske komande i lokalne automatike, lakšoj i jednostavnijoj etapnoj izgradnji

objekta, kraćem ispitivanju i puštanju objekta u pogon, bržoj i lakšoj obuci kadrova za održavanje, jednostavnijem održavanju i zamjeni opreme, te efikasnijim intervencijama pri otklanjanju kvarova i havarija, manjim zalihama rezervnih dijelova i opreme, racionalnijeg i jednostavnijeg oblika tehničke dokumentacije, uvođenje industrijske izgradnje građevinskih objekta, iznalaženje optimalnih rješenja utvrđivanja mjesta i broja stabilnih uzemljivača za uzemljenje i kratko spajanje 400 kV opreme i sabirnica, daljnje suradnje s proizvođačima na iznalaženju tehničko-ekonomskih rješenja metalom oklopljenim postrojenjima izoliranih sumpornim heksafluoridom a kod gradnje budućih objekata.

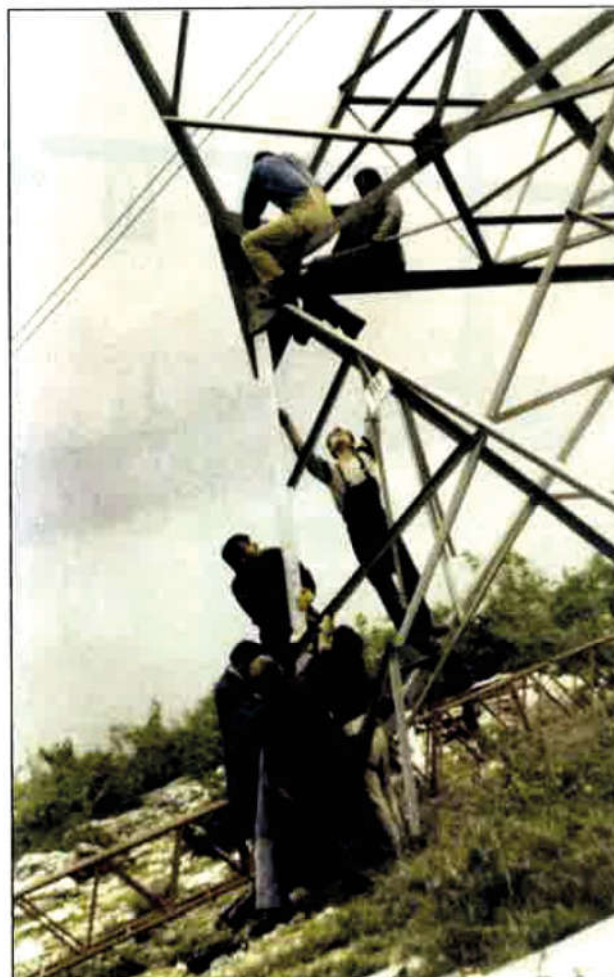
Prijenosna mreža u Dalmaciji u Domovinskom ratu 1991. do 1995. godine

Prve prikrivene diverzije na prienosnu mrežu na području tzv. Krajine počele su u jesen 1990. godine, točnije 22. 11. 1990. godine, kada je minirana jedna noga stupa 400 kV dalekovoda Konjsko–Obrovac.

Do početka ratnih operacija u ljeto 1991. godine, područje sjeverne Dalmacije je više od 50 puta ostajalo bez električne energije. U tijeku samih ratnih operacija u jesen 1991. godine električna postrojenja su znatno stradala, što se posebno odnosi na dalekovode 110 kV kojima se gradovi Zadar i Biograd napajaju električnom energijom.

Od svibnja do kolovoza 1991. godine izvršeno je ukupno 14 rušenja dalekovodnih stupova koje su popravljali radnici *Prijenosnog područja Split* i *Dalekovoda Zagreb*. Prekinute su veze, nadzor, upravljanje i održavanje s TS Benkovac, TS Obrovac i TS Knin.

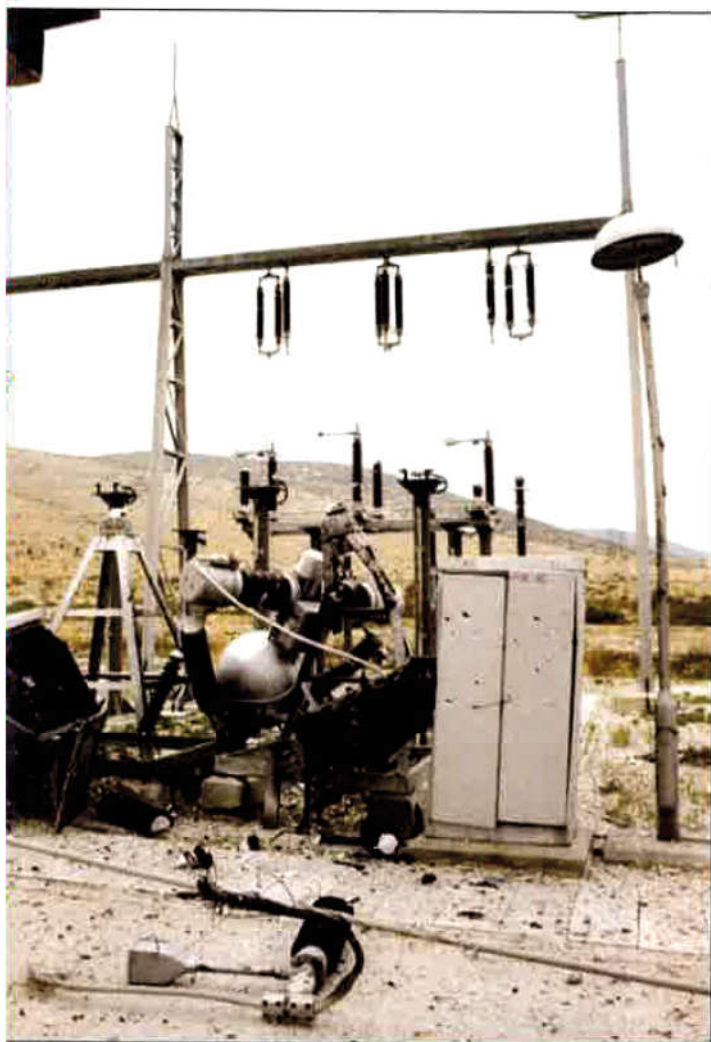
Tijekom kolovoza 1991. godine oštećeni su i stavljani izvan pogona dalekovodi 220 kV



Popravak stupa oštećenog u ratu 1991. godine

Konjsko–Brinje i 400 kV dalekovodi Konjsko–Obrovac i Obrovac–Melina, tako da je prijenosna mreža na području Dalmacije u potpunosti odvojena od prijenosne mreže sjeverozapadne Hrvatske i ostala je raditi povezana s prijenosnom mrežom BiH u tzv. “Istočnom bloku”.

Na okupiranom području Dalmacije od transformatorskih stanica Knin, Benkovac, Obrovac i Gračac, te elektrana u RHE i HE Miljacke i HE Golubić, prespajanjem dalekovoda 110 kV, 220 kV i 400 kV uspostavljen je samostalni elektroenergetski sustav na naponu 110 kV, koji se povezao vezom 110 kV Gračac–Donji Lapac–B. Petrovac na sustav susjedne BiH.



TS 400/220/110 kV Konjsko nakon avionskog raketiranja 1991. godine

U tijeku rata, Zadar i zadarsko područje bili su bez električne energije ukupno više od 200 dana, od čega neprekidno oko dva mjeseca. Nakon što je dijelom oštećen dalekovod iz pravca Bilica s kojim se Zadar napajao električnom energijom (drugi dobavni pravac išao je preko zauzetog i okupiranog područja) i spoznaje da se pregovorima s predstavnicima jugo-vojske ti vodovi neće moći popraviti i staviti u funkciju, gotovo u bezizlaznoj situaciji, došlo se na ideju da se tzv. “talijanski” 30 kV vod na dijelu od Zadra do Vrane rekonstruira i osposobi za napon 110 kV (dio voda 110 kV od Bilica do Vrane bio je u listopadu 1991. godine pod kontrolom naše vojske). Odmah se prišlo tehničkoj razradi i radovima na samom terenu, rekonstruiran je “talijanski” 30 kV vod i izgrađeno 11 km novog voda 110 kV Marina–Dobra na čelično-rešetkastim stupovima za 20 kV, tako da je cjelokupno zadarsko područje, uključivši Biograd i otok Pag dana 13. siječnja 1992. g odine, nakon dva mje-

seca mraka, preko tog dalekovoda dobilo električnu energiju.

Međutim, diverzije i rušenje tog dalekovoda se dalje nastavljaju pa je cijelo zadarsko područje bilo u mraku punih 30 dana u svibnju 1992. godine. Radnici *Dalekovoda* iz Zagreba, *Prijenosnog područja Split* iz Splita i *Šibenika* i *Elektre Zadar* izgradili su stoga u rekordnom roku (10 dana) premoštenje novog provizornog nadzemnog voda 110 kV, duljine 11,5 km sa sidrenim tipskim stupovima dalekovoda 20 kV.

Dana 20. rujna 1991. uslijedio je zračni napad na TS Konjsko. Na samo postrojenje i uklopnici bačene su 64 avionske bombe, zbog čega su nastala velika oštećenja u postrojenjima svih naponskih razina i na uklopnici, tako da je trafostanica ostala bez napona. Na sreću nisu teže oštećeni transformatori. Kako je TS Konjsko ključna za prijenosnu mrežu na području Dalmacije, 21. rujna otpočela je sanacija TS Konjsko.

Druga ključna transformatorska stanica na području Dalmacije, TS Bilice, topnički je napadnuta 21. rujna, a topnički napadi su se ponovili i 22. 11., 16. 12. i 25. 12. 1991. godine. Preventivnim zahvatima u TS Bilice spriječene su i ograničene posljedice očekivanih ratnih djelovanja po toj trafostanici.

Velika ratna razaranja tijekom jeseni 1991. godine događala su se na dubrovačkom području. Okupacija dubrovačkog područja u jesen 1991. godine, od Zamasline do Prevlake, ostavila je dubrovačko područje bez napajanja električnom energijom, budući



TS 220/110/30 kV Bilice nakon topničkog napada 1991. godine

je dalekovod 110 kV Ston–Komolac oštećen, a dalekovod 110 kV Komolac–Trebinje isključen u Trebinju. Dana 1. listopada topnički je napadnuta TS Komolac u potpunosti je uništeno postrojenje 110 kV, tako da je dubrovačko područje ostalo bez napajanja električnom energijom. Također je oštećeno i rasklopno postrojenje HE Dubrovnik. Dana 17. 12. 1991. godine 30 radnika *Prijenosnog područja Split* i 16 radnika *Elektrodalmacije* krenulo je do TS Komolac i načinilo provizorij 35 kV, koji su spojili na dalekovod 110 kV Trebinje pod naponom 35 kV, tako da je grad Dubrovnik dobio električnu energiju na Badnji dan 1991. godine, nakon 85 dana života bez električne energije.

Na sudbinu napajanja dubrovačkog područja električnom energijom uvelike su utjecala ratna zbivanja u susjednoj BiH, koju je isti neprijatelj napao početkom travnja 1992. godine. Pri tome napadu su po istom scenariju odmah uništavana elektroenergetska postrojenja, prije svega prijenosna. Odmah je uništena TS 400/220/110 kV Čule na koju su bili povezani dalekovodi iz Dalmacije, točnije iz Konjskog i Zakučca. Polovinom lipnja 1992. godine, uspostavljene su nove dalekovodne veze između Dalmacije i BiH, prespajanjem kod TS Čule (Mostar 4) sa zdravim dalekovodima 220 kV u BiH. To su bili dalekovodi pod naponom 220 kV Konjsko–PHE Čapljina i Zakućac–Jablanica. Tijekom rata u BiH često je vršena rekonfiguracija mreže pri naponu 220 kV, ovisno o ratnim uvjetima i pogonskoj ispravnosti mreže. Formiran je mali otočni elektroenergetski sustav koji je činila prijenosna mreža na području Dalmacije i susjedne BiH, čiju “kičmu” činila je mreža 220 kV od Konjskog i Zakučca do Mostara, a zatim mreža 220 kV Mostar–Jablanica–Kakanj–Tuzla. Taj mali elektroenergetski sustav činio je jednu cjelinu za sve vrijeme rata, a karakterizirale su ga vlastita vrlo promjenjiva frekvencija i veliki broj poremećaja. Za ilustraciju, samo na području Dalmacije za vrijeme rata došlo je do 42 raspada sustava i oko 800 velikih poremećaja na rubu raspada.

Mjesto Slano oslobođeno je 22. svibnja 1992. godine. Zbog toga je istog dana prekinuto napajanje električnom energijom iz Trebinja i dubrovačko područje ponovno se našlo u mraku. Polovinom lipnja 1992. godine je započet popravak dalekovoda 110 kV Ston–Komolac koji je nakon mjesec dana stavljen pod napon 35 kV, čime je jedan dio dubrovačkog područja i grad Dubrovnik, nakon 50 dana neprekidno, dobio sigurnije napajanje električnom energijom iz Stona. Odmah se pristupilo obnovi, sanaciji i rekonstrukciji postrojenja 110 kV u TS Komolac, tako da je već polovinom listopada 1992. pušten u pogon jedan transformator 110/35 kV, snage 31,5 MVA, te dalekovod 110 kV Ston–Komolac vraćen pod napon 110 kV, čime je grad Dubrovnik dobio pouzdanije i sigurnije napajanje električnom energijom.



Mjesto Cavtat oslobođeno je 20. listopada 1992. godine, pa se pristupilo rekonstrukciji-obnovi TS Komolac. Ona je obuhvatila izgradnju potpuno novog postrojenja 110 kV.

U veljači 1993. godine neprijatelj je ošteti i onеспособio za pogon TS 110/35 kV Biograd. Spomenuti radnici su ponovno u kratkom roku, za samo osam dana, izgradili novu provizornu 110/10 kV transformatorsku stanicu "Kava" s pripadnim vodovima.

Vlada Republike Hrvatske i Uprava HEP-a donijele su odluku da se jedan agregat u HE Dubrovnik priključi na elektroenergetski sustav Hrvatske. Zbog toga je bilo potrebno jedan blok transformatora prilagoditi premotavanjem namota na napon 110 kV, izgraditi novi dalekovod 2×110 kV Komolac–Plat duljine 13 km, načiniti novo rasklopno postrojenje 110 kV HE Dubrovnik te ranije spomenutu obnovu TS Komolac. Dana 2. srpnja 1993. godine u pogon je puštena rekonstruirana TS Komolac, a agregat 1 HE Dubrovnik je priključen na elektroenergetski sustav Hrvatske, otočni sustav Dalmacije. Time je dubrovačko područje dobilo pouzdanije napajanje električnom energijom.

Ratna godina 1993. započela je tzv. "akcijom Maslenica", gdje su oslobođena velika područja u zadarskom zaleđu i osigurana prometna veza Dalmacije s ostalim dijelom

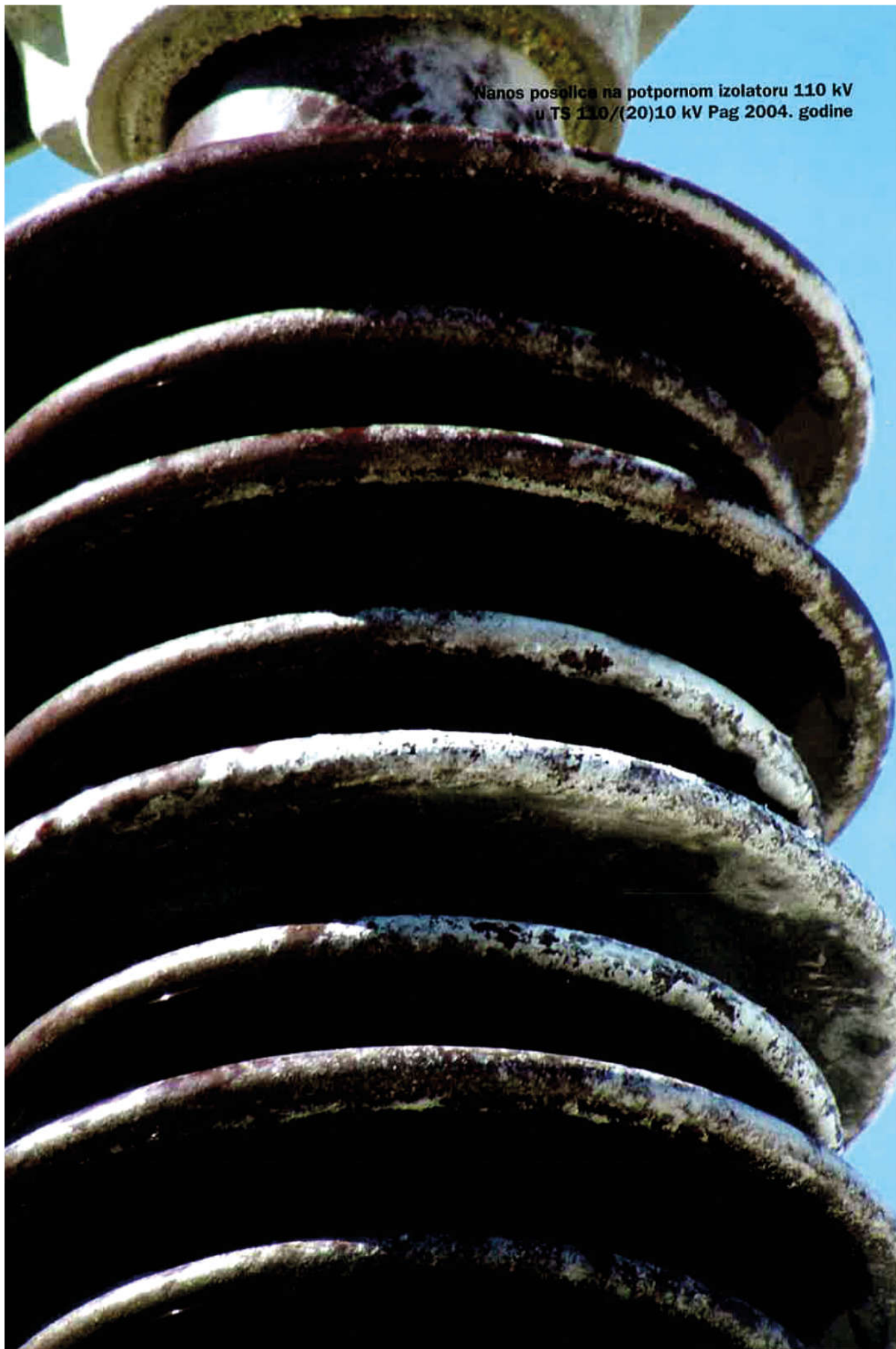
Hrvatske. U sklopu te akcije, oslobođena je HE Peruća i glavna akumulacija elektroenergetskog sustava Dalmacije čiju je branu okupator minirao, bježeći pred Hrvatskom vojskom. Tijekom proljeća i ljeta 1993. godine bilo je sušno razdoblje, s malim dotocima vode za hidroelektrane, a akumulacija Peruća bila je ispražnjena, zbog razaranja brane. Došlo je do naglog pogoršanja elektroenergetskih prilika u Dalmaciji, što je posebno tijekom ljetnih mjeseci rezultiralo velikim ograničenjima u potrošnji električne energije, budući su raspoložive količine električne energije iz hidroelektrana bile znatno manje od potreba.

Zbog povezivanja prijenosne mreže Dalmacije s ostalim dijelom Hrvatske ubrzani su već ranije prihvaćeni planovi u HEP-u, a to je prije svega realizacija "Otočne veze" 110 kV, kako bi se zadarsko područje, a time i čitava Dalmacija, povezalo iz zapadnog pravca na elektroenergetski sustav sjeverne Hrvatske. Pri tome je valjalo izgraditi 49 kilometara nadzemnih dalekovoda (izgrađen dalekovod Rab–Novalja i Zadar–Nin), rekonstruirati ranije izgrađene dalekovode 110 kV preko otoka Paga, položiti tri dionice podmorskih kabela u duljini 18 km, preko 4 km podzemnog kabela kroz grad Zadar, izgraditi TS 110/35/10 kV Novalja, dograditi TS Nin i TS Zadar, izgraditi šest kabelskih kućica, urediti priobalnu zaštitu kabela, te još mnogo manjih zahvata koji su bili neophodni da svi ovi objekti uđu u pogon. Tako opsežan i tehnički zahtjevan program gradio se 11 mjeseci, od ugovaranja radova na proširenju TS Zadar i TS Nin – kolovoz 1993. godine, do planiranog ulaska u pogon – srpanj 1994. godine. Dovršen u predviđenom roku, objekte u programu "Otočne veze" 110 kV svečano je pustio u pogon Predsjednik Republike Hrvatske dr. Franjo Tuđman 26. srpnja 1994. godine.

Godina 1995. bila je karakteristična po daljnjim ograničenjima u potrošnji električne energije u Dalmaciji i veličanstvenoj akciji Hrvatske vojske "Oluja", kojom je u početku kolovoza oslobođeno područje sjeverne Dalmacije i Like. Radnici HEP-a već su 7. kolovoza 1995. godine ušli u elektroenergetska postrojenja koja su prethodno bila okupirana, u TS Benkovac, TS Knin i TS Obrovac, a također i elektrane RHE Velebit, HE Miljacka i HE Golubić.

Kraj ljeta i jesen 1995. godine protekli su u povezivanju tih elektroenergetskih objekata u elektroenergetski sustav Hrvatske, pri čemu je trebalo najviše popraviti oštećene dalekovode. Pri tome kao najznačajniji događaj treba spomenuti uključenje dalekovoda 400 kV Konjsko–RHE Velebit–Melina koje je bilo 14. prosinca 1995. godine. Elektroenergetski sustav Dalmacije i dijela susjedne BiH ponovo spojio s elektroenergetskim sustavom sjeverne Hrvatske te europskom mrežom UCTE. To je ujedno bio i kraj svim teškoćama u pouzdanoj opskrbi potrošača električne energije u Dalmaciji.

Nanos posolice na potpornom izolatoru 110 kV
u TS 110/(20)10 kV Pag 2004. godine



DV 2×110 kV HE Kraljevac-TS Kraljevac
2006. godine





Radnici *Prijenosnog područja Split* pružili su u tijeku Domovinskog rata primjere izvanredne hrabrosti, požrtvovanosti i izdržljivosti, popravljajući dalekovode i transformatorske stanice bilo tijekom neposrednih ratnih djelovanja, bilo noću, u neposrednoj blizini neprijateljskih položaja, izlažući se opasnostima i pogibelji. I zato smo ponosni. I zahvalni. Zahvalni svim radnicima koji su održavali i održali u pogonu elektroprijenosnu mrežu i sustav u vrijeme Domovinskog rata, što je bio preduvjet održanja cjelokupnog života u Dalmaciji. Nažalost, pojedini radnici iz tog veličanstvenog i ponosnog razdoblja nisu više među nama.

Razdoblje od 1996. do 2006. godine

Prve poslijeratne godine za prijenosnu mrežu na području Dalmacije protekle su u sanaciji i obnovi u ratu oštećenih objekata, te eliminiranju provizornih rješenja u transformatorskim stanicama i na dalekovodima.

Nije se zaboravilo na ranije započete razvojne planove. Tako je 1996. godine izgrađena i puštena u pogon TS 110/20(10) kV Zadar Centar koja predstavlja nastavak programa "Otočne veze" 110 kV. Ta transformatorska stanica spojena je na dalekovodnu vezu Nin–Bili Brig–Zadar. Električno postrojenje u TS Zadar Centar je najsuvremenije metalom oklopljeno postrojenje izolirano plinom SF₆, a zgrada se arhitektonski uklapa u mikrolokaciju šireg središta grada. Za područje grada Zadra ta trafostanica predstavlja rješenje problema sigurne opskrbe električnom energijom u narednom razdoblju.

Radovi na "Otočnoj vezi" 110 kV nastavili su se i 1997. godine kada je završena TS 110/20(10) Pag, koja je priključena na dalekovod Nin–Novalja. Iste godine puštena je u pogon i dalekovodna veza 110 kV Novalja–Karlobag, čime otok Pag dobiva još jedan dobavni pravac električne energije iz Like. Međutim, zbog nepovoljnih hidrometeoroloških uvjeta, jake bure i posolice, narednih godina se pokazalo da ni tri dobavna pravca nisu dovoljna za sigurnu opskrbu otoka Paga električnom energijom. Poslije svake bure i posolice treba oprati u beznaponskom stanju postrojenja u Ninu, Pagu i Novalji, a ponekad treba prati izolator po izolator na pojedinim dalekovodu koji idu preko otoka Paga.

Obnovom i puštanjem u pogon dalekovoda 400 kV Melina–Velebit–Konjsko, 1995. godine i dalekovoda 220 kV Brinje–Konjsko 1997. godine, Dalmacija i južni dio Hrvatske ponovo su spojeni na temeljnu veleprijenosnu mrežu, čime je znatno povećana sigurnost sustava te je omogućen plasman proizvodnje elektrana s tog područja u elektroenergetski sustav.

Godine 2000. na otoku Braču je izgrađen dalekovod Lozna Mala–Nerežišća, položen podmorski kabel 110 kV Dugi Rat–Lozna Mala, izgrađena kabelska stanica Lozna Mala i cijela dionica puštena u pogon, čime je otok Brač dobio dvostruku vezu 110 kV s kopnom, a time sigurniju opskrbu električnom energijom kao i ostali srednjodalmatinski otoci.

Jedan od značajnijih događaja u povijesti prijenosne mreže u promatranom razdoblju bio je 4. kolovoza 2004. godine, kada je dalekovod 400 kV Konjsko–Mostar, nakon obnove u ratu porušene TS Mostar 4 (TS Čule) ponovo prebačen s 220 kV na pogonski napon 400 kV. Uz obnovu mreže 400 kV u susjednoj BiH to je bio preduvjet za povezivanje I. i II. sinkrone UCTE-zone. Svečano povezivanje sinkronih zona bilo je 9. studenog 2004. godine.

Tijekom 2005. godine, zbog sigurne evakuacije električne energije i dotrajalosti betonskih stupova, zamijenjen je dalekovod HE Kraljevac–TS Kraljevac novim na čelično-cijevnim stupovima.

Više od dvadeset godina, zbog nedovoljne sigurnosti napajanja električnom energijom na području grada Splita, u razvojnim sagledavanjima prijenosne mreže spominje se "Program Split". Nakon dugogodišnjih priprema i poteškoća koje su pratile početak realizacije tog projekta, 2005. godine u pogon je puštena TS 110/20(10) kV Dobri koja je preuzela napajanje središnjeg dijela grada Splita električnom energijom rasterativši pri tome opterećenje TS Sućidar. Ta transformatorska stanica je spojena s podzemnim kabelom 110 kV s TS Sućidar s jedne strane i TS Kaštela s druge strane podzemno-podmorskim kabelom. Realizacijom te petlje TS Dobri i TS Sućidar dobile su dvostrano napajanje električnom energijom. U sklopu tog programa još je izgrađena dvostruka kabelska veza Vrboran–Visoka i Vrboran–Pujanke. Prespajanjem u kabelskoj stanici Pujanke novih i starih kabela 110 kV, dobila se dvostruka kabelska veza Vrboran–Sućidar. Realizacijom tog programa tijekom 2006. godine uklonjen je nadzemni vod 2 × 110 kV Vrboran–Pujanke zajedno s odcjepom prema TS Visoka, koji su prolazili gradskim urbanim područjem. Završetkom tog programa cijelo splitsko područje dobilo je sigurnije napajanje električnom energijom.

Porast potrošnje električne energije i sve veća osjetljivost potrošača na prekidu u opskrbi električnom energijom bili su glavni razlozi za sustavnu obnovu i pojačanje instalirane transformacije u razdoblju od 2000. godine do danas, u kojem je zamjenom, premještanjem ili ugradnjom novih jedinica obuhvaćeno desetak transformatorskih stanica.



**Vjetroelektranski park Trtar-Krtolin kraj
Šibenika (14 agregata po 0,8 MW), priklju-
čen na postrojenje 30 kV u TS 220/110/30 kV
Bilice, 2006. godine**



Obnovom postrojenja 400 kV u TS Konjsko koja je završena 2006. godine, kompletirana je superponirana prijenosna mreža na području Dalmacije te povećana sigurnost pogona interkonekcije 400 kV, preko Mostara i Sarajeva u Bosni i Hercegovini do TS Ernestinovo, te spojene rekonekcijom I. i II. sinkrone zone UCTE, 2004. godine.

Na kraju ovog pregleda možemo reći da je u proteklom razdoblju od pet desetljeća razvoj prijenosne djelatnosti bio vrlo dinamičan i prilagođen potrebama elektrifikacije područja Dalmacije i povezivanja elektroenergetskih objekata u jedan elektroenergetski sustav Hrvatske, odnosno bivše Jugoslavije. Usporedno s intenzivnom gradnjom suvremeno koncipirane prijenosne mreže, skladno su razvijani organizacija rada i kadrovska osnova.

Prijenosno područje Zagreb

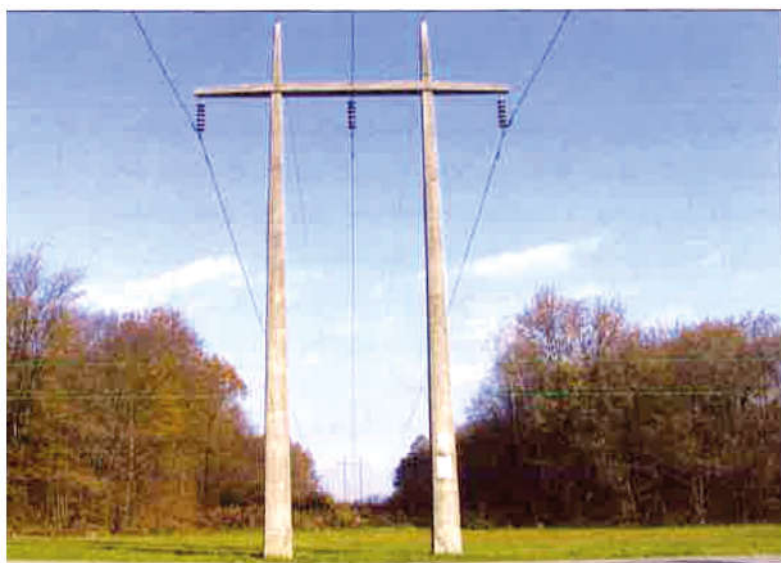
Područje sjeverozapadne Hrvatske do puštanja u pogon mreže 220 kV, 1956.–1962. godine

Snažan poslijeratni proces elektrifikacije, industrijalizacije i urbanizacije sjeverozapadne Hrvatske te izrazita područna neuravnoteženost lokalne proizvodnje i potražnje električne energije ubrzali su razvoj i izgradnju mreže 110 kV i pripadnih elektroenergetskih postrojenja (rasklopišta u elektranama i transformatorske stanice gornjeg napona 110 kV). Tadašnja potreba prijenosa sve veće količine energije na veće udaljenosti te nužnost povećanja sigurnosti napajanja industrijskih pogona, dokazali su opravdanost prijelaza na jedinstveni prijenosni napon 110 kV. Izbor jedinstvene prijenosne razine 110 kV je omogućio paralelni rad mreže 110 kV sjeverozapadne Hrvatske s mrežama 110 kV Slovenije te dijelova Bosne i Hercegovine. Prva pojava organizirane prijenosne djelatnosti tada je bilo formiranje *Pogona prienos* u *Elektrani-Zagreb*.

Zaključkom Upravnog odbora tadašnje *Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske* (ZEPH) od 29. rujna 1955. godine, dana 16. prosinca 1956. godine osnovano je prijenosno poduzeće *Elektroprenos-Zagreb*, radi potrebe organiziranog planiranja razvoja, izgradnje i pogona mreže 110 kV za područje istočne, središnje i zapadne Hrvatske. Poduzeće *Elektroprenos-Zagreb* nastalo je izdvajanjem prijenosne djelatnosti iz tadašnjih proizvodno-prijenosnih poduzeća (*HE "Nikola Tesla" Vinodol*, *Elektrane-Zagreb*, *Elektrane-Rijeka*) i područnih poduzeća za elektrifikaciju (*Elektroslavonija-Osijek*, *Elektra-Zagreb* i *Elektroprimorje-Rijeka*). Organizacija rada tadašnjeg *Elektroprenosa-Zagreb* temeljila se na radu službe održavanja i nadzora mreže i postrojenja u sklopu *Tehničkog odjela*. Služba održavanja i nadzora imala je tri područna pogona: *Pogon Zagreb*, *Pogon Slavonija* sa sjedištem u Slavonskom Brodu i *Pogon Istra* sa sjedištem u Matuljima. *Pogon Istra* obuhvaćao je Istru, Hrvatsko primorje i dio Gorskog kotara, a *Pogon Slavonija*, područje Slavonije i Baranje uključujući i područje Banove Jaruge (TS Međurić) i Virovitice. *Elektroprenos-Zagreb* poslovao je unutar ZEPH-a kao ekonomski i pravno samostalno poduzeće.



DV 110 kV Samobor–Rakitje
(sadašnji snimak), to je dionica
negdašnjeg dalekovoda 110 kV
na drvenim stupovima Zagreb–Bre-
stanica, izgrađenog 1943. godine
i korištenog od 1949. godine pod
naponom 110 kV



DV 110 kV Švarča–Rakitje
(sadašnji snimak), to je sadašnja
dionica negdašnjeg dalekovoda
110 kV na betonskim portalnim
stupovima Vinodol–Rakitje 1,
izgrađenog 1952. godine

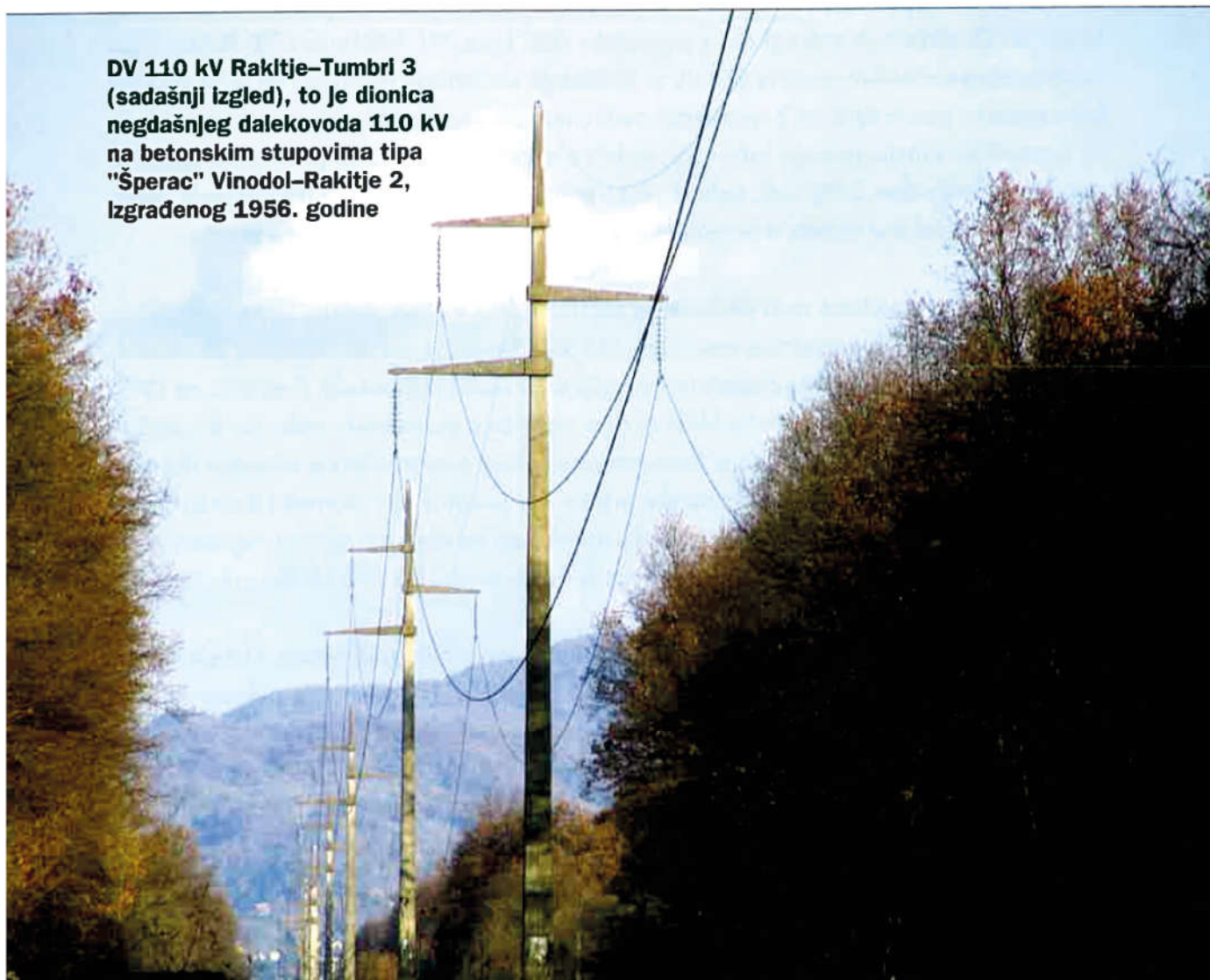


110/30 kV Rakitje (sadašnji
izgled), u pogonu od 1952. godine

Godine 1956. izgrađen je DV 110 kV HE Vinodol–Rakitje 2, na koji se planira priključiti i rasklopište 110 kV buduće HE Gojak i grad Karlovac. Dionica voda od buduće HE Gojak do Karlovca izgrađena je s dvije trojke na stupovima *Motor–Columbus*, koji se više ne pojavljuju u daljnjoj izgradnji mreže 110 kV. Dva agregata u HE Vinodol bila su priključena na jedan sabirnički sustav za potrebe napajanja konzuma grada Zagreba, a na drugom odvojenom sabirničkom sustavu bio je priključen treći agregat za napajanje zapadne Hrvatske (Istre i Primorja).

Elektroenergetske projekcije upućivale su na visoki porast potrošnje električne energije u sjeverozapadnoj Hrvatskoj te na nemogućnost izgradnje većih hidroelektrana i neopravdanost planiranja izgradnje termoelektrana na lokacijama zagorskih ugljenokopa. Prethodni razlozi te primjena razine 220 kV u većim prijenosnim mrežama doprinijeli su donošenju odluke da se DV 110 kV Resnik–Jajce 1 i 2 projektira za mogućnost prijelaza na razinu 220 kV, te da trasa voda omogući priključak buduće TE Sisak i TS Banja Luka. Izgradnja prve trojke DV 110 kV HE Jajce 1–Resnik 1 započela je 1956. godine.

**DV 110 kV Rakitje–Tumbri 3
(sadašnji izgled), to je dionica
negdašnjeg dalekovoda 110 kV
na betonskim stupovima tipa
"Šperac" Vinodol–Rakitje 2,
izgrađenog 1956. godine**



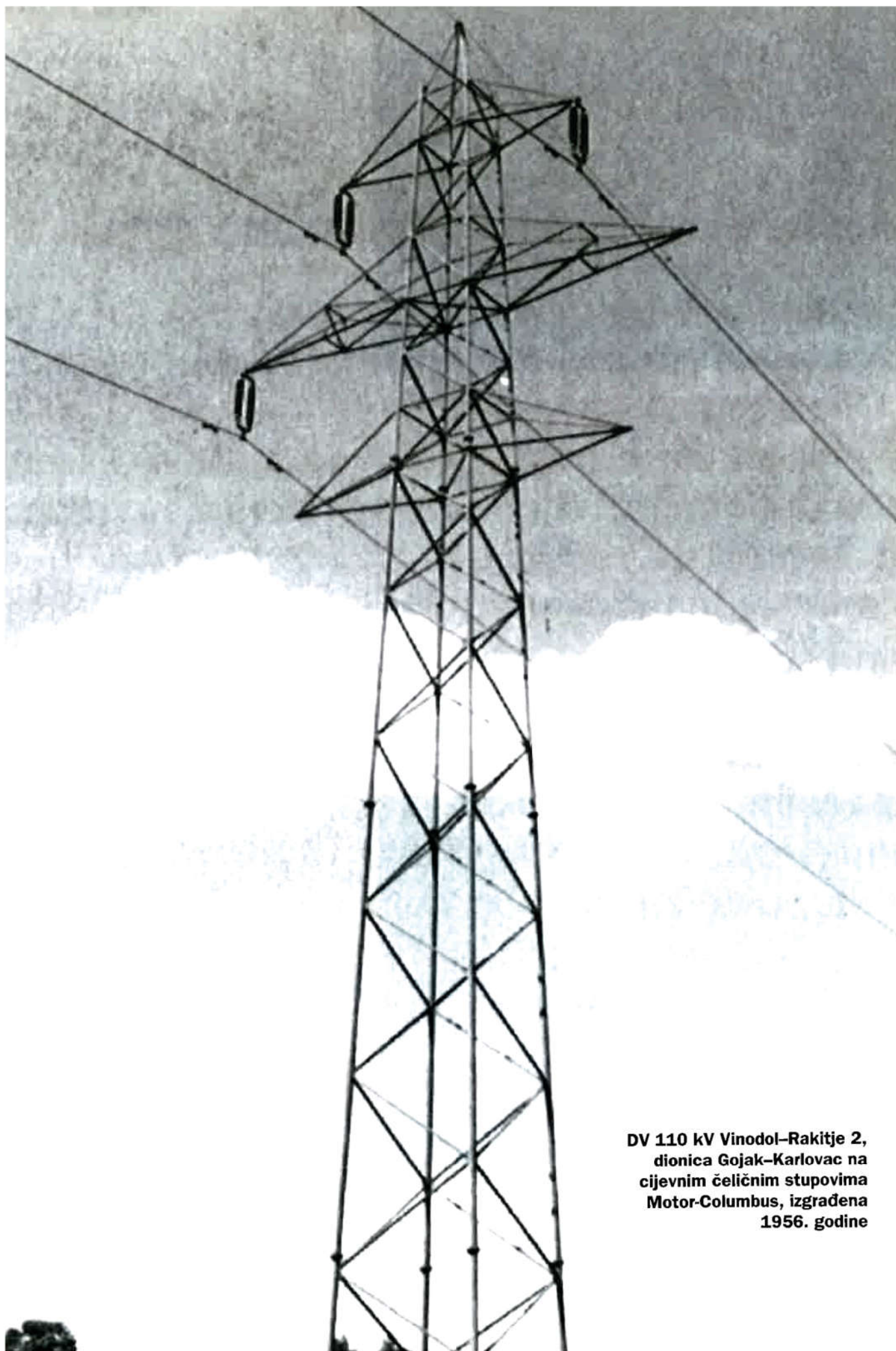
Krajem 1956. godine ušla je u pogon TS 110/30 kV Resnik kao provizorij s transformacijom od 10 MVA.

Premda je završetkom izgradnje DV 110 kV TE Jertovec–Resnik 1957. godine, izgrađen zagrebački prsten 110 kV, nije bilo moguće osigurati potpuno napajanje zagrebačkog konzuma sa zapadnog ili istočnog podsustava, uslijed energetske razloga i nedovršenosti druge trojke DV 110 kV Resnik–Jajce 2 na potezu Una–Resnik. U početku je provizorij 110 kV u TS Resnik bio spojen jednim vodom na TS Klara, a izgradnjom DV 110 kV TE Jertovec–Resnik provizorij 110 kV TS Resnik je preko rastavljača spojen na DV 110 Nedeljanec–Jertovec.

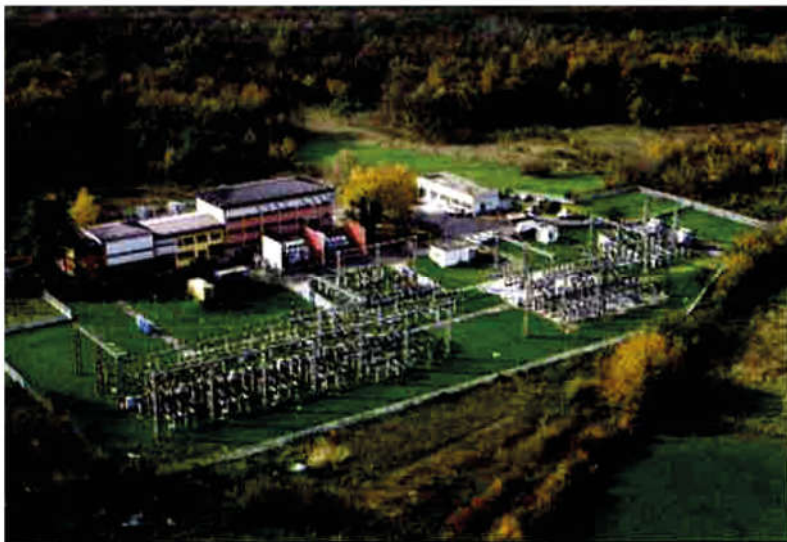
U siječnju 1957. završena je izgradnja DV 110 kV Jajce–Resnik 1, koji je uključen 29. siječnja 1957. za potrebe napajanja transformacije 110/30 kV u TS Resnik (10 MVA) i TS Klara (35 MVA). Na provizoriju postrojenja 110 kV u TS Resnik jedna trojka tog voda bila je spojena na vod 110 kV prema TS Klara, a druga trojka bila je spojena na vod prema TE Jertovec. U TS Resnik nije bio ugrađen prekidač na DV 110 kV HE Jajce 1 pa se vod isključivao u TS Nedeljanec ili u TS Rakitje. Dio zagrebačkog konzuma napajan je sa zapada (HE Vinodol, TE Jertovec), a drugi dio s jugoistoka (HE Jajce, HE Jablanica i TE Kakanj). Za razdvajanje sabirničkih sustava 110 kV u TS Resnik koristio se rastavljač pa je za vrijeme beznaponske pauze tijekom prespajanja, reduciran dio zagrebačkog konzuma. Budući da su zvjezdista transformatora 110/× kV različito uzemljena (kruto ili preko Petersenovih svitaka te prethodno izolirana), tada je preko jednog sustava sabirnica u TS Resnik napajana kruto uzemljena mreža, a preko drugog sustava induktivno uzemljena mreža.

Nemogućnost paralelnog rada centralnog sustava 110 kV (BiH, Srbija, Crna Gora, Dalmacija i Slavonija) sa zapadnim sustavom 110 kV (Slovenija, sjeverozapadna Hrvatska), uzrokovala je česte redukcije električne energije u Hrvatskoj i Sloveniji. Praktički, ni 1957. godine mreža 110 kV na području bivše države nije bila u paralelnom radu, što je uzrokovalo smanjenu sigurnost napajanja, česte prekide uslijed prespajanja na zapadnu ili istočnu mrežu 110 kV te nepovoljne naponske prilike. Nedovoljna izgrađenost lokalnih izvora kao i nedovoljni kapaciteti odvojenih mreža uzrokovali su visoku rizičnost napajanja grada Zagreba. Sredinom 1957. godine završena je druga trojka DV 110 kV Resnik–Jajce 2.

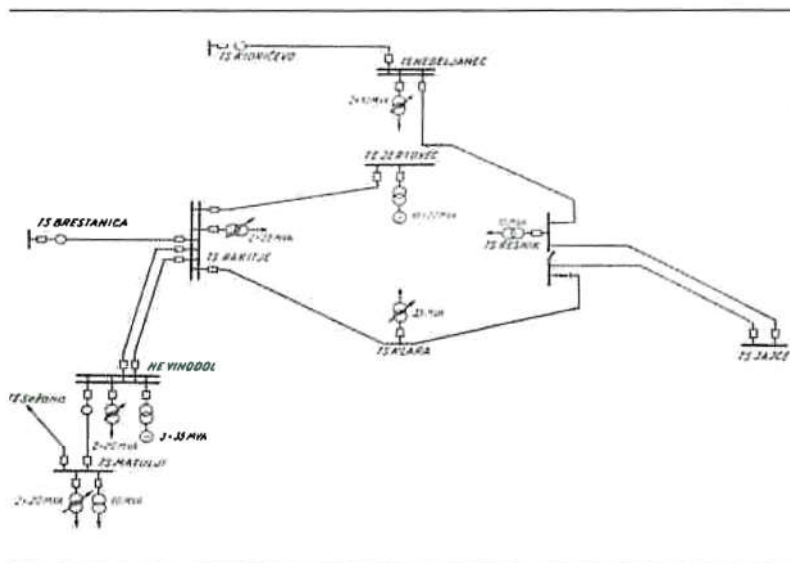
Za potrebe rješavanja elektroenergetskih problema zapadnog podsustava 110 kV, stručni savjet JUGEL-a je 1957. godine osnovao tim za pripremu i provedbu pokusa paralelnog rada sa sjedištem u Zagrebu. Modeliranjem pogona paralelnog sustava te analizom karakteristika sustava i usklađenosti zaštite stručnjaci iz tri instituta (Ljubljana, Zagreb,



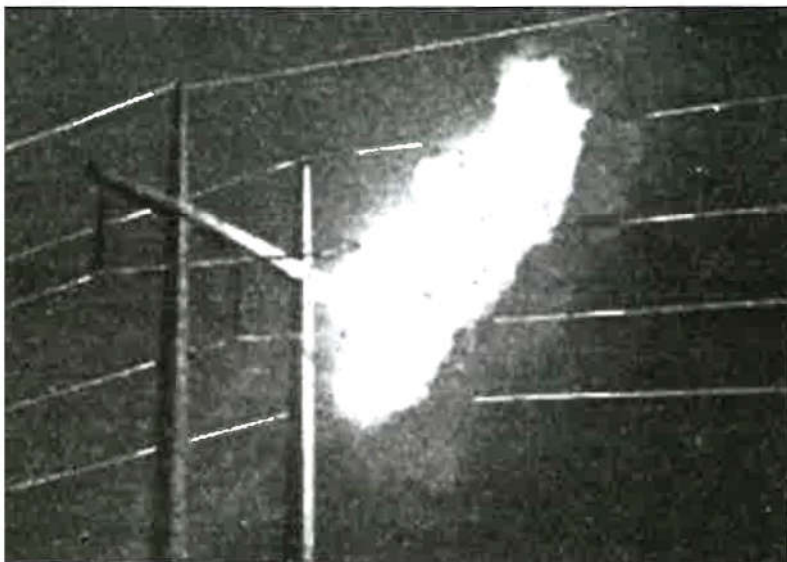
**DV 110 kV Vinodol–Rakitje 2,
dionica Gojak–Karlovac na
cijevnim čeličnim stupovima
Motor-Columbus, izgrađena
1956. godine**



TS 110/30 kV Resnik
(sadašnji izgled), u pogonu
od 1956. godine



Mreža 110 kV sjeverozapadne
Hrvatske pripremljena za pokus
sinkronog rada Jajce–Zagreb
(Resnik) 1957. godine



Umjetni dozemni spoj u blizini
TS Rakitje 1957. godine

Beograd) upozorili su na potencijalne probleme paralelnog rada: nedovoljnu podršku u jalovoj snazi u zapadnom podsustavu pri značajnijem prijenosu radne energije iz centralnog podsustava, problematičnost regulacije napona s obzirom na malu količinu regulacijskih transformatora te nužnost rješavanja regulacije frekvencije i sustavne zaštite radi razdvajanja različito uzemljenih podsustava. Rezultati proračuna tokova snaga i naponskih prilika pokazali su da prijenos energije u zapadni dio treba planirati do 50 MWh/h uz obveznu angažiranost HE Vinodol u proizvodnji jalove energije. Stručnjaci su upozorili i na nužnost rješavanja zaštite ljudi i postrojenja od visokih induciranih napona uzrokovanih strujama jednopolnog kratkog spoja. Na sastanku u JUGEL-u u studenom 1957. godine zaključeno je da se pokus paralelnog rada izvede nakon sinkronizacije HE Jajce 1 radi uskog grla na DV 110 kV TE Kakanj–Zenica te da se planira trodnevni pokus paralelnog rada (20.–22. prosinac 1957. godine). Iako je bio predviđen i pokus paralelnog rada s mađarskim sustavom, on je odgođen.

Različite karakteristike zapadnog u odnosu na istočni i centralni podsustav 110 kV utjecale su na izvodivost paralelnog rada sustava 110 kV. Razlike su bile u sljedećem: u zapadnom podsustavu primjenjivalo se induktivno uzemljenje s Petersenovim svcima dok je u istočnom podsustavu primijenjeno kruto (izravno) uzemljenje na mrežnim transformatorima, u zapadnom podsustavu mreža 110 kV je dobro uzamčena, dok je u istočnom podsustavu mreža 110 kV zrakasta bez dvostrukih vodova 110 kV. U zapadnom podsustavu daleko je veća koncentracija telekomunikacijskih vodova uz trase vodova 110 kV. Očekivane struje kratkog spoja u zapadnoj mreži 110 kV iznosile su oko 10 kA, dok su u istočnoj odnosno centralnoj mreži iznosile oko 3 kA.

Sinkronizacija zapadnog i istočnog podsustava realizirana je uključanjem prekidača 110 kV Jajce (Resnik) u TS Rakitje, a petlja 110 kV sjeverozapadne Hrvatske je zatvorena uključanjem prekidača VP Resnik u TS Nedeljanec. Pokus paralelnog rada je sadržavao pet vrsta ispitivanja pogona: sinkronizacija, pogon sa sniženom frekvencijom, isključivanje agregata tijekom paralelnog rada, isključivanje vodova 110 kV te planirani pokusi kratkih i dozemnih spojeva na vodovima 110 kV radi ispitivanja ugođenosti zaštite. Izvedeno je pet pokusa kratkog spoja i tri pokusa dozemnog spoja. Budući da su rezultati trodnevnog pokusnog paralelnog pogona ispunili očekivanja, odlučeno je da se nastavi s paralelnim pogonom mreže 110 kV.

Nakon provedenog paralelnog rada, koncem 1957. godine završena je i izgradnja rasklopišta 110 kV u TE Jertovec te su priključeni agregati TGA2 i TGA3 ($2 \times 12,5$ MW) na postrojenje 110 kV u TS 110/30 kV Jertovec. Od 1957. godine TE Jertovec radi kao bazna

elektrana u sustavu i u to vrijeme to je najveća i najmodernija termoelektrana u Hrvatskoj, koja je pokrivala trećinu potreba za električnom energijom.

Temeljem prethodno izrađenih studija, za mrežu grada Zagreba usvojene su naponske razine 110/30/10/0,4 kV, a napon 110 kV postaje temeljni napon magistralne gradske mreže.

Pozitivni učinci paralelnog rada mreže 110 kV istočnog, centralnog i zapadnog dijela bivše države (osim Kosova i Makedonije) zamjetni su već početkom 1958. godine, a očituju se u sljedećem: izbjegnute su redukcije u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Sloveniji, povećana ekonomičnost angažiranja agregata s obzirom na različite sezonske dotoke kraškog i alpskog sliva te su osjetno popravljene naponske prilike u mreži 110 kV sjeverozapadne Hrvatske. Budući da se dio sjeverozapadne Hrvatske prije paralelnog rada napajao dugim vodovima 110 kV iz HE Jajce (do Nedeljanca oko 230 km) te u pravilu nisu bili instalirani regulacijski transformatori, u odvojenom pogonu napon je varirao između 102 i 113 kV, dok su u paralelnom radu naponi varirali između 110 kV i 115 kV.

U sjeverozapadnoj Hrvatskoj završena je izgradnja prvog dalekovoda prema Mađarskoj – DV 120 kV Nedeljanec–Söjtör 1958. godine. Izgradnjom tog dalekovoda želio se omogućiti izvoz preljevne energije u Mađarsku tijekom razdoblja povoljne hidrološke situacije u BiH. Usljed nedovoljne izgrađenosti mreže 110 kV i elektrana u jugozapadnom dijelu Mađarske te tamošnje primjene napona 120 kV, nije provedeno ispitivanje paralelnog rada s Mađarskom, već je samo ispitan otočni pogon. Za potrebe otočnog pogona, u TS Nedeljanec ugrađen je štedni transformator 110/120 kV, 50 MVA.

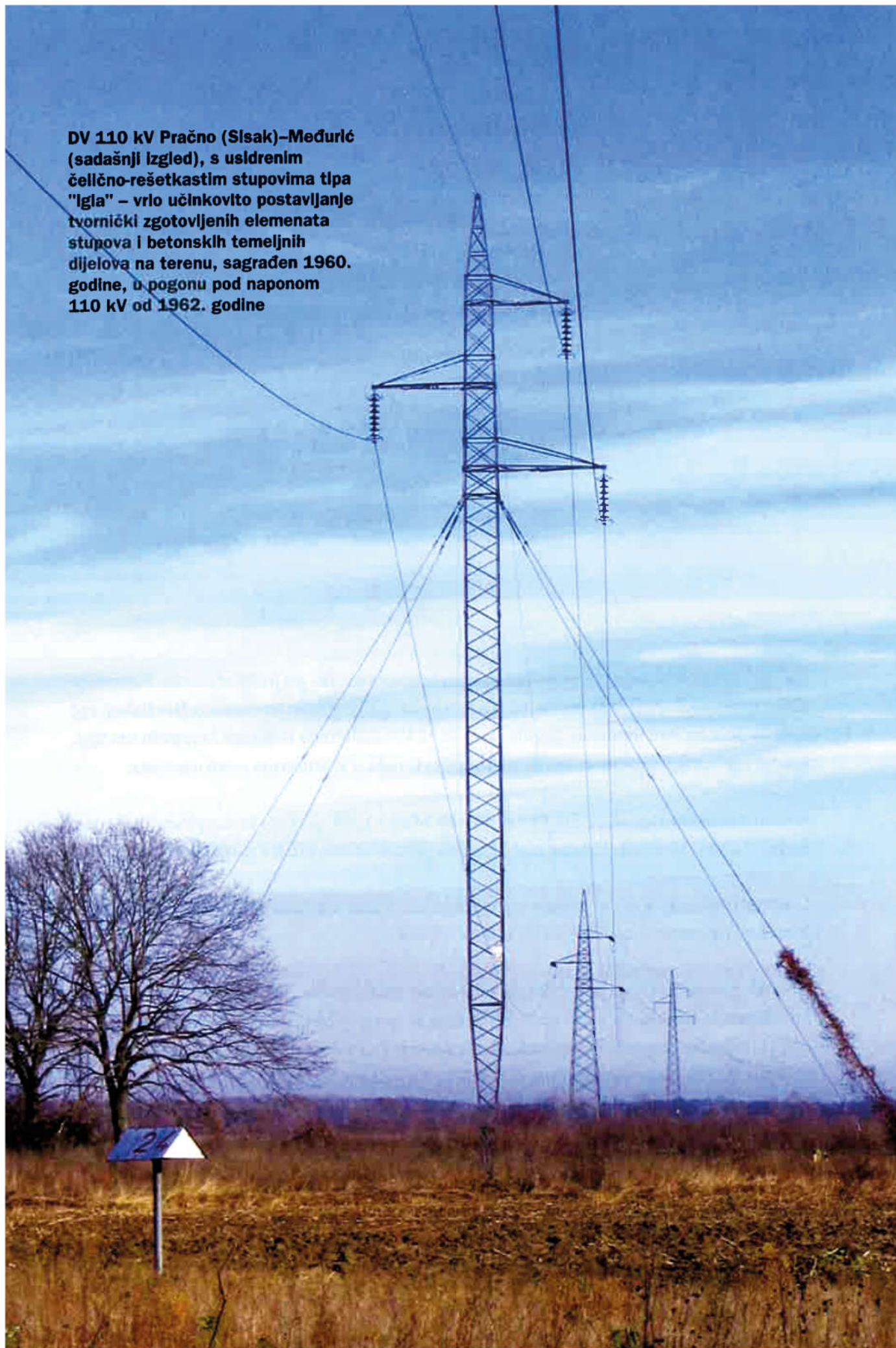
Na istočnom dijelu grada Zagreba (Žitnjak) započela je izgradnja TE-TO Zagreb 1958. godine. TE-TO Zagreb je trebala osigurati proizvodnju toplinske energije za potrebe Novog Zagreba, industrijsku paru za pogone na Žitnjaku te smanjiti ovisnost napajanja zagrebačke mreže 110 kV o raspoloživosti međuregionalnih vodova 110 kV i udaljenih elektrana.

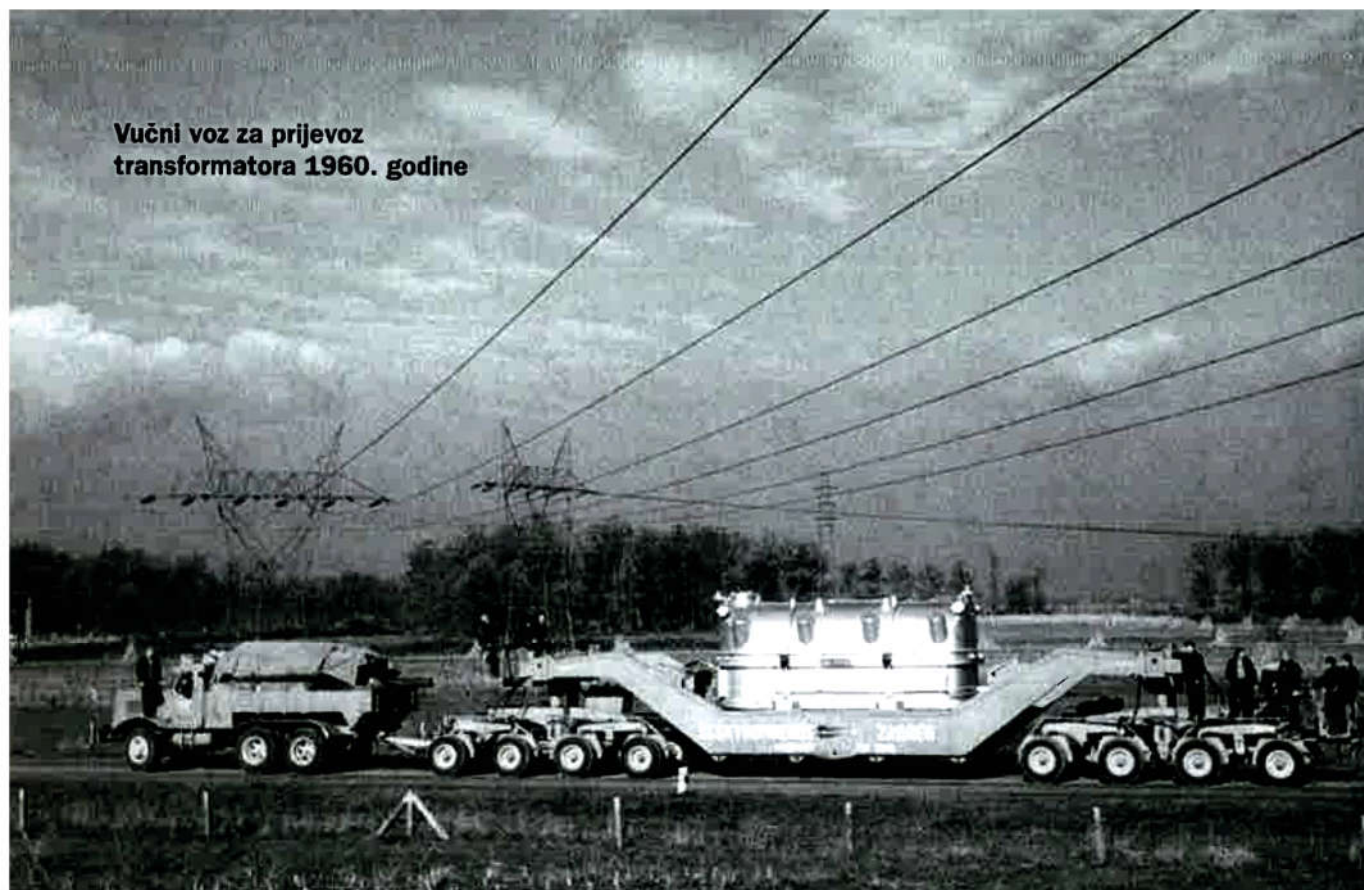
Izgradnjom provizorija u budućoj TS 110/35 kV Sisak (Pračno) priključen je transformator 10 MVA na DV 110 kV Jajce–Resnik 1958. godine.

U tadašnjem *Institutu za elektroprivredu-Zagreb* izrađena je prva studija mreže 110 kV i 220 kV u Hrvatskoj.

Specijalistička služba za zaštitu i mjerenje je 1958. godine premještena iz ZEPH-a u *Elektroprenos-Zagreb*. *Elektroprenos-Zagreb* je na području bivše države bio prepoznatljiv

**DV 110 kV Pračno (Sisak)–Međurč
(sadašnji izgled), s usidrenim
čelično-rešetkastim stupovima tipa
"Isla" – vrlo učinkovito postavljanje
tvornički zgotovljenih elemenata
stupova i betonskih temeljnih
dijelova na terenu, sagrađen 1960.
godine, u pogonu pod naponom
110 kV od 1962. godine**





**Vučni voz za prijevoz
transformatora 1960. godine**

kao elektroprivredno poduzeće s najmanjim brojem radnika po jedinici mreže. Premda je *Elektroprenos-Zagreb* tada među najmlađim elektroprivrednim tvrtkama u Hrvatskoj, već tada se primjenjuju moderne ispitne metode za kontrolu rada zaštitnih i mjernih uređaja, kontrolu uzemljenja te opću kontrolu sigurnosti rada u električnim postrojenjima.

Nakon završetka izgradnje HE Gojak (3×18 MVA) 1959. godine, konceptom ulaz-izlaz, na DV 110 kV Vinodol–Rakitje 2 priključeno je rasklopište 110 kV u HE Gojak.

Godine 1960. započeli su radovi na izgradnji DV 220 kV Split (HE Zakućac)–Brinje–Mraclin i izgradnja buduće TS 220/110 kV Mraclin.

U 1960. godini izvršeno je kabliranje telefonske veze između TS Rakitje i uprave ZEPH, instalirana je telefonska centrala u TS Rakitje te je aktivirana automatizacija telefonskih linija i prijenosa pogonskih mjerenja. Te aktivnosti začetak su primjene sustava daljinskog vođenja (SDV) u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, a one će omogućiti i primjenu sekundarne regulacije u hrvatskom elektroenergetskom sustavu šezdesetih godina.

Sredinom 1960. godine završena je izgradnja TS 110/35 kV Pračno (Sisak) te je izgrađen DV 110 kV Pračno–Međurić. Planira se priključenje TE Sisak i Rafinerije na taj vod. Zbog

nezavršenosti postrojenja 110 kV i transformacije 110/35 kV u TS Međurić, vod je priključen na postrojenje 35 kV u TS Pračno.

Elektroprenos-Zagreb je 1960. godine uz postojeće radne jedinice autopark i automehanička radionica (iz 1957. godine), osnovao radnu jedinicu "vučni voz" radi organiziranog transporta teških tereta do prijenosnih objekata. Osnivanje radne jedinice "vučni voz" obilježeno je nabavkom specijalne prikolice *Scheuerle* sa 125 tona nosivosti i tegljača *Kaellble* s 24 tone nosivosti. Početkom šezdesetih godina specijalno vučno vozilo *Elektroprenosa-Zagreb* bilo je najveće vozilo za teške terete na području bivše države. Autopark *Elektroprenosa-Zagreb* tada je, osim osobnih, putničkih i terenskih, posjedovao i specijalna vučna i univerzalna vozila s ugrađenim dizalicama te priključna vozila za prijevoz različitih tereta i prijevoz transformatorskog ulja. Pored izvršenja transportnih usluga za potrebe *Elektroprenosa-Zagreb*, usluga specijalnog transporta teških tereta obavljala se i za potrebe vanjskih proizvodnih i prijenosnih poduzeća na području bivše države.

U tadašnjem *Institutu za elektroprivredu-Zagreb* izvršena je razrada superponirane mreže Jugoslavije i provjerena na mrežnom analizatoru *Elektroinstituta "M. Vidmar"* u Ljubljani. Izvršena je provjera stabilnosti pogona mreže 220 kV radi pripreme za uključenje DV 220 kV HE Zakućac–Brinje–Mraclin. Krajem 1961. godine privremeno je uključen taj vod s provizornim spojem u HE Zakućac i TS Mraclin, ali na naponsku razinu 110 kV.

Područje sjeverozapadne Hrvatske do puštanja u pogon mreže 400 kV, 1962.–1978. godine

Primjena naponske razine 220 kV na području *Elektroprenosa-Zagreb* je započela 1962. godine, uključanjem prvog agregata na napon 220 kV u HE Zakućac te uključanjem DV 220 kV HE Zakućac–Brinje–Mraclin. Na tom dalekovodu prvi put su primijenjeni stakleni izolatori *Sediver* i antivibracijski namoti *armor-rods*. Stupovi dalekovoda su rešetkasti, od profiliranog čelika.

Za potrebe prijenosa električne energije iz Dalmacije na zagrebačko područje, u TS Mraclin je instaliran jedan transformatorski blok s tri jednofazna transformatora snage 50 MVA. Projektom su predviđena tri transformatorske jedinice od 150 MVA s regulacijom pod naponom, uz mogućnost priključka sinkronih kompenzatora na tercijarni namot 10 kV.

Dugi 110 kV vodovi Jajce–Resnik 1 i 2, godine 1962. uvedeni su u TS Pračno, a zatim i u TS Mraclin, pa su u pogonu DV 110 kV Mraclin–Resnik 1 i 2, Pračno–Mraclin 1 i 2 te Pračno–Jajce 1 i 2.

Završena je izgradnja TS 110/35 kV Međurić, pa je DV 110 kV Pračno–Međurić prebačen na naponsku 110 kV razinu s transformatorom 110/35 kV 20 MVA u TS Međurić 1962. godine.

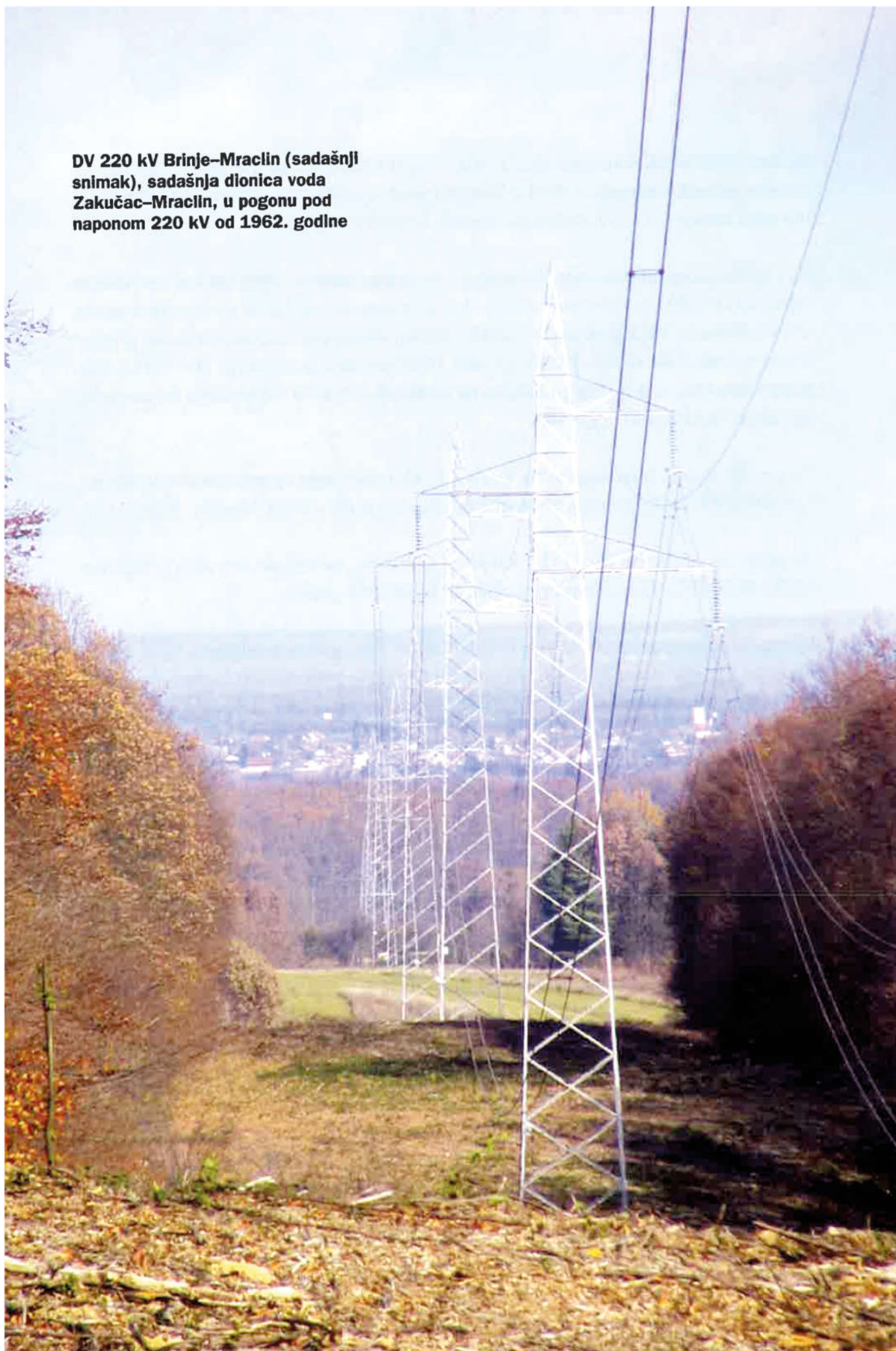


**TS 220/110 kV Mraclin,
postrojenje 220 kV, u
pogonu od 1962. godine**



**TS 220/110/10 kV Mraclin,
snimak iz 2006. godine**

**DV 220 kV Brinje–Mraclin (sadašnji
snimak), sadašnja dionica voda
Zakučac–Mraclin, u pogonu pod
naponom 220 kV od 1962. godine**



Godine 1962. je završena izgradnja 1. etape TE-TO Zagreb s agregatima 2×32 MW. Za potrebe prijenosa energije iz TE TO Zagreb izgrađen je DV 110 kV Resnik–Toplana te je izgrađen odcjep s DV 110 kV Rakitje–Resnik do TE-TO Zagreb.

Za potrebe jačeg umrežavanja slovenskog i hrvatskog sustava, 1963. godine završena je izgradnja DV 220 kV Mraclin–Kidričevo koji je privremeno uključen na naponsku razinu 110 kV. Koncem 1963. godine DV 220 kV Mraclin–Kidričevo (buduće Cirkovce) priključen je na naponsku razinu 220 kV. Godine 1963. završena je izgradnja DV 110 kV Međurić–Virovitica te je taj vod priključen na rasklopište 35 kV u TS Međurić do završetka izgradnje TS 110/35 kV Virovitica.

Za potrebe rasterećenja zagrebačke mreže 110 kV i povećanja opterećenosti transformacije 220/110 kV u TS Mraclin, 1964. godine uključen je DV 110 kV Mraclin–Rakitje 1 i 2.

Na postojeći dalekovod DV 110 kV Rakitje–TE Jertovec, rješenjem *ulaz-izlaz* priključena je TS 110/30 kV Zabok s transformacijom 20 MVA 1964. godine.

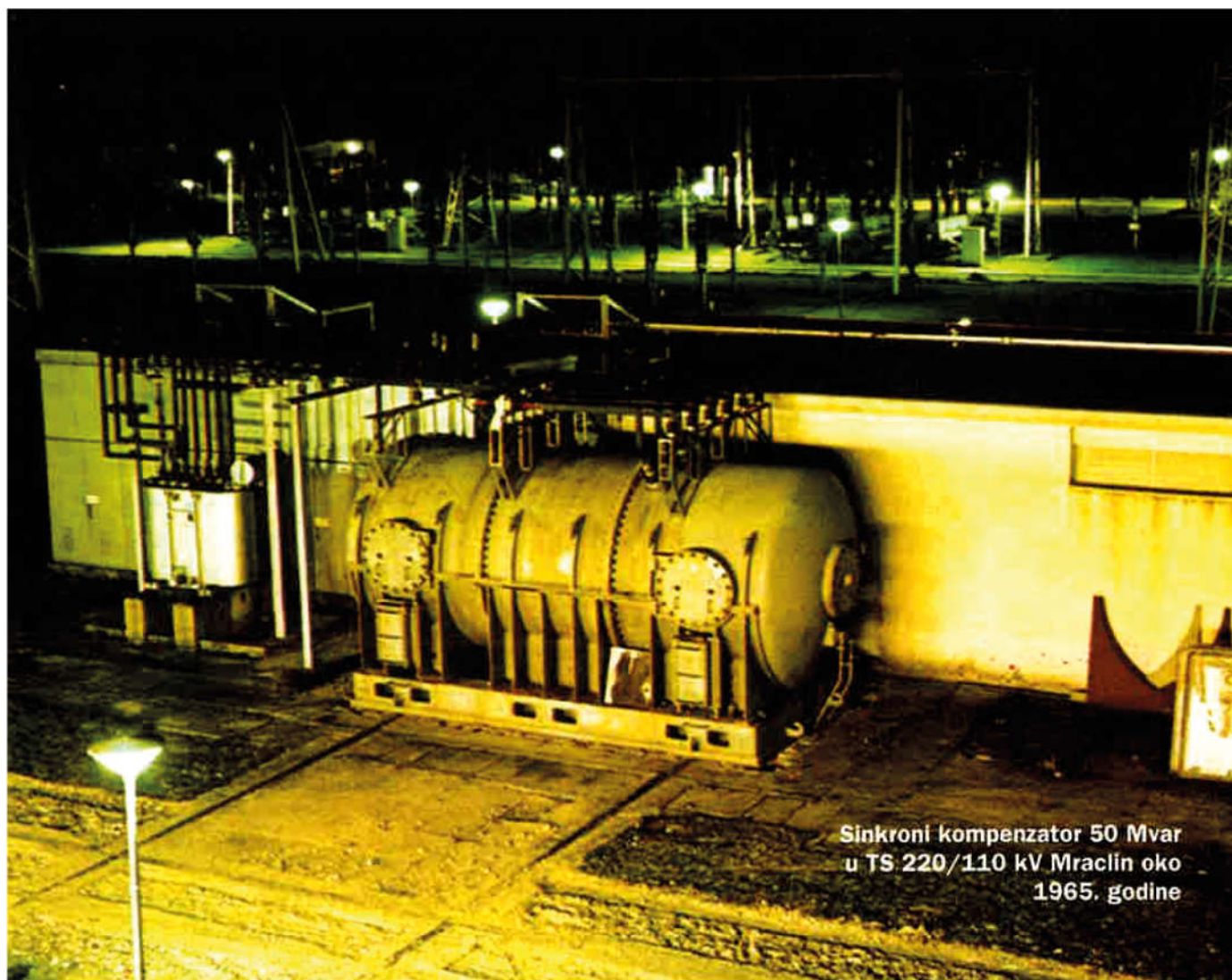
Rješenjem *ulaz-izlaz* na DV 110 kV Gojak–Rakitje 1964. godine priključena je TS 110/35 Karlovac (kasnije zvana Pokupje). Za potrebe napajanja područja *DP Elektre Karlovac* u TS Pokupje je instalirana transformacija 20 MVA.

Početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća za područje Međimurja i Podravine karakterističan je nadprosječni porast potrošnje električne energije, pa je već 1964. godine izgrađen DV 110 kV Nedeljanec–Čakovec. Taj dalekovod je privremeno priključen na postrojenje 35 kV u TS Nedeljanec.

Godine 1965. pušten je u pogon DV 220 kV Mraclin–Kakanj, a u TS Mraclin i TS Međurić je uvedena automatska regulacija napona.

U TS 220/110 kV Mraclin ugrađen je drugi trofazni transformator 220/110/10 kV, 150 MVA (ASEA). U travnju 1965. godine na tercijar transformatora u TS Mraclin priključen je sinkroni kompenzator 50 Mvar sa svrhom da kompenzira tokove jalovih snaga i poveća prijenosnu moć u mreži zagrebačkog područja.

Temeljem Osnovnog zakona o elektroprivredi (iz travnja 1965.) elektroprivreda prestaje biti javna djelatnost i postaje privredna djelatnost pa prestaje rad *Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske* (ZEPH). Tim zakonom svakoj elektroprivrednoj tvrtki je pre-



Sinkroni kompenzator 50 Mvar
u TS 220/110 kV Mraclín oko
1965. godine

pušteno pravo donošenju odluka o daljnjem udruživanju i poslovnoj suradnji. U prosincu 1965. godine je *Elektroprenos-Zagreb* zajedno s HE Gojak, TE Jertovec, EL-TO Zagreb i TE-TO Zagreb osnovao zajedničku tvrtku za proizvodnju i prijenos energije pod nazivom *Elektroprivreda-Zagreb*.

Od 1. siječnja 1966. godine *Elektroprenos-Zagreb* djeluje unutar novoosnovane organizacije *Elektroprivreda-Zagreb*, a iste godine donesena je odluka da elektroprivreda mora u cijelosti financirati izgradnju mreže 110 kV.

Nakon završetka izgradnje provizorija u TS 110/35 kV Virovitica 1966. godine izvršen je prijelaz DV 110 kV Međurić–Virovitica s privremenog napona 35 kV na 110 kV te je opterećena i transformacija 110/35 kV u TS Virovitica (20 MVA).

Izgradnja DV 110 kV Mraclín–Bjelovar i TS 110/35 kV Bjelovar (20 MVA) završena je 1966. godine, pa su ti objekti priključeni na prijenosni sustav.

Godine 1967. izgrađen je DV 110 kV Pračno–TE Sisak za potrebe priključka rasklopišta 110 kV buduće TE Sisak (2 × 210 MW).

Elektroprenos-Zagreb je u suradnji sa ŽTP-Zagreb izradio idejno rješenje za prva daljinski upravljana postrojenja 110 kV (EVP Ludina i EVP Andrijevići) 1967. godine.

Uz financiranje INE, izgrađen je DV 110 kV TE Sisak–Kutina i DV 110 kV Mraclin–Kutina te je priključena industrijska TS 110/10 kV Kutina (2 × 25 MVA + 15 MVA) 1968. godine. Privremeno su spojeni DV 110 kV Pračno–TE Sisak i DV 110 kV TE Sisak–Kutina u jedinstveni DV 110 kV Pračno–Kutina. Za potrebe priključka EVP Ludina, izveden je *ulaz-izlaz* na DV 110 kV Mraclin–Kutina.

Za potrebe povećanja prijenosne moći prema TS 110/35 kV Međurić i TS 110/35 kV Virovitica te potrebe jačeg povezivanja mreže 110 kV sjeverozapadne Hrvatske sa Slavonijom izgrađen je DV 110 kV Međurić–Kutina te je taj vod pušten u pogon 1968. godine.

Od 1. siječnja 1968. godine iz *Elektroprenosa-Zagreb* izdvojila se Pogonska jedinica *Istra* te se priključila *Elektroprivredi-Rijeka*. Pogonska jedinica *Zagreb* preuzela je u nadležnost DV 110 kV HE Senj–Lički Osik. Taj dalekovod je od izgradnje 1961. godine do izgradnje TS 110/35 kV Lički Osik (1971) koristio privremeni pogonski napon 35 kV.

Godine 1968. započele su studijske pripreme za izgradnju mreže 400 kV (tada zvane mrežom 380 kV) na području bivše države.

Godine 1969. izgrađen je DV 110 kV Bjelovar–Koprivnica te je puštena u pogon TS 110/35 kV Koprivnica (20 MVA).

Godine 1969. za potrebe napajanja elektrovučne podstanice (EVP) Novska izgrađeni su i pušteni u pogon DV 110 kV Međurić–Novska 1 i 2.

U 1970. godini izgrađena je dionica 220 kV TE Sisak–Mraclin i dionica 220 kV TE Sisak–HE Jablanica. Izgrađeni dalekovodi 220 kV nisu uvedeni u TE Sisak pa su pušteni u pogon kao DV 220 kV Mraclin–Jablanica. Godine 1970. je ostvaren trokut 220 kV: HE Jablanica–HE Jajce–TE Tuzla. U tom trokutu instalirana snaga elektra-ni iznosi 820 MW, pa one povećavaju sigurnost napajanja sjeverozapadne Hrvatske. Dalekovod 220 kV TE Sisak–HE Jablanica naknadno će biti uveden u TS Međurić TS Prijedor.

Za potrebe napajanja šireg područja grada Zagreba u TS Mraclin je pušten u pogon treći transformator 220/110 kV, 150 MVA.

Godine 1970. izgrađen je blok 1 od 210 MW u TE Sisak pa je blok-transformator 15,75/121 kV priključen na rasklopište 110 kV u TE Sisak. U rasklopištu 110 kV TE Sisak izgrađena su dva sustava glavnih sabirnica i jedne pomoćne sabirnice te 13 polja 110 kV.

Za potrebe napajanja jugozapadnog dijela Zagreba izgrađena je TS110/30/10 kV Jarun (1971) s transformacijom 2×60 MVA. Na TR2 u TS Jarun koristi se i tercijar napona 10 kV za napajanje distribucijske mreže. TS Jarun je napojena preko novoizgrađenog dvostrukog DV 110 kV Rakitje–Jarun 1 i 2.

Dalekovod DV 110 kV Slavenska Požega–Nova Gradiška je izgrađen 1971. godine, ali je privremeno priključen na pogonski napon 35 kV.

Izgradnjom DV 110 kV Koprivnica–Čakovec 1971. godine zatvoren je prsten 110 kV između Zagorja i Podravine. Nakon završetka izgradnje TS 110/35 Čakovec i ugradnje transformacije 2×22 MVA bitno je povećana sigurnost napajanja Međimurja 1971. godine. Na vod 110 kV HE Senj–Lički Osik (od 1965. do 1971. pogonski napon je 35 kV), preko provizorija u TS 110/35 kV Lički Osik, priključen je transformator 20 MVA. Transformatorska stanica Lički Osik tada je bila u nadležnosti *Elektroprenosa-Zagreb*, a kasnije, 1974. godine, zajedno s dijelom Like i Gorskog kotara, prelazi u nadležnost *Elektroprenosa-Matulji*.

Za potrebe napajanja EVP Sunja uključeni su u pogon DV 110 kV Pačno–Sunja 1 i 2 1971. godine.

Za potrebe povezivanja TS 110/10 kV Rafinerija izgrađena je dionica novog DV 110 kV Rafinerija–TE Sisak te je ta dionica povezana na DV 110 kV Pračno–TE Sisak, čime je osigurano napajanje TS Rafinerije iz TE Sisak i TS Pračno.

Potreba sigurnog i ekonomski opravdanog prijenosa sve većih količina energije na veće udaljenosti je uzrokovana prvom naftnom krizom 1972. godine i investiranjem Hrvatske u izgradnju termoelektrana (na ugljen) na području bivše države (TE Obrenovac blok VI, 300 MW, TE Tuzla blok IV, 200 MW, TE Kakanj udio u bloku IV, 50 MW, TE Gacko, 100 MW). Visoko opterećena mreža 220 kV između proizvodnih i konzumnih područja nije mogla dugoročno osigurati pouzdan i ekonomičan prijenos električne energije, pa je usvojena odluka o primjeni transformacije 400/110 kV u prijenosnoj mreži, te primjena

transformacije 110/10 kV odnosno 110/20 kV u distribucijskoj mreži bivše države. Odluka o primjeni trirazinske transformacije 400/110/10(20) kV usvojena je na saveznoj razini (JUGEL), te započinje etapno planiranje izgradnje prstena 400 kV "Nikola Tesla". Taj 400 kilovoltni prsten omogućit će čvršće povezivanje sustava bivše države sa zapadnom Europom (s interkonekcijom, tada zvanom UCPTE).

Godine 1972. zaključen je ugovor s Međunarodnom bankom o kreditiranju dijela investicija za prvu etapu izgradnje mreže 400 kV. *Elektroprenos-Pogon Zagreb* je preuzeo sljedeće obveze glede realizacije prve etape mreže 400 kV:

- izgradnja TS 400/110/30 kV Tumbri s dva transformatora (2×300 MVA)
- izgradnja DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri (od TS Tumbri do Kamenskog)
- izgradnja DV 2×400 kV Tumbri–Krško 1 i 2 (do granice sa Slovenijom).

Za potrebe uključanja budućih transformatorskih stanica 110/20/10 kV Botinec (Zagreb-jug I) i TS 110/10 kV Sopot (Zagreb-jug II) na području Novog Zagreba 1972. godine je izgrađen dvostruki vod DV 110 kV Jarun–TE–TO Zagreb ili Južni Zagreb i dionica dvostrukog DV 110 kV od TS 110/10 kV Sopot do priključka na jednu trojku dvostrukog DV 110 kV Jarun–TE–TO Zagreb. Za potrebe napajanja Novog Zagreba puštena je u pogon TS 110/10 kV Sopot (2×40 MVA) 1972. godine. Na dvostruki vod 110 kV Jarun–TE–TO Zagreb priključiti će se i TS 110/20/10 kV Botinec. Ti vodovi 110 kV u Novom Zagrebu i TS 110/10 kV Sopot nisu u nadležnosti *Elektroprenosa, Pogon Zagreb*, već zagrebačke distribucije.

U *Elektroprenosu-Zagreb* uvedena su sistematska ispitivanja visokonaponskih mjernih transformatora i termovizijska snimanja elemenata postrojenja 1972. godine, te je izrađen elaborat o svrsishodnosti ugradnje uređaja za kompenzaciju jalove energije u prijenosnim objektima.

Završena je izgradnja TS 110/35 kV Ivanić Grad 1973. godine pa je rješenjem *ulaz-izlaz* izvršen priključak TS Ivanić Grad (22 MVA) na DV 110 kV Mraclin–Bjelovar.

Godine 1973. izgrađen je DV 110 kV Zabok–Tuhelj–Kumrovec, ali je vod priključen na rasklopište 35 kV u TS Zabok.

Tijekom 1973. godine pušteno je u pogon daljinsko upravljanje elektrovučnom podstanicom (EVP) Ludina iz TS Mraclin i CDU Hrvatskih željeznica. Daljinskim nadzorom i upravljanjem iz TS Mraclin pokrivena su vodna polja 110 kV u EVP Ludina pa

je time otpočela primjena daljinskog upravljanja u *Elektroprenosu-Zagreb*. Iako je već ranije bilo je izvedeno daljinsko upravljanje TS Klara iz TS Rakitje, ali uređajima nastalih samogradnjom.

Koncem 1973. godine iz tadašnjeg OOUR-a *Elektroprenos-Zagreb* izdvojila se pogonska jedinica *Slavonija*, pa preostali dio *Elektroprenosa-Zagreb* odnosno pogonska jedinica *Zagreb* postaje okosnica današnjeg *Prijenosnog područja Zagreb*. Nakon izdvajanja pogonske jedinice *Slavonija*, tadašnjem *Elektroprenosu-Zagreb* odnosno pogonskoj jedinici *Zagreb*, pridružena je TS 220/110/35 kV Međurić i TS 110/35 kV Virovitica.

Od 1973. godine u *Elektroprenosu-Zagreb* posluje nova baždarnica za precizna brojila (klasa 0,1) te laboratorij za reviziju mjernih energetske uređaja. Zbog velikih redukcija 1973. godine, Slovenija i Hrvatska donijele su odluku o gradnji Nuklearne elektrane Krško (tadašnje snage 664 MW). NE Krško biti će priključena na planiranu mrežu 400 kV.

Za potrebe priključka TS 110/10 kV Cementara Podsused izgrađen je DV 110 kV Rakitje–Podsused 2, a i DV 110 kV Rakitje–Zabok uveden je u novoizgrađeno rasklopište RP 110 kV Podsused 1974. godine. U TS Rakitje obavljeno je proširenje za potrebe izgradnje VP 110 kV Podsused.

Godine 1974. izgrađen je dalekovod 110 kV od TS 110/35 kV Pokupje do TS 35/10 kV Jugoturbina s odcjepom za TS 35/10 kV Karlovac–Centar (buduća TS 110/20/10 Dubovac). Puštanjem voda 110 kV pod privremeni napon 35 kV zatvorena je petlja 35 kV Pokupje–Ilovac–Dubovac–Novi centar, pa je omogućeno dvosmjerno napajanje.

Za potrebe priključka HE Varaždin (2×43 MW) 1975. godine je izgrađen DV 110 kV Nedeljanec–HE Varaždin 1 i 2 te su izgrađena i opremljena dva vodna polja 110 kV u TS Nedeljanec.

Godine 1975. izvršeno je proširenje TS Zabok za potrebe novih polja 110 kV te ugradnje zamjenskih transformatora 110/35 kV (2×40 MVA) umjesto postojećih 110/30 kV (2×20 MVA). Također je izvršen prijelaz s naponske razine 30 kV na razinu 35 kV.

Za potrebe priključka buduće TS 110/20(10) kV Ivanec te planiranog dvostrukog napajanja pod naponom 110 kV TS Straža (Zabok–Straža–Ivanec), izgrađen je DV 110 kV Nedeljanec–Ivanec 1975. godine. Dalekovod je privremeno priključen na naponsku razinu 35 kV za potrebe napajanja Ivanca i Straže.

U 1975. godini na izgrađeno postrojenje 220 kV u TE Sisak je priključen blok 2 (210 MW). Za potrebe rješavanja evakuacije električne energije iz TE Sisak, u rasklopište 220 kV uveden je DV 220 kV Mraclin–Međurić u TE Sisak, a ugrađen je i transformator 220/110 kV, 200 MVA u TE Sisak.

Na mrežu 110 kV priključena su dva plinska turboagregata ($2 \times 31,5$ MW) u TE Jertovec 1976. godine. Ugradnjom dva kotla na otpadnu toplinu (utilizator), 1976. godine TE Jertovec prva u Hrvatskoj započinje primjenu kombi-blokova.

Za potrebe napajanja buduće transformatorske stanice 110/x kV u Varaždinu, godine 1976. je izgrađen DV 110 kV Nedeljanec–Varaždin. Za rješavanje porasta potrošnje i sigurnosti napajanja Velike Gorice i aerodroma Pleso, 1976. godine je izgrađen DV 110 kV Mraclin–Velika Gorica 1 i 2 na koji je priključena TS 110/10 kV Velika Gorica (2×20 MVA) 1976. godine.

Godine 1976. izgrađen je DV 110 kV Rakitje–Zaprešić za potrebe napajanja buduće TS 110/20 kV Zaprešić. Dalekovod je privremeno pušten pod 30 kV napon do završetka TS Zaprešić.

Za potrebe povećanja prijenosne moći mreže 110 kV, poboljšanja naponskih prilika i smanjenja gubitaka u mreži 110 kV i transformaciji, *Elektroprenos-Zagreb* završio je opsežni Program kompenzacije jalovih snaga na SN-razini u desetak TS 110/x kV. Temeljem podataka o opterećenju transformacije na sučelju prijenosne i distribucijske mreže u 1974. godini, zaključeno je da za područje sjeverozapadne Hrvatske u 1977. godini treba osigurati kompenzaciju jalove snage od 100 do 220 Mvar. Do konca 1977. godine kondenzatorske baterije ugrađene su u TS Mraclin (48,6 Mvar), TS Međurić (8,1 Mvar) TS Nedeljanec (8,1 Mvar), TS Virovitica (8,1), TS Bjelovar (8,1 Mvar), TS Resnik (20,3 Mvar), TS Rakitje (12,5 Mvar), TS Pokupje (8,1 Mvar), TS Ivanić (8,1 Mvar) TS Zabok (8,1 Mvar). Ukupna instalirana snaga kondenzatorskih baterija na području sjeverozapadne Hrvatske iznosila je oko 138 Mvar.

Na postojeći DV 110 kV Čakovec–Koprivnica priključena je TS 110/35 kV Ludbreg 1977. godine. U TS Ludbreg ugrađen je transformator 20 MVA.

Radi povećanja pogonske sigurnosti izgrađena je radijalna UKV-mreža s fiksnim i mobilnom stanicama. Releji za UKV mrežu su ugrađeni na Sljemenu, a mreža radi u semidupleks-modu. Na području *Elektroprenosa-Zagreb* ugrađeno je oko 30 fiksnih i 16 mobilnih stanica.

Stopa porasta potrošnje od 8 posto godišnje na području sjeverozapadne Hrvatske koncem sedamdesetih godina prošlog stoljeća značila je udvostručenje potrošnje za desetak godina, pa je zahtijevana hitna izgradnja i pojačanje prijenosne mreže i transformatorskih stanica u predstojećem razdoblju.

Za potrebe budućeg sustava daljinskog vođenja *Elektroprenos-Zagreb* je sa Zavodom za telekomunikacije Elektrotehničkog fakulteta u Zagrebu ugovorio teoretsko i praktično školovanje inženjera za potrebe izobrazbe na procesnom računalu DEC-PDP11.

Za nadzor pogona prijenosnog sustava na području *Elektroprenosa-Zagreb* koriste se visokofrekventne veze (VF-veze) po dalekovodima, ultrakratkovalne (UKV) usmjerene višekanalne ili jednokanalne veze, UKV-radijalne veze s mobilnim i stacionarnim stanicama te žične veze podzemnim telefonskim kabelima za niskofrekvencijski i visokofrekvencijski prijenos informacija.

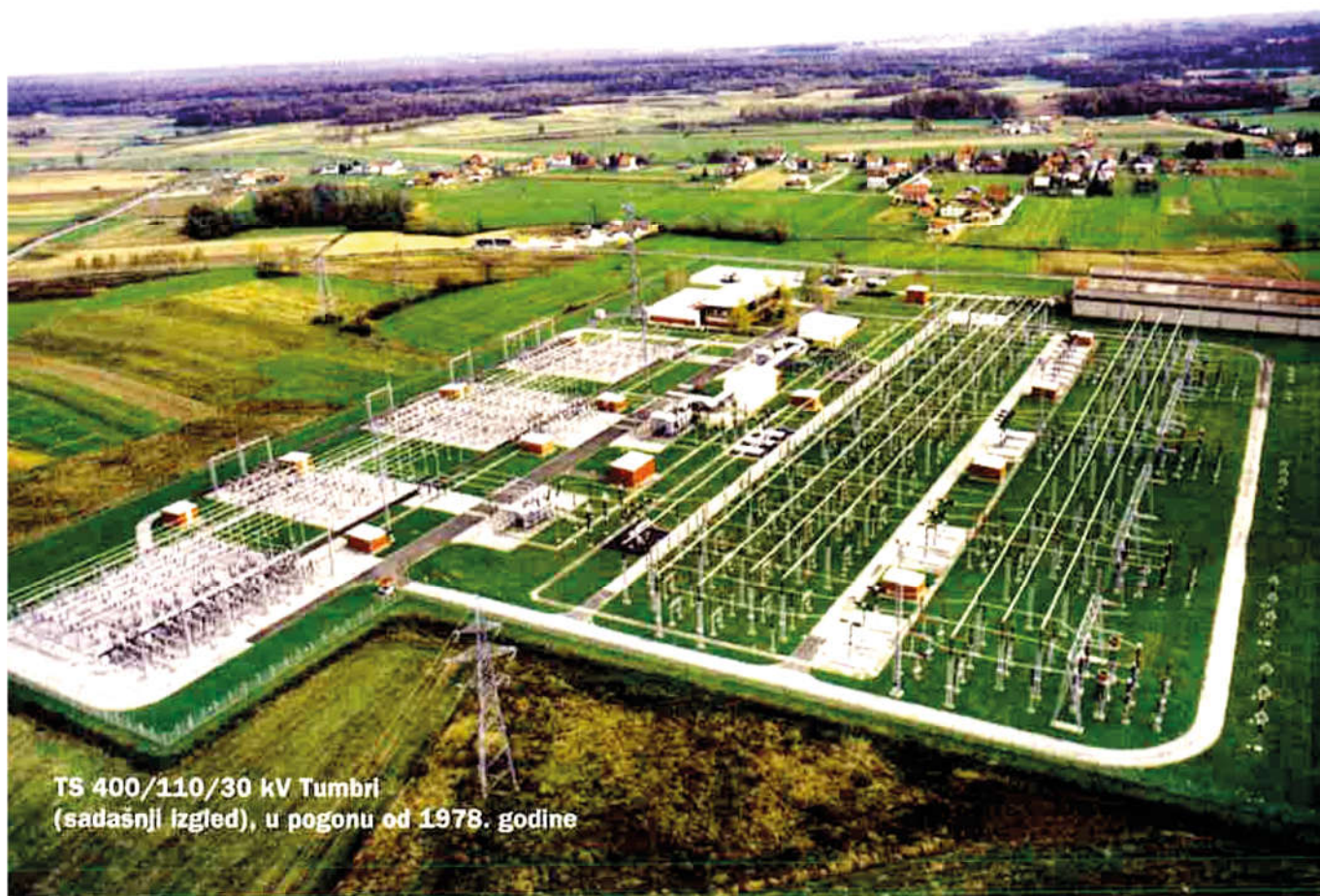
Godine 1976. *Elektroprenos-Zagreb* je zapošljavao 290 radnika (14 posto VSS, tri posto VŠS); za usporedbu, 2005. godine u *Prijenosnom području Zagreb* zaposleno je 338 radnika (11 posto VSS, pet posto VŠS).

Područje sjeverozapadne Hrvatske do Domovinskog rata, 1978.–1991. godine

DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri, 1978. godine je pušten pod napon iz TS 400/110 kV Ernestinovo za potrebe ispitivanja rasklopišta 400 kV i transformacije u TS 400/110/30 kV Tumbri. Također je 1978. godine uključen u probni pogon i DV 400 kV Tumbri–Krško 1 i 2.

Transformatorska stanica TS 400/110/30 kV Tumbri svečano je puštena u pogon 8. svibnja 1978. godine. Locirana je dvadesetak kilometara južno od Zagreba kod istoimenog sela Tumbri. Odabrana lokacija bila je uvjetovana dobrom vezom i raspletom vodova 110 kV iz koje se napaja većina gradskih i područnih transformatorskih stanica sjeverozapadne Hrvatske. TS Tumbri je prvo čvorište mreže 400 kV u sjeverozapadnoj Hrvatskoj koje će omogućiti povezivanje jakog konzumnog područja (šire zagrebačko područje) s NE Krško i proizvodnjom na području zapadne Hrvatske i čitave zemlje.

Tijekom cjelokupnog dosadašnjeg razdoblja korištenja, od 1978. do 2006. godine, opterećenje sabirnica 400 kV u TS Tumbri kretalo se od 700 do 1 400 MW, a opterećenje

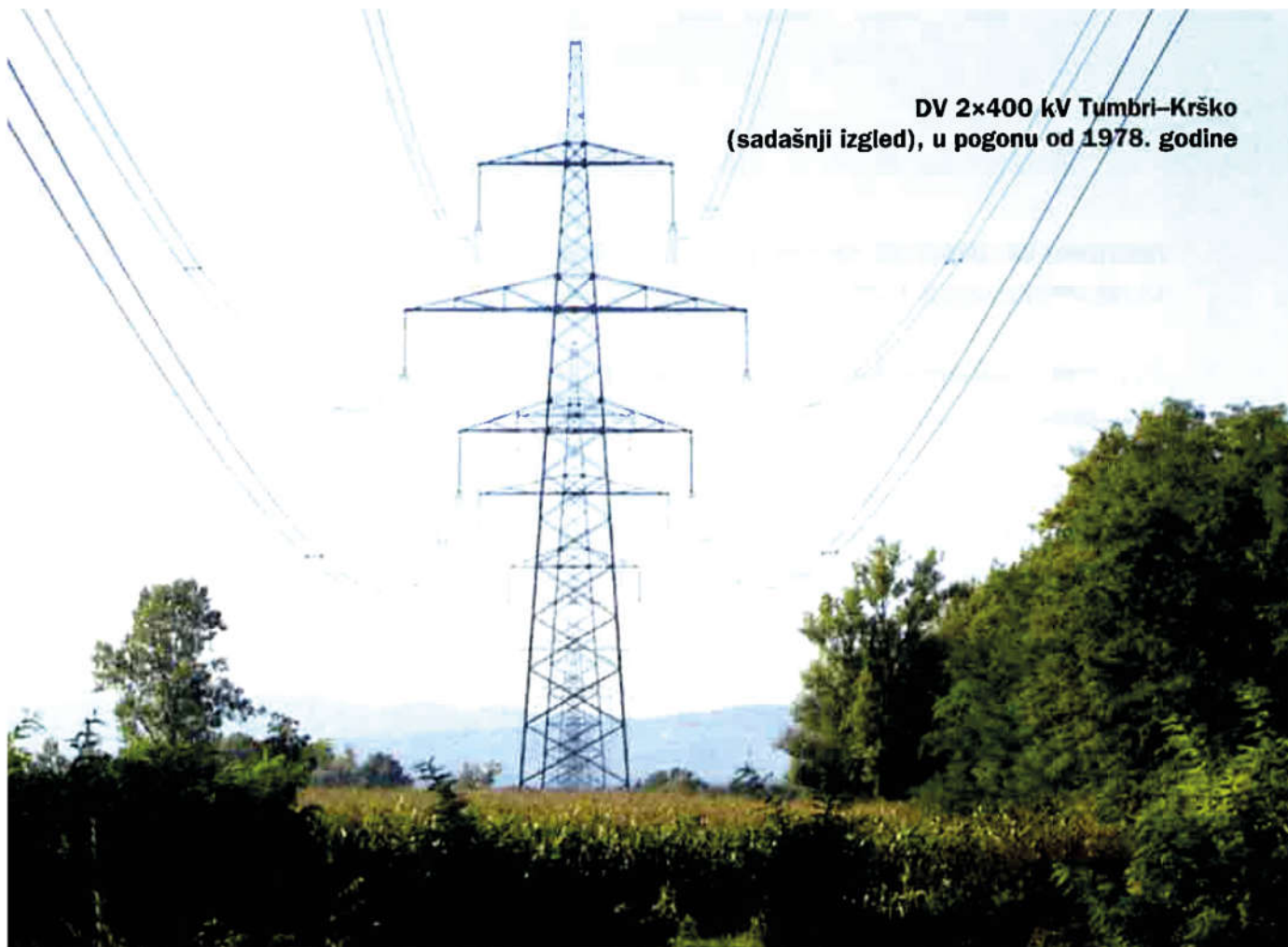


transformacije 400/110 kV iznosilo je od 200 do 720 MW. Opterećenje sabirnica 400 kV ovisilo je o konfiguraciji mreže 400 kV i pogonu NE Krško dok je opterećenje transformacije ovisilo je angažiranosti termoelektrana na zagrebačkom području (TE-TO Zagreb, TE Sisak).

Godine 1978. DV 110 kV Mracilin–Rakitje 1 i 2 je uveden u TS Tumbri radi evakuacije snage instalirane transformacije u TS Tumbri (600 MVA), uglavnom prema gradu Zagrebu.

Za potrebe pojačanja zagrebačke mreže i rasterećenja DV 110 kV Mracilin–Tumbri 1 i 2, 1978. godine je izgrađen DV 110 kV Mracilin–TE-TO. U TE-TO Zagreb izgrađeno je postrojenje 110 kV s transformacijom 110/30 kV, 2×60 MVA.

Godine 1978. izgrađen je DV 110 kV Zabok–Straža za potrebe napajanja buduće TS 110/35 kV Straža, odnosno proširenje staklane Straža. Dalekovod je privremeno pušten pod napon 35 kV, do završetka TS Straža. Tada je planirana izgradnja TS 110/× kV Krapina na sredini trase DV 110 kV Zabok–Straža.



Za potrebe napajanja područja Nove Gradiške, godine 1978. puštena je u pogon TS 110/35 kV Nova Gradiška s transformacijom 2×20 MVA, a spojena je na DV 110 kV Požega–Nova Gradiška.

Za potrebe sigurnijeg napajanja Novog Zagreba i rasterećenja preostale zagrebačke mreže 110 kV, godine 1979. izgrađen je teški DV 110 kV Tumbri–Južni Zagreb II (TS 110/20/10 Botinec) (Al/Č $2 \times 360/60$ i $2 \times 240/40$ mm², 12 km).

Koncem sedamdesetih godina prošlog stoljeća *Elektroprenos-Zagreb* raspisao je natječaj za izgradnju jednog Republičkog dispečerskog centra (RDC) i pet centara daljinskog upravljanja (CDU) u Hrvatskoj te za nabavu i instalaciju sekundarne opreme (DAS, KRD) za potrebe daljinskog nadzora i upravljanja transformatorskim stanicama i elektranama priključenim na prienosnu mrežu. Ugovor je potpisan u rujnu 1979. godine s francuskom tvrtkom *Ofred* za svu računarsku opremu i softver za RDC, a s *Končarom* za isporuku softvera za CDU kao i za svu procesnu opremu za potrebe SDV-a u transformatorskim stanicama i elektranama. Procesna oprema je podijeljena na dvije funkcionalne cjeline, upravljačka (HOST) i komunikacijska (FEP). Svaka cjelina je kon-

figurirana kao dvostruki računalni sustav s pripadnim perifernim jedinicama. Jamstvo za rad sustava dao je EDF.

Za potrebe osiguranja dvostrukog napajanja TS 110/35 kV Virovitica i TS 110/35 kV Slatina, izgrađen je i pušten u pogon DV 110 kV Slatina–Virovitica 1980. godine.

Za potrebe napajanja šireg područja Križevaca, 1980. godine je puštena u pogon TS 110/35/10 kV Križevci s dva transformatora snage 20 MVA. Za potrebe napajanja mreže 10 kV u TS Križevci koriste se oba tercijara energetskih transformatora.

TS 110/20 kV Samobor (2×20 MVA) priključena je rješenjem *ulaz-izlaz* na DV 110 kV Rakitje–Brestanica 1980. godine.

Za razdoblje od 1961. do 1980. godine trend porasta potrošnje električne energije je znatno veći od trenda porasta ukupne potrošnje energije u Hrvatskoj. Za to razdoblje u Hrvatskoj je ostvaren prosječan godišnji porast potrošnje energije od 2,9 posto, a ostvareni prosječni godišnji porast potrošnje električne energije je 9,4 posto. Udio pokrivanja po-

**TS 110/35/10 kV Križevci (sadašnji izgled),
u pogonu od 1980. godine**

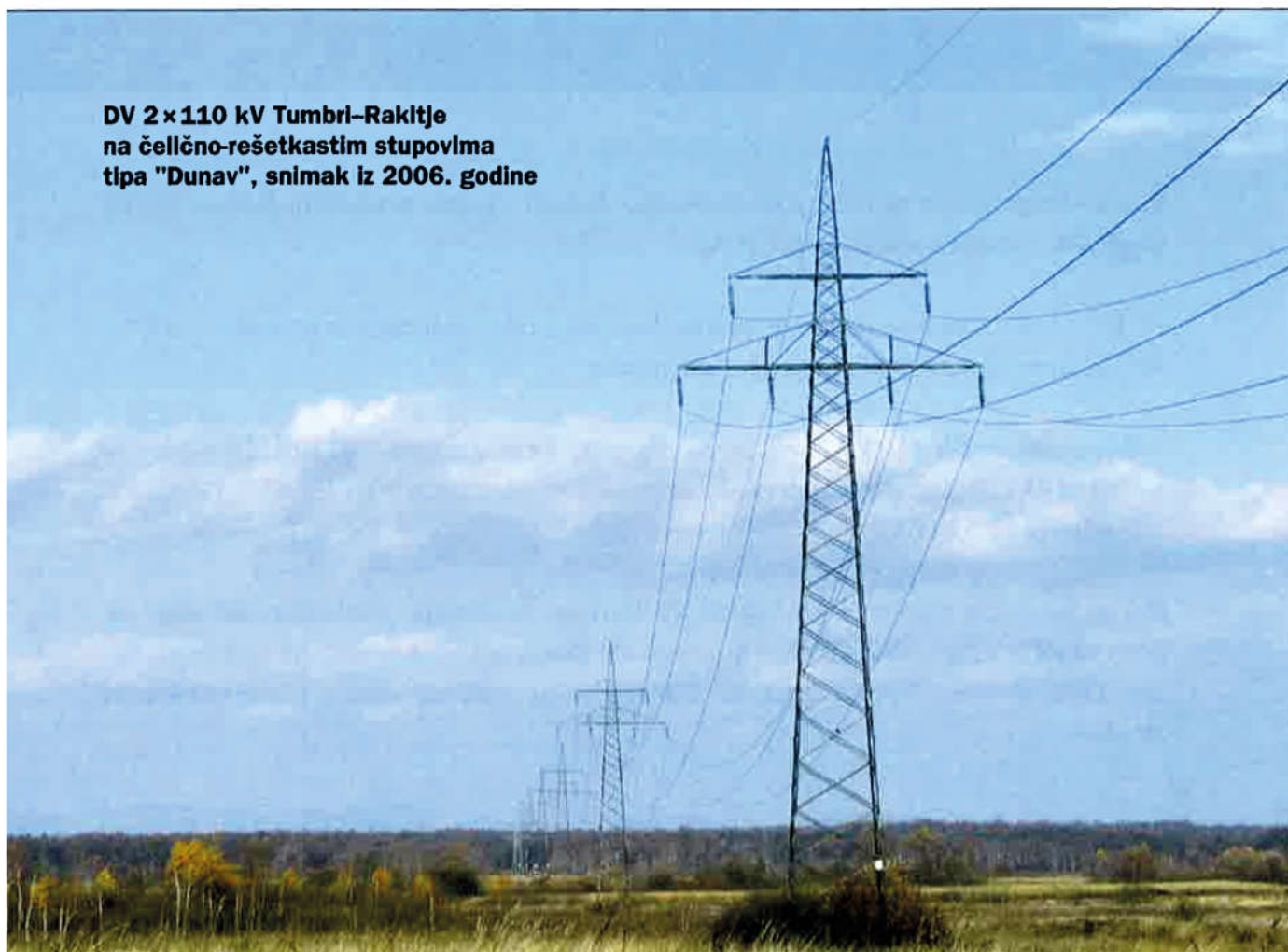


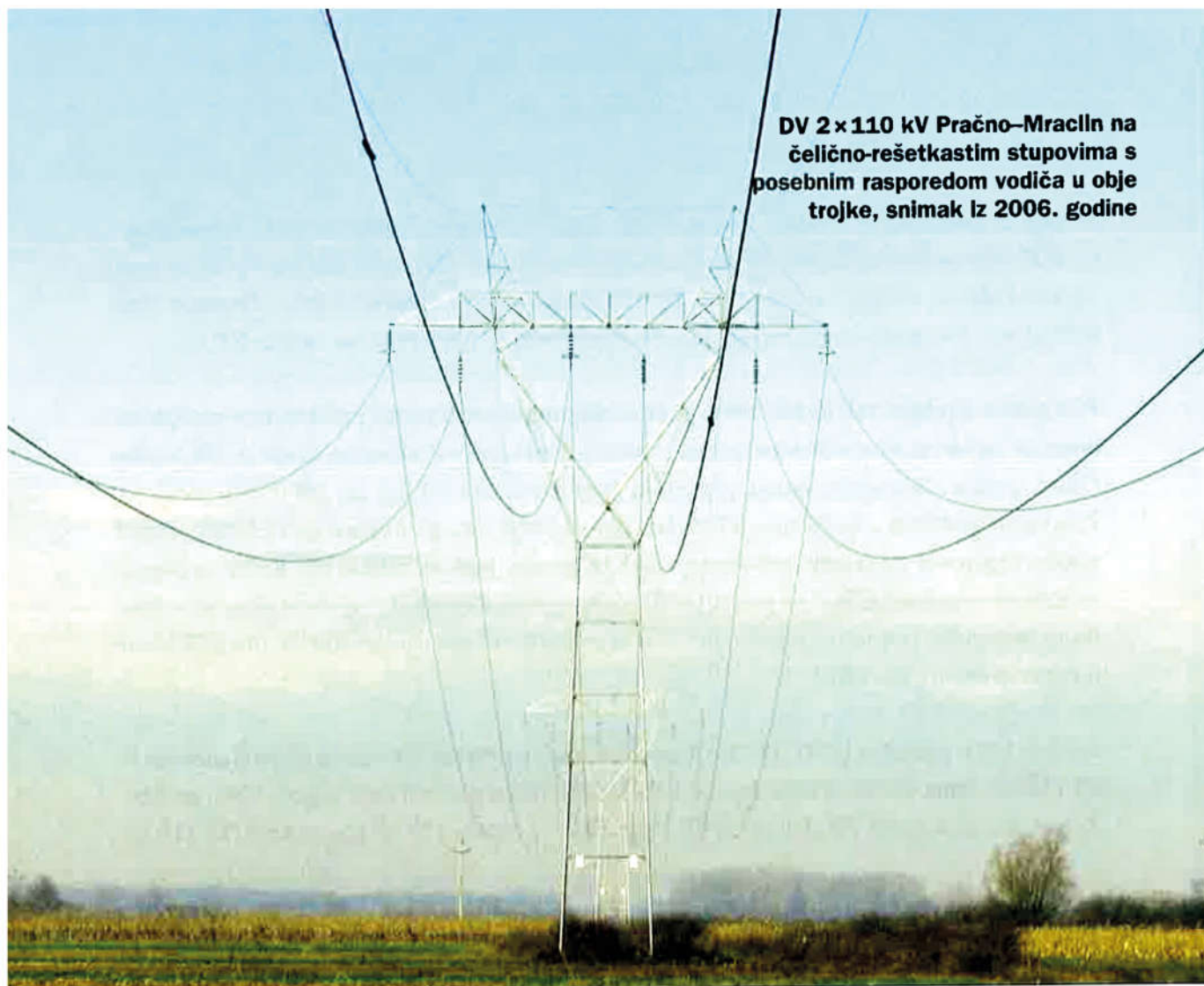
trošnje iz proizvodnje elektrana na području *Elektroprenosa-Zagreb* znatno se smanjivao pa je *Elektroprivreda-Zagreb* za područje sjeverozapadne Hrvatske bila prisiljena uvoziti znatne količine električne energije iz drugih dijelova bivše države (Bosna i Hercegovina, Srbija), sve do završetka izgradnje odnosno priključenja NE Krško na mrežu 400 kV.

Puštanjem u pogon NE Krško 1981. godine osigurano je 50 posto proizvodnje električne energije za hrvatski elektroenergetski sustav pa, nakon revitalizacije bloka u NE Krško (2004. godine), Hrvatska danas preuzima iz te elektrane od 2,5 do 2,8 TWh/godišnje. Prosječno godišnje angažiranje NE Krško iznosi 8000 sati, pa nuklearna elektrana jamči visoku sigurnost napajanja sjeverozapadne Hrvatske. Nakon ulaska NE Krško u pogon znatno su smanjeni gubici na području *Elektroprenosa-Zagreb*, a pogonski dijagram elektrane omogućio je znatnu regulaciju napona podopterećene mreže 400 kV (do 273 Mvar u kapacitivnom području).

Godine 1981. izgrađen je DV 110 kV Pračno–Glina za potrebe napajanja dijela Banovine iz TS 110/20 Glina (2×20 MVA). Taj vod i TS 110/20 Glina pušteni su u pogon 1981. godine. Za potrebe priključka TS 110/30/10 kV Dugo Selo na mrežu 110 kV izgrađen je DV 110 kV

**DV 2×110 kV Tumbri–Rakitje
na čelično-rešetkastim stupovima
tipa "Dunav", snimak iz 2006. godine**





Resnik–Dugo Selo te su 1982. godine svečano pušteni u pogon predmetni dalekovod i TS Dugo Selo s transformacijom 36 MVA.

Na DV 110 kV Čakovec–Ludbreg, priključkom *ulaz-izlaz* spojeno je rasklopište 110 kV u HE Čakovec ($2 \times 40,3$ MW) na prijenosnu mrežu.

Priključkom na DV 110 kV Pokupje–Rakitje puštena je u pogon TS 110/10(20) Zdenčina (20 MVA) 1982. godine, a Hrvatske željeznice su uz stanicu izgradile EVP 110/25 kV Zdenčina ($2 \times 7,5$ MVA).

Nakon završetka izgradnje TS 110/35 kV Daruvar te izvedbe priključka *ulaz-izlaz* na DV 110 kV Međurić–Virovitica, TS 110/35 kV Daruvar je priključena na prijenosni sustav 1983. godine. U prvoj etapi, TS Daruvar je opremljena jednim transformatorom 20 MVA.

U svibnju 1983. godine puštena je u pogon TS 110/35/10 kV Varaždin ($2 \times 31,5$ MVA), čime je bitno povećana sigurnost napajanja grada Varaždina i okolice.

Za potrebe napajanja Zaprešića i okolice, 1983. godine puštena je u pogon TS 110/20 kV Zaprešić (2×40 MVA). TS Zaprešić je radijalno priključena na DV 110 kV Rakitje–Zaprešić (izgrađen 1976.), a u planu je izgradnja DV 110 kV Samobor–Zaprešić za potrebe dvostrukog napajanja pod naponom 110 kV: TS Zaprešić i TS Samobor.

Godine 1983. završena je izgradnja te je pušten u pogon DV 110 kV Dugo Selo–Križevci, čime je osigurano dvostruko napajanje TS Dugo Selo i TS Križevci.

Za potrebe rasterećenja transformacije 110/ $\times$ kV u TS 110/30/10 kV Jarun te pojačane izgradnje zapadnog dijela grada Zagreba, 1983. godine je izgrađen DV 110 kV Rakitje–Stenjevec 1 i 2 za priključak TS Stenjevec (2×20 MVA + 40 MVA).

Za potrebe dvostrukog napajanja TS 110/35 kV Nova Gradiška izgrađen je DV 110 kV Međurić–Nova Gradiška, koji je pušten u pogon 1984. godine.

Kombinirani nadzemno-kabelski DV 110 kV Resnik–Ksaver 1 i 2 (nadzemni vod Al/Č 240/40 mm² i kabelski vod Al 1000 mm²) te TS 110/20/10 Ksaver (2×20 MVA) pušteni su u pogon 1984. godine. U TS Ksaver je ugrađeno prvo plinom izolirano i metalom oklopljeno unutrašnje postrojenje 110 kV (GIS).

Godine 1984. godine izgrađen je DV 110 kV Koprivnica–Virje za potrebe napajanja buduće TS 110/35 kV Virje.

Za potrebe povezivanja Korduna (TS Švarča), Banije (TS Glina) i Like (buduća TS Plitvice), izgrađena je dionica 110 kV Vojnić–Slunj. Najveći dio te dionice koristi se privremeno pod pogonskim naponom 35 kV.

Dana 20. ožujka 1984. godine započela je djelovati prva interventna grupa uklopničara na području *Elektroprenosa-Zagreb*. Tadašnja grupa interventnih uklopničara djelovala je na širem području grada Zagreba, a pokrivala je sve daljinski upravljane transformatorske stanice u nadležnosti *Elektroprenosa-Zagreb*.

CDU Tumbri je svečano pušten u rad 8. svibnja 1985. godine, premda je bio dovršen i ranije, ali je čekao dovršetak izgradnje RDC-a. Godine 1985. u sustav daljinskog vođenja

(SDV) iz CDU Tumbri uključeno 15 elektroenergetskih objekata, a početkom devedesetih godina prošlog stoljeća tridesetak objekata je uključeno u SDV iz CDU Tumbri. Primijenjena je dualna konfiguracija HOST-računala PDP 11/34 s 256 kB centralne memorije, dualna konfiguracija komunikacijskog računala PDP11/04 s 64 kB centralne memorije kao i DS8-podsustav za komunikaciju s daljinskim stanicama DS803 u nadziranim objektima.

Godine 1985. izgrađena je TS 110/30/10 kV Straža je pa je priključenjem DV 110 kV Zabok–Straža pušten u pogon i transformator 110/30/10 kV, 40 MVA u TS Straža.

Završeno je postrojenje 220 kV u TS 220/110/35 kV Međurić te je u svibnju 1986. godine nakon priključenja (*ulaz-izlaz*) na DV 220 kV TE Sisak–Prijeđor u pogon puštena transformacija 220/110 kV, 150 MVA.

Za potrebe priključka buduće HE Dubrava na prijenosnu mrežu 110 kV izgrađen je DV 110 kV Koprivnica–HE Dubrava 1986. godine.

Završena je izgradnja TS 110/35/10 kV Švarča (40 MVA, pa je ta trafostanica priključkom *ulaz-izlaz* na DV 110 kV HE Vinodol–Rakitje 1 puštena u pogon 1986. godine. U

**TS 220/110/35 kV Međurić (sadašnji snimak),
u pogonu pod naponom 110 kV od 1962. godine,
a pod naponom 220 kV od 1986. godine**



TS Švarči koristi se tercijar energetskog transformatora za napajanje 10 kV mreže. Na DV 110 kV HE Vinodol–Švarča planiraju se u bliskoj budućnosti priključiti TS Delnice (1987) i EVP Moravice (1989).

U TS 110/35/10 kV Švarča opremljeno je vodno polje 110 kV Dubovac te je izvršen priključak dijela voda 110 kV Pokupje–Jugoturbina (od 1974. privremeno pod naponom 35 kV) na rasklopište 110 kV u TS Švarča i TS Dubovac.

Nakon završetka izgradnje prve tipske transformatorske stanice u Hrvatskoj, TS 110/35 kV Virje (20 MVA), 1987. godine je uključen DV 110 kV Koprivnica–Virje te je opterećen transformator 20 MVA u TS Virje za potrebe napajanja CPS Molve (INA).

TS 110/20/10 Botinec (2×40 MW) priključena je na prijenosnu mrežu 1987. godine pa je bitno povećana sigurnost napajanja Novog Zagreba i predgrađa. Na TS Botinec je priključen teški vod 110 kV kojim se u zagrebačku mrežu 110 kV unosi oko 200 MW.

Godine 1987. je izgrađen DV 110 kV Ivanec–Straža, ali je privremeno priključen na razini 35 kV (do izgradnje TS 110/20 kV Ivanec i opremanja VP 110 kV Ivanec u TS Nedeljanec, 1998. godine).

Za potrebe rješavanja nepovoljnih naponskih prilika u donjem Međimurju te radi planiranog dvostrukog povezivanja HE Dubrava (Prelog–HE Dubrava–Koprivnica), izgrađen je DV 110 kV HE Čakovec–Prelog 1987. godine. TS 110/35 kV Prelog (20 MVA) puštena je u pogon 1987. godine.

Za potrebe napajanja elektrovučne podstanice Oštarije izgrađen je DV 110 kV HE Gojak–Oštarije 1 i 2, a pušten je pod napon nakon izgradnje EVP 110/25 kV Oštarije ($2 \times 7,5$ MVA).

Godine 1987. izgrađena je TS 110/35 kV Željezara (2×63 MVA) te je puštena u pogon priključenjem tada završenog dvostrukog odcjeka na DV 110 kV Pračno–TE Sisak (1967).

Završena je prva etapa izgradnje TS 110/20/10 kV Dubovac ($40 + 20$ MVA) pa je radikalnim priključenjem na rasklopište 110 kV u TS Švarča napojena transformacija u TS Dubovac. Transformatori su u nadležnosti DP Elektre Karlovac, a koristi se i tercijar za napajanje mreže 10 kV.

Za potrebe povećanja sigurnosti napajanja užeg područja grada Zagreba te dvostrukog umrežavanja na razini 110 kV buduće TS Trpimirova i EL-TO Zagreb, neposredno pred Univerzijadu u Zagrebu 1987. godine, izgrađeni su kabelski vodovi 110 kV: Jarun–EL-TO Zagreb i TE-TO Zagreb–Trpimirova. Kabelski vod 110 kV EL-TO–Trpimirova je izgrađen 1988. godine radi mogućnosti dvostrukog napajanja TS 110/20 kV Trpimirova i povezivanja TE-TO i EL-TO Zagreb.

Unutrašnje metalom oklopljeno i plinom izolirano postrojenje 110 kV (GIS) je izgrađeno 1988. godine u TS 110/20 kV Trpimirova. U TS Trpimirova ugrađena su dva transformatora od 40 MVA. Budući da su se 1988. godine očekivane struje kratkog spoja u zagrebačkoj mreži 110 kV približile vrijednostima nazivnih rasklopnih struja prekidača 110 kV u susjednim transformatorskim stanicama, kabelska petlja 110 kV između EL-TO–Trpimirova–TE-TO nije u redovnom pogonu zatvorena, već je kabel 110 kV EL-TO–Trpimirova u praznom hodu iz EL-TO Zagreb.

Za potrebe priključka HE Dubrava ($2 \times 40,3$ MW), izgrađen je DV 110 Prelog–HE Dubrava 1988. godine.

Jesenja oluja i mokri snijeg 1988. godine uzrokovali su rušenje skoro svih stupova DV 110 kV Pračno–Jajce 1 i 2, na dionici Pračno–Kostajnica, pa je ta dionica ostala vrlo dugotrajno neupotrebljiva za pogon.

Nakon završetka izgradnje TS 110/10(20) kV Dubec te uvođenja jedne trojke DV 110 kV Resnik–Ksaver u TS Dubec, uključena je transformacija 2×40 MVA u TS Dubec, 1989. godine.

Dalekovod DV 110 kV Samobor–Zaprešić izgrađen je 1989. godine za potrebe dvostrukog napajanja TS 110/20 kV Samobor i TS 110/20 kV Zaprešić. Uključenjem tog voda zatvoren je trokut 110 kV Rakitje–Samobor–Zaprešić.

Godine 1989. izgrađen je DV 110 kV Bjelovar–Mlinovac za potrebe priključka transformatorske stanice TS 110/10(20) Mlinovac. Transformatorska stanica TS 110/10(20) kV Mlinovac (20 MVA) puštena je u pogon 1989. godine.

Za potrebe osiguranja dvostrukog napajanja TS 110/35/10 kV Varaždin te smanjenja gubitaka u mreži 110 kV sjeverne Hrvatske, 1989. godine izgrađen je DV 110 kV Varaždin–HE Čakovec.

Izgradnjom dvostrukog voda 110 kV od TS Tumbri do DV 110 kV Rakitje–Zdenčina, pušten je u pogon 1989. godine DV 110 kV Rakitje–Tumbri 3.

Za potrebe napajanja Petrinje i mesne industrije Gavrilović, rješenjem *ulaz-izlaz* na DV 110 kV Pračno–Glina priključena je 1989. godine TS 110/10(20) kV Petrinja s transformatorom 20 MVA.

Godine 1989. puštena je u pogon HE Dubrava ($2 \times 40,3$ MW) s dvostrukim priključkom na mrežu 110 kV.

Dana 18. listopada 1989. godine u 8:32 sati trajno je isključena iz pogona najstarija transformatorska stanica 110 kV Klara na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb* te je započela demontaža postrojenja. Podsjetimo se: ta je transformatorska stanica puštena u pogon 1949. godine pod naponom 110 kV kao provizorno/privremeno rješenje, a trajala je 40 godina! Poznata izreka se obistinila: *Ništa ne traje tako dugo kao privremeno rješenje!*

Nakon opremanja vodnih polja uključen je DV 110 kV Tumbri–Zdenčina 1990. godine.

Područje sjeverozapadne Hrvatske u Domovinskom ratu, 1991.–1995. godina

U okviru *Hrvatske elektroprivrede* organizirana je *Direkcija za upravljanje i prijenos* 1. travnja 1991. godine. Unutar *Direkcije za upravljanje i prijenos* organizirani su Sektor za upravljanje i Sektor za prijenos te Ured potpore. Dotadašnje regionalne prijenosne organizacije organizirane su unutar Sektora za prijenos po prijenosnim područjima. *Elektroprenos-Zagreb* 1. travnja 1991. godine mijenja naziv u *Prijenosno područje Zagreb*.

Zbog ratom razorenih elektroenergetskih objekata te prekinutosti mreže 400 kV i 220 kV u Hrvatskoj te u Bosni i Hercegovini, bitno je ugrožena sigurnost napajanja sjeverozapadne Hrvatske. Nemogućnost prijenosa energije u sjeverozapadnu Hrvatsku s juga i istoka te neizvjesnost pogona TE Sisak uslijed agresorskog granatiranja vitalnih infrastrukturnih objekata, ubrzala je završetak izgradnje DV 400 kV Melina–Tumbri (1992. godine).

Budući da je 110 kilovoltna umreženost u TS Nedeljanec ključna za napajanje sjeverne Hrvatske te prijenos energije iz dravskih elektrana, agresor je 15. rujna 1991. izvršio granatiranje TS Nedeljanec iz obližnje vojarne u Varaždinu. Rasprsnuće granate je teško

ozlijedilo uklopničara u TS Nedeljanec te je oštetilo dva transformatora u TS Nedeljanec (Tr1 110/35 kV, 40 MVA i Tr 120/110 kV, 50 MVA). Kako su od granatiranja u TS Nedeljanec stradali sabirnički sustavi i prekidači 2Pv, izvršeno je privremeno prespajanje DV 110 kV Nedeljanec–HE Varaždin 1 i 2 na DV 110 kV Nedeljanec–Formin (*vožnja* preko Slovenije) a vod 110 kV TE Jertovec–Nedeljanec je spojen na TS Varaždin. Tada je privremeno napajanje Varaždina i okolice u cijelosti prebačeno na TS Varaždin.

Dana 26. rujna 1991. uslijed agresije na Hrvatsku oštećen je DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri te je prekinuta veza 400 kV između Slavonije i sjeverozapadne Hrvatske.

S namjerom uništenja ključnog čvorišta za funkcioniranje infrastrukturnih sustava sjeverozapadne Hrvatske te izazivanja opće panike u Zagrebu, agresor je 6. listopada 1991. u 15:07 sati izveo prvo raketiranje TS 400/110 kV Tumbri. Ubrzo nakon toga izveden je sličan napad i na drugu ključnu točku za napajanje Zagreba i šire okolice električnom energijom, TS 220/110 kV Mracilin, kojom prigodom je došlo do oštećenja opreme visokonaponskog postrojenja i ispada trafostanice iz pogona. Pogon je ponovo uspostavljen nakon nekoliko sati, a sljedećih dana uslijedili su popravci i zamjena opreme i uređaja. Pri drugom raketiranju TS Tumbri iz zraka agresor je teško ošteti Tr1 400/110 kV, 300 MVA u TS Tumbri 8. studenog 1991. godine u 13:55 sati. Osim granatiranja transformatora, neprijatelj je rafalno pucao iz zraka po postrojenju i ljudima u TS Tumbri. Pored velike materijalne štete na transformatoru, oštećena je relejna kućica, kabelski kanali i signalni kabeli te vozila *Prijenosnog područja Zagreb* u TS Tumbri. Nakon djelomičnog raspada sustava (Zagreb i okolica), uz učestale uzbune i naknadne detekcije kvarova, za 4 sata je uspostavljeno napajanje grada Zagreba.

Dana 23. prosinca 1991. godine agresor je izvršio granatiranje 110/35 kV Pračno pa su srušeni sabirnički sustavi GS1 i GS2 110 kV te oštećena VP 110 kV Mracilin 1 i 2 te rezervna polja 110 kV. Vrlo česta meta tih dana i mjeseci bio je i dvostruki dalekovod 110 kV Mracilin–Pračno kojeg su nevjerojatnom upornošću agresori gotovo svakodnevno pogađali a radnici *Prijenosnog područja Zagreb* nakon toga popravljali gotovo na prvoj liniji bojišnice.

Slična situacija je bila i na području Karlovca, i posebice Nove Gradiške gdje je pri pokušaju sanacije oštećenja postrojenja od granatiranja u studenom 1992. smrtno stradao poslovođa grupe trafostanica.

Za potrebe povećanja sigurnosti napajanja CPS Molve, u TS110/35 Virje ugrađen je drugi transformator 20 MVA koncem 1991. godine.



**Ratno razaranje stupa na DV 220 kV
Mracln-Brinje, 1991. godine**

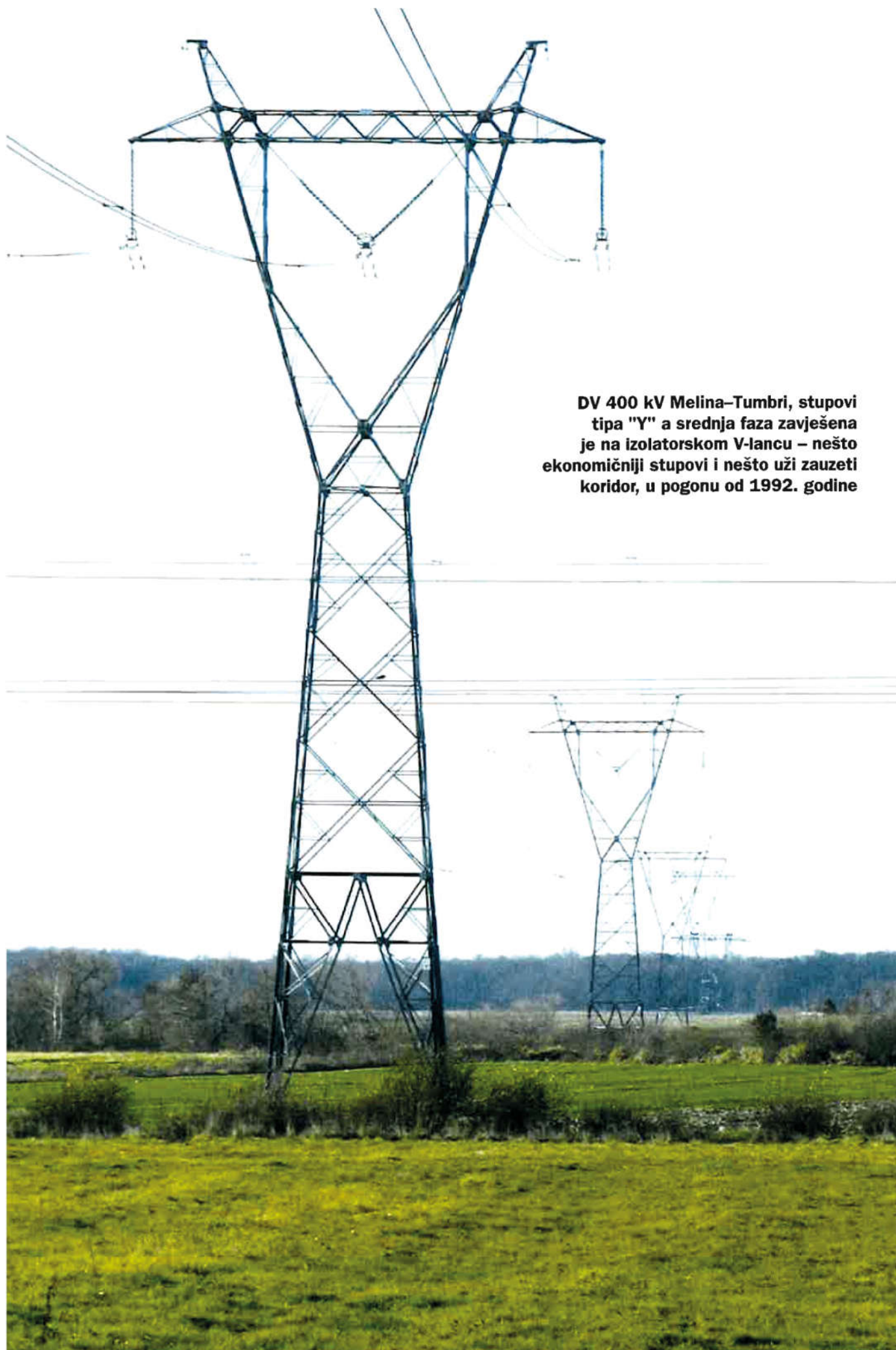
Godine 1992. je dionica tada neraspoloživog DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri spojena na DV 220 kV Mraclin–Jajce te se provizorij vodova duljine 280 km koristi za radijalno napajanje Slavonije pod naponom 220 kV (privremena TS “1505/2” 220/110 kV i TS 220/110 kV Đakovo). Predmetnim provizornim napajanjem osigurano je napajanje 80 posto tadašnjeg konzuma Slavonije.

U jeku Domovinskog rata, završena je izgradnja DV 400 kV Melina–Tumbri te je taj dalekovod pušten u probni pogon 28. svibnja 1992. godine. Uključenjem DV 400 kV Melina–Tumbri bitno je povećana sigurnost napajanja zagrebačke regije nakon povezivanja s jakim proizvodnim područjem zapadnog dijela Hrvatske, te prijenosnom mrežom 400 kV Slovenije, odnosno Italije.

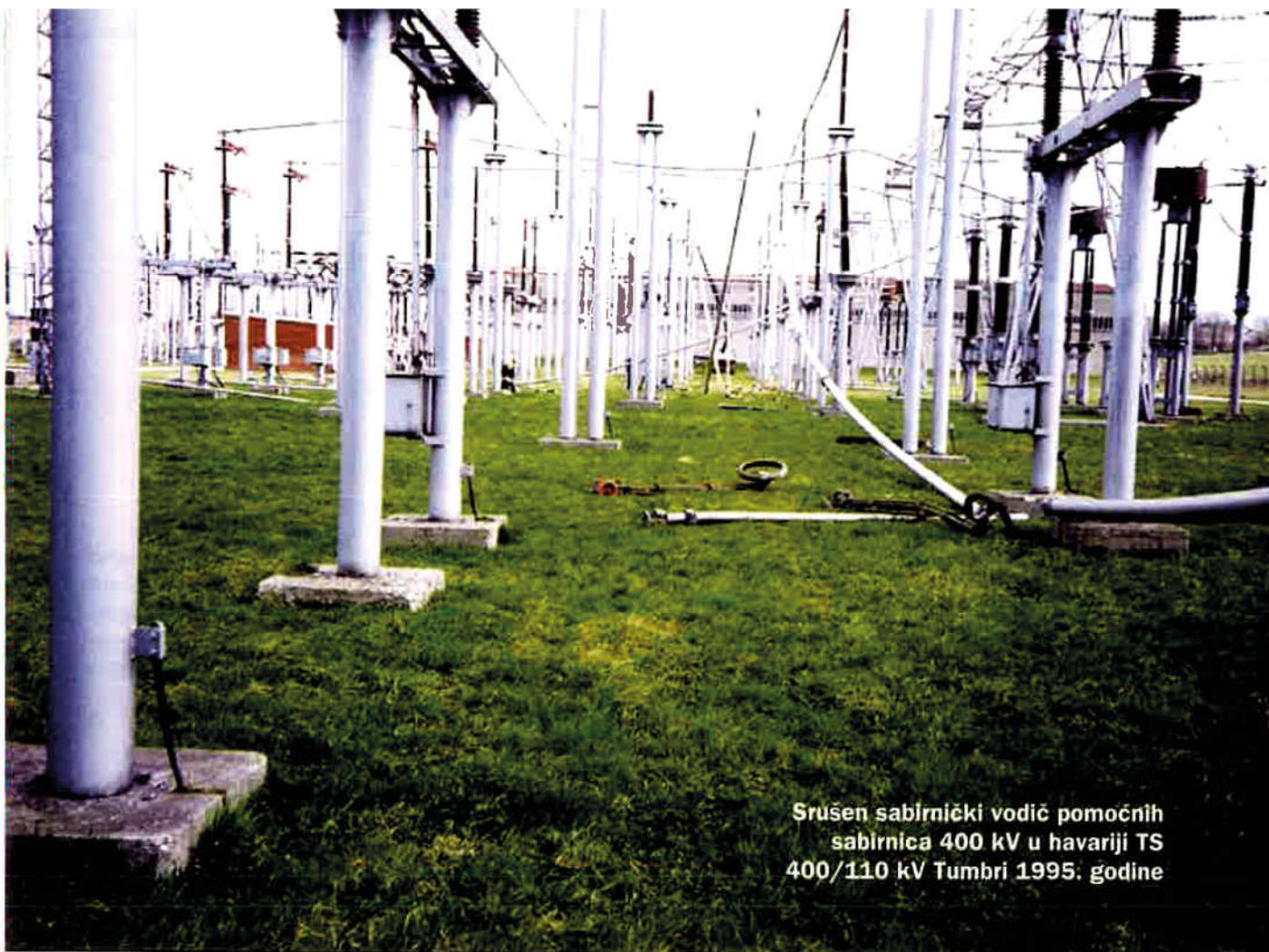
Usljed priključka većeg broja objekata na CDU Tumbri, u procesnom sustavu javljaju se poteškoće poput usporenog rada i osvježavanja informacija u CDU Tumbri pa je završeno opremanje još jednog CDU-a na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb*, u TS 220/110 kV Mraclin. CDU Mraclin je pušten u rad 1994. godine, a nadzor i upravljanje prijenosnom mrežom i objektima uključenim u SDV na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb* podijeljeni su na istočni (CDU Mraclin) i zapadni podsustav (CDU Tumbri). CDU Mraclin je preuzeo funkciju nadzora i upravljanja za 13 visokonaponskih postrojenja.

Dana 30. ožujka 1995. u 11:18 sati dogodila se havarija na pomoćnim sabirnicama 400 kV u TS Tumbri koja je uzrokovala raspad elektroenergetskog sustava s ispadom svih elektrana u sjeverozapadnoj Hrvatskoj uključujući i NE Krško. Uzrok havarije je olujni vjetar koji je izazvao rezonantne vibracije i lom srednjeg sabirničkog vodiča pomoćnih sabirnica 400 kV te njihovo rušenje na vodna polja 400 kV s oštećenjem sabirničkih rastavljača i mjernih transformatora. Tijekom noći sanirano je VP Krško 1 pa je dio postrojenja 400 kV osposobljen za pogon, a u mjesecima koji su slijedili izvršen je jedan od najsloženijih i najosjetljivijih zahvata u visokonaponskim postrojenjima u pogonu – zamjena sustava pomoćnih sabirnica bez isključenja objekta iz pogona koja je uspješno izvedena u 16 faza rada, nakon čega praktički do danas nije bilo kvarova na tom dijelu postrojenja.

Tijekom Domovinskog rata višestruko su oštećeni u većem opsegu, te neraspoloživi za redoviti pogon, sljedeći dalekovodi: DV 400 kV Ernestinovo–Tumbri, DV 220 kV Mraclin–Brinje, DV 220 kV Mraclin–Jajce, DV 220 kV Međurić–Prijedor, DV 110 kV Međurić–Nova Gradiška, DV 110 kV Pračno –Sunja 1 i 2, DV 110 kV Pračno–Petrinja, DV 110 kV Petrinja–Glina i DV 110 kV Vojnić–Slunj (pogonski napon 35 kV). Dulja neraspoloživost



**DV 400 kV Melina–Tumbri, stupovi
tipa "Y" a srednja faza zavješena
je na izolatorskom V-lancu – nešto
ekonomičniji stupovi i nešto uži zauzeti
koridor, u pogonu od 1992. godine**



Srušen sabirnički vodič pomoćnih
sablarnica 400 kV u havariji TS
400/110 kV Tumbri 1995. godine

predmetnih dalekovoda (od rujna 1991. godine) tijekom rata uzrokovana je okupacijom pojedinih dijelova sjeverozapadne Hrvatske. Na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb* okupirane su TS Petrinja i TS Glina.

Agresija na Hrvatsku imala je za posljedicu velika oštećenja na 26 dalekovoda 400, 220 i 110 kV na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb*. Na pojedinim dalekovodima bila su višestruka oštećenja pa čak i rušenja kompletnih dionica od nekoliko stupova. U sektoru "Zapad" i "Sjever" bilo je okupirano 30 posto teritorija *Prijenosnog područja Zagreb*.

U ratnim razaranjima također su, osim navedenih granatiranjem, bila oštećena postrojenja i građevinski objekti u TS Švarča, TS Dubovac, TS Pokuplje i EVP Oštarije.

Akcijama "Bljesak" u svibnju i "Oluja" u kolovozu 1995. godine oslobođeni su bivši sektor zapad i sjever čime je cjelokupni teritorij *Prijenosnog područja Zagreb* oslobođen. Odmah nakon toga helikopterskim pregledom trasa dalekovoda utvrđeni su stupanj i opseg rat-

nih razaranja, uništenja i oštećenja a u nastavku prioriteta i dinamika obnove kojoj se u nastavku pristupilo.

Ratna događanja na području sjeverozapadne Hrvatske te poslijeratna obnova oštećenih dalekovoda i postrojenja zahtijevali su izuzetan, gotovo nadljudski napor većine zaposlenika *Prijenosnog područja Zagreb*. Hrabrost zaposlenika *Prijenosnog područja Zagreb* te brzina i kvaliteta izvršenih poslova u ratnim uvjetima ukazuju na značajan doprinos *Prijenosnog područja Zagreb* oslobođenju Hrvatske.

Područje sjeverozapadne Hrvatske nakon Domovinskog rata, 1995.–2006. godina

Tijekom ljeta 1995. saniran je ratom oštećeni DV 110 kV Međurić–Nova Gradiška, pa je on pušten u pogon u rujnu 1995., što je predstavljalo pojačanje prijenosne veze Slavonije s ostatkom sustava.

Nakon ratnih oštećenja saniran je i DV 110 kV Mraclin–Pračno 1 i 2 te je pušten u pogon u listopadu 1995. godine.

Uslijed loma potpornog izolatora na GS1 u postrojenju 400 kV u TS Tumbri 28. rujna 1995. godine u 12:00 sati došlo je do pada segmenta sabirnica 400 kV GS1 na sabirnički rastavljač VP 400 kV Krško 1. Nakon isključenja kompletnog postrojenja 400 kV do 9:00 sati završena je sanacija oštećenog sabirničkog sustava. Taj kvar je uzrokovao redukciju od 600 MWh.

Uslijed preskoka u postrojenju 35 kV, u zimi 1996. godine teško su oštećeni, praktički uništeni energetske transformatori 110/35 kV, 2 × 20 MVA u TS Koprivnica a potpuno je uništeno postrojenje 35 kV. Za potrebe napajanja Koprivnice preseljen je prvi transformator 40 MVA iz TS Pračno u TS Koprivnicu u listopadu 1996. godine.

Za potrebe nabave jeftinije temeljne energije iz tranzicijskih zemalja središnje i istočne Europe te potrebe jačeg umreživanja Hrvatske s središnjom Europom, 1995. godine započela je izgradnja dvostrukog voda 400 kV od lokacije buduće TS Žerjavinec do mađarske granice. Planiran je priključak jedne trojke 400 kV na TS 400/120 kV Heviz, a druge trojke na TS 400/110 kV Maribor. Specifičnost druge trojke je povezivanje Hrvatske i Slovenije preko mađarskog prostora. Zatvaranjem trokuta 400 kV između TS Heviz, TS Žerjavinec

**TS 110/20 kV Ivanec (sadašnji izgled),
u pogonu od 1998. godine**



i TS Maribor bitno bi se povećale prijenosne moći u prijenosnoj mreži te sigurnost pogona elektroenergetskih sustava tih zemalja.

Nakon završetka izgradnje dionice voda 400 kV od Veleševca do buduće TS Žerjavinec te završetka DV 400 kV Žerjavinec–Heviz 1, u studenom 1999. godine uključen je DV 400 kV Tumbri–Heviz. Takav način korištenja bio je privremenog karaktera, do izgradnje TS Žerjavinec, a sastojao se od prespojenih dionica Tumbri–Veleševac, Veleševac–Žerjavinec i Žerjavinec–Heviz, ukupne duljine 231 kilometar. Tadašnje visoko opterećenje (do 1 160 MW) i iskorištenje (preko 40 posto) DV 400 kV Tumbri–Heviz potvrdilo je opravdanost povezivanja s Mađarskom te bitno povećalo mogućnost regionalnog prijenosa energije s sjeveroistoka Europe na zapad (Italija).

Budući da je Hrvatskoj obustavljena isporuka električne energije iz NE Krško od kolovoza 1998. godine do svibnja 2003. godine, zbog spora oko troškova pogona i investicijskog

održavanja NE Krško, DV 400 kV Tumbri–Heviz je omogućio nabavu povoljne električne energije za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sustava. Premda su tokovi na DV 400 kV Tumri–Heviz uzrokovali povećanje gubitaka u prijenosnoj mreži na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb* za 150 GWh/godišnje, taj je dalekovod omogućio ekonomičan i siguran pogon hrvatskog elektroenergetskog sustava u razdoblju nakon Domovinskog rata.

Godine 1997. izvršeno je razminiranje trase i popravak DV 220 kV Mraclin–Jajce (dionica Petrinja–Kostajnica, privremeno pod naponom 35 kV) i DV 110 kV Pračno–Sunja 1 i 2.

Završena je izgradnja TS 110/20(10) kV Ivanec, 1998. godine, pa je puštanjem u pogon DV 110 kV Nedeljanec–Ivanec i DV 110 kV Ivanec–Straža ta trafostanica priključena na mrežu 110 kV s transformacijom od 2×20 MVA, te je zatvorena zagorska petlja 110 kV i omogućeno dvostrano napajanje TS Straža.

Godine 1998. izgrađena je TS 110/20(10) EL-TO Zagreb za potrebe priključka preseljenih plinskih blokova iz Splita u EL-TO i priključka transformatora (2 × 40 MVA). Postrojenje 110 kV u EL-TO Zagreb je unutrašnje izvedbe izolirano plinom (GIS).

Za potrebe rješavanja mogućih poteškoća oko *prijelaza milenija* (poznate pod nazivom *problem Y2k*) u CDU Tumbri i CDU Mraclin ugrađena su zamjenska računala PDP11/94.

Završena je rekonstrukcija oba sabirnička sustava 400 kV u TS Tumbri (zamijenjeni potporni izolatori i stezaljke, ugrađeno antivibracijsko uže, modificiran način učvršćenja sabirnica). U 2000. godini radi povećanja raspoloživosti ključnih postrojenja *Prijenosnog područja Zagreb* provedena je zamjena dijela pneumatskih prekidača SF₆ prekidačima u TS Tumbri (prekidači u spojnim poljima 400 kV) i TS Mraclin (prekidači 220 kV u VP Brinje, VP TE Sisak i spojnem polju).

Koncem 2000. godine dovršeno je kompletiranje TS 110/35 kV Ludbreg. Ugrađena je suvremena primarna i sekundarna oprema u VN- i SN-postrojenju te je postrojenje 110 kV i transformacija 110/35 kV uključena u SDV (CDU Tumbri), a postrojenje 35 kV u SDV DP *Elektre Koprivnica*.

Temeljem pokazatelja statistike pogonskih događaja, te rezultata ekspertize stanja, izvršena je zamjena izolatora i ovjesnog materijala na DV 110 kV Nedeljanec–Jertovec (126 stupova) i DV 110 kV Ivanić–Bjelovar (110 stupova).

U svim objektima *Prijenosnog područja Zagreb* ugrađena je oprema za sinkronizaciju vremena preko GPS-uređaja. Sva postrojenja u nadležnosti *Prijenosnog područja Zagreb* pokrivena su sustavom daljinskog prikupljanja i obrade mjernih električnih veličina DGC2000 (proizvođač *Data & Gyr*), odnosno napuštena je stara tehnologija sumarnih brojila, maksiprinta i uklopnih satova.

Koncem 2000. godine zatvoren je zagrebački optički prsten (OPGW) NDC–Resnik–Mraclin–Tumbri–Botinec–Rakitje–NDC pa je telekomunikacijski promet preusmjeren na TS Resnik.

Temeljem prijedloga *Prijenosnog područja Zagreb*, usvojeno je novo uklopno stanje prijenosne mreže s redovnim pogonom oba sabirnička sustava i uključenim spojnim poljem u sljedećim VN-postrojenjima: TS Tumbri 400 i 110 kV, TS Mraclin 220 i 110 kV, TS Resnik 110 kV, TS Nedeljanec 110 kV, TS Međurić 110 kV, EL-TO Zagreb 110 kV i TS Dubec 110 kV.

U sjedištu *Prijenosnog područja Zagreb* instalirano je mjerilište za potrebe umjeravanja obračunskih i pogonskih brojila (klase 0,2 i 0,5) te je ishoda ovjernica za mjeriteljski laboratorij od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo. Trideset godina star ispitni stol *Landis & Gyr* zamijenjen je ispitnim stolom, etalonskim brojilima i pomoćnom opremom njemačkog proizvođača *Zera*.

U 2001. godini sav promet s mikrovalnih veza Tumbri–Sljeme–NDC, Tumbri–Mraclin i NDC–Sljeme–Ivančica–HE Dubrava prebačen je na optički sustav veza. Instalirana je novonabavljena oprema za mikrovalnu vezu kapaciteta 155 Mb/s na potezu Sljeme–Ivančica–HE Varaždin.

Za potrebe osiguranja drugog čvorišta 400 kV u sjeverozapadnoj Hrvatskoj te realizacije pripremnih aktivnosti za rekonekciju prve i druge sinkrone zone UCTE, u proljeće 2002. godine započeta je izgradnja TS 400/220/110 kV Žerjavinec. Predmetna stanica je interkonekcijskog značaja jer povezuje tri države te omogućuje povezanost visokoopterećene mreže 400 kV i podopterećene mreže 220 kV. Izgradnja te stanice i priključaka vodova 400 kV, 220 kV i 110 kV ugovorena je s konzorcijem domaćih izvoditelja, predvođenih tvrtkama *Končar* i *Dalekovod*.

U 2002. godini završena je rekonstrukcija i proširenje TS 110/10(20) Dubec s pet novih polja 110 kV. Proširenje TS Dubec je u funkciji realizacije značajnijeg prihvata energije iz

TS Žerjavinec (prijenosna moć voda je 2×300 MVA) te povećanja sigurnosti napajanja distribucijske mreže istočnog dijela Zagreba. Pojačanje transformacije (2×40 MVA) te dvostruki vodovi prema TS Žerjavinec, TS Resnik i TS Ksaver bitno povećavaju sigurnost napajanja lokalnog konzuma.

Godine 2002. završena je sanacija ratom oštećenog DV 220 kV Prijedor–Međurić. Nakon saniranja DV 110 kV Praćno–Sunja 1 i 2, dalekovod je pušten u pogon za potrebe napajanja i pogona EVP Sunja.

U 2002. godini puštena je u pogon znatna količina širokopojasnog prometa sustavom optičkih veza pa je izgrađena optička mreža ušla u stanje potpune eksploatacije, odnosno aktivirani su svi dijelovi optičke mreže na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb*.

Završena je izgradnja teškog DV 110 kV Žerjavinec–Dubec 1 i 2 ($2 \times 360/57$ mm²) i DV 110 kV Žerjavinec–Dugo Selo koncem 2003. godine.

Za potrebe pojačanja sigurnosti napajanja šireg zagrebačkog područja i Zagorja rješenjem *ulaz-izlaz* uveden je DV 110 kV Resnik–Jertovec u postrojenje 110 kV u TS Žerjavinec.

Nakon revitalizacije polja 220 kV Prijedor u TS Međurić, ono je uključeno u pogon u svibnju 2003. godine. Budući da je tada prijenosna mreža u BiH bila podijeljena s priključkom na I. i II. sinkronu zonu UCTE te je postojala opasnost raspada mreže 220 kV u sjeverozapadnoj Hrvatskoj u slučaju povlačenja značajnije snage iz TS Međurić, na tomvodu je dodatno ograničena snaga prema TS Prijedor.

TS 400/220/110 kV Žerjavinec je uključena u probni pogon u lipnju 2004. godine, a u prosincu 2004. godine izdana je uporabna dozvola.

Uključenjem transformacije 400/110 kV u TS Žerjavinec (2004) rasterećena je transformacija u TS Tumbri za 300 MW, a grad Zagreb i okolica dobili su dugo očekivano dvostrano napajanje iz superponirane mreže 400 kV.

Za potrebe usklađenja zapisa događaja na interkonekcijskim vodovima te pripremnih aktivnosti za rekonekciju UCTE, u rujnu 2004. godine provedeno je usklađenje redoslijeda faza na 7 interkonekcijskih dalekovoda između hrvatske i mađarske te hrvatske i sloven-



TS 400/220/110 kV Žerjavinec,
pri dovršetku građenja, u pogonu
od 2004. godine



ske prijenosne mreže. Rekonekcija hrvatskog i bosanskohercegovačkog sustava, nakon usklađenosti faza, provedena je uključanjem DV 110 kV Tumbri– Krško 1.

Rekonekcija prve i druge sinkrone zone UCTE provedena je 9. studenog 2004. godine. Sjedište međunarodnog tima za rekonekciju bilo je u Zagrebu.

Nakon izgradnje bloka K u TE-TO Zagreb te realizacije Programa Žerjavinec, u zagrebačkoj mreži 110 kV bitno su povećane struje kratkog spoja (u pojedinim postrojenjima 110 kV iznad 30 kA). Budući da stariji prekidači 110 kV nemaju odgovarajuću kratkospojnu čvrstoću, na inicijativu *Prijenosnog područja Zagreb* provedena je analiza stanja i predloženo sekcioniranje zagrebačke mreže 110 kV na Zagreb-zapad i Zagreb-istok u rasklopištu TE-TO Zagreb. Provedenim sekcioniranjem 19. studenog 2004. godine nije smanjena sigurnost pogona zagrebačke mreže 110 kV niti su bitno promjenjeni tokovi snaga. Sekcioniranjem mreže omogućeno je vremenski prihvatljivo planiranje zamjene tridesetak starijih pneumatskih prekidača 110 kV u nadležnosti *Prijenosnog područja Zagreb*.

Početkom 2004. godine na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb*, odnosno u TS 110/20/10 kV Botinec priključen je prvi uređaj mrežnog tonfrekvencijskog upravljanja (MTU) na razini 110 kV. Instalacijom dva ili više MTU-uređaja na razini 110 kV namjerava se pokriti šire zagrebačko područje radi zamjene petnaestak starijih MTU-uređaja na razini 30 kV. Budući da su pojedini MTU-uređaji ugrađeni još davne 1963. godine, instalacija MTU-uređaja na razini 110 kV treba povećati sigurnost upravljanja tarifnim vremenima i dirigiranom potrošnjom te smanjiti troškove održavanja u području mrežnog tonfrekvencijskog upravljanja. Prva iskustva pogona MTU-uređaja na razini 110 kV upućuju da uređaj treba električki udaljiti od transformatorskih stanica više naponske razine (TS 400/× kV i 220/× kV), odnosno uređaje instalirati u centar mreže 110 kV ili u postrojenja 110 kV gradskih elektrana.

Za potrebe dvostrukog napajanja autoceste i pripadnih tunela započela je izgradnja TS 110/35 kV Oštarije, odnosno proširenje bivšeg EVP 110/25 kV Oštarije, tom je istom završena i uključena u prijenosni sustav 2005. godine. Iz HE Gojak u TS Oštarije su preseljena oba transformatora 110/35 kV 2 × 20 MVA.

Opremanjem i ispitivanjem VP 110 kV Žerjavinec u TS Dugo Selo u cijelosti je završen Program Žerjavinec. Uključanjem DV 110 Žerjavinec–Dugo Selo u proljeće 2005. godine bitno je povećana sigurnost napajanja TS Dugo Selo, a visoko vršno opterećenje tog



TS 400/220/110 kV Žerjavinec,
postrojenje 400 kV, u pogonu od
2004. godine



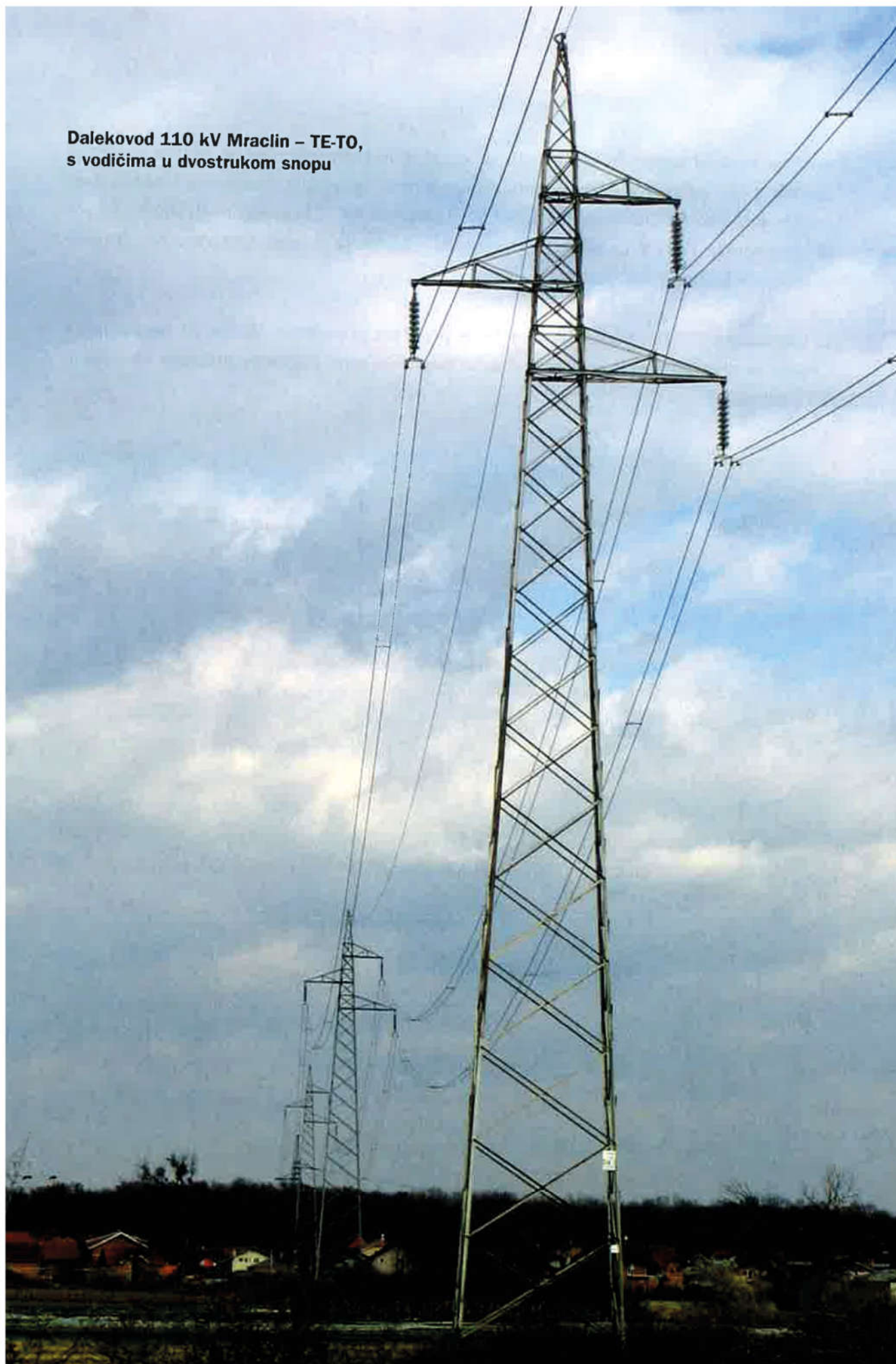
Radovi na usklađenju redoslijeda faza hrvatskog i zapadnoeuropskog elektroenergetskog sustava na DV 2 × 400 kV Tumbri-Krško, 2004. godine

dalekovoda (> 70 MW) potvrđuje značaj njegove raspoloživosti za sigurnost napajanja konzuma Koprivnice i Bjelovara. Naročit značaj izgradnje DV 110 kV Žerjavinec–Dugo Selo očituje se u razdobljima male proizvodnje hidroelektrana na Dravi (zima), budući da predmetni vod povećava prienosnu moć k sjevernom dijelu mreže *Prijenosnog područja Zagreb* te poboljšava naponske prilike u tom dijelu mreže 110 kV.

Na lokaciji TS 400/220/110 kV Žerjavinec započeta je izgradnja novih pogonskih zgrada – zgrada pogonskih ekipa Službe primarne opreme, zgrada elektromehaničke radionice i autoservisna zgrada, te nadogradnja kata na zgradi Mrežnog centra Žerjavinec za potrebe Službe primarne opreme, radi planiranog preseljenja Službe za primarnu opremu te Odjela za transport *Prijenosnog područja Zagreb*. Izgradnja je završena polovinom 2006. godine.

Istovremeno su u okviru realizacije ICT-ova projekta HEP-OPS-a, u skladu s usvojenim konceptom vođenja hrvatskog prienosnog sustava (Nacionalni dispečerski centar + četiri

**Dalekovod 110 kV Mraclin – TE-T0,
s vodičima u dvostrukom snopu**



mrežna centra) započete aktivnosti na dovršetku izgradnje zgrade Mrežnog centra Zagreb u TS Žerjavinec. Mrežni centar Zagreb treba objediniti dosadašnje funkcije nadzora i upravljanja CDU Tumbri i CDU Mraclin te od NDC preuzeti nadležnost nad vođenjem mreže 110 kV na teritoriju *Prijenosnog područja Zagreb*. Izgradnja MC Zagreb završena je krajem 2006. godine.

U jesen i zimu 2006. godine realiziran je program preseljenja Službe za održavanje i Odjela za transport *Prijenosnog područja Zagreb* u nove poslovne prostore na lokaciji TS Žerjavinec.

Povijest telekomunikacijske djelatnosti

Vrlo važan sustav za funkcioniranje prijenosa električne energije, kao i cijele elektroprivrede, su telekomunikacije. Razvoj telekomunikacija u Hrvatskoj elektroprivredi započet je isključivo za potrebe pogona i pratio je razvoj elektroenergetske mreže. S vremenom su te telekomunikacije od skupa diskretnih veza prerasle u telekomunikacijsku mrežu (tk-mrežu) koju koriste svi organizacijski dijelovi Hrvatske elektroprivrede i danas je to jedna od njegovih bitnih tehničkih infrastruktura.

Početne potrebe vođenja elektroenergetskog sustava zadovoljavali su sustavi VF-veza i govornih radijskih komunikacija. Uvođenjem automatizacije u vođenje elektroenergetskog sustava, tj. uvođenjem sustava daljinskog vođenja s nacionalnim dispečerskim centrom (NDC) i centrima daljinskog upravljanja (CDU) te informatizacijom poslovanja, potrebe za kvalitetnijim tk-vezama većeg kapaciteta rezultirale su izgradnjom višekanalnih, najprije analognih, a kasnije i digitalnih sustava radijskih veza. Međutim, radijski sustavi nisu mogli osigurati vezu s onim elektroenergetskim objektima do kojih nema optičke vidljivosti, pa se dio tk-potreba HEP-a morao rješavati najmom kapaciteta od javnog telekomunikacijskog poduzeća. Kako su elektroenergetski objekti često izvan urbanih područja, niti javno tk-poduzeće nije moglo zadovoljiti sve komunikacijske potrebe HEP-a. Uz to, zahtjevi za raspoloživošću tk-veza koje povezuju elektroenergetske objekte, a posebice CDU i NDC, izrazito su visoki (od 90 do 99,99 posto).

U takvoj situaciji, a u prvom redu zbog izuzetne važnosti tk-sustava za sigurno vođenje EES-a, HEP se odlučio na izgradnju vlastite transportne tk-mreže. Odjel za telekomunikacijski sustav, koji je od 1990. godine djelovao unutar Sektora za upravljanje *Direkcije za upravljanje i prijenos* kao krovna organizacijska jedinica za telekomunikacije, začetnik je jedinstvenog planiranja i razvoja tk-sustava HEP. Taj je odjel početkom '90. godina prošlog stoljeća pristupio izradi temeljnih dokumenata za sustavan pristup razvoju digitalne

tk-mreže veza HEP, sa zahtjevom da na cjelovit način zadovolji informacijske i komunikacijske potrebe svih kategorija korisnika iz tehnoloških i poslovnih sustava HEP-a, od procesne informatike, telefonske mreže dispečerske službe, službe sekundarne regulacije energetskog sustava, službe zaštite dalekovoda i mreže obračunskih mjerenja, do komutacijske mreže HEP te mreže poslovne informatike.

Osnovna koncepcija HEP-ove digitalne tk-mreže definirana je studijom Generalni plan mreže veza HEP-a iz 1993. godine. Generalnim planom mreža je razložena na komutacijsku i prijenosnu (transmisijsku) ravninu. Za prioritetni transmisijski medij nacionalne tk-mreže HEP odabran je optički kabel gdje se prednost daje postavljanju novog zaštitnog užeta s ugrađenim optičkim nitima (engl. *Optical Ground Wire, OPGW*). Nakon definiranja osnovne koncepcije krenulo se na izradu parcijalnih idejnih projekata za pojedine dijelove tk-mreže.

Prema Idejnom projektu Mreža veza HEP – Plan transmisijskih veza iz siječnja 1996. godine, transmisijska mreža je razložena na dvije razine:

- nacionalna (magistralna) – povezuje NDC, CDU-ove i najznačajnije objekte HEP-a, a rješava se sinkronom digitalnom hijerarhijom (SDH) te



- područna (pristupna) – organizirana unutar svakog od četiri prijenosna područja, povezuje elektroenergetske objekte s CDU-ovima, a rješava se pleziokronom digitalnom hijerarhijom (PDH).

SDH-mreža nacionalne razine organizirana je u prstenaste strukture s ukupno 8 prstenova međusobno spojenih u po dva čvora, što omogućuje jednostavno ostvarenje alternativnog puta za svaku vezu. Idejno rješenje razrađeno je u razdoblju od 1996. do 1998. godine, grupom izvedbenih projekata "SDH – transportni sustav HEP-a" i nabavljena je SDH- i PDH-oprema proizvođača *Siemens*.

Komutacijska ravnina tk-mreže HEP-a definirana je Idejnim projektom Mreža veza HEP – Plan transmisijskih veza iz 1997. godine. Zamišljena je kao hijerarhijska ISDN-poslovna komutacijska mreža s četiri hijerarhijske razine i 87 komutacijskih čvorova, koja je u potpunosti digitalna, umrežena korištenjem HEP-ove transmisijske mreže i treba zadovoljiti potrebe čitavog HEP-a.

Postavljanje novog zaštitnog užeta s ugrađenim optičkim nitima započelo je 1995. godine. Prvi takvi OPGW-i sadržavali su 10 ili 20 optičkih vlakana, dok u kasnijoj izgradnji prevladava OPGW sa 48 i 72 optičkih vlakana. Ukupno je izgrađeno oko 2000 kilometara optičkih kabela.

Reorganizacijom 1999. godine, organizacijski se razdvajaju prienos i upravljanje, a *Odjel za telekomunikacijski sustav* prelazi u *Sektor za poslovnu informatiku* HEP i postaje *Služba za telekomunikacije*. U prijenosnim područjima osnivaju se *Službe za tehničke poslove* i u njima *Odjeli za telekomunikacije* koji obavljaju poslove vođenja i održavanja telekomunikacija. Istovremeno, intenziviraju se radovi na izgradnji tk-infrastrukture. Tijekom 1999. godine započeta je montaža SDH- i PDH-opreme i to gotovo istovremeno na prostorima prijenosnih područja Zagreb, Rijeka i Split. Prve radove izveli su vanjski izvođači, da bi ubrzo veći dio posla preuzeli radnici iz odjela za telekomunikacije. Do 2003. godine izgrađena je SDH-mreža kapaciteta STM 1 (155 Mbit/s) s 25 SDH-čvora u tri prijenosna područja. Izgradnju je pratilo prebacivanje veza poslovnih i procesnih korisnika na HEP-ovu optičku, SDH i/ili PDH infrastrukturu. U istom razdoblju intenzivno se gradi digitalna komutacijska mreža sustavima proizvođača *Siemens* i *Ericsson*, te je 2003. godine dosegnuta izgrađenost od oko 70 posto.

Koncepciju daljnjeg razvoja tk-sustava 2004. godine definira novi Generalni plan razvoja mreže veza HEP, a razvoj komutacijskog sustava Idejni projekt Plan komutacijske mreže



HEP iz 2005. godine. Kao odgovor na stalni porast zahtjeva u pogledu potrebne količine podataka koju treba razmjenjivati, pogotovo u poslovnoj informatici, HEP je 2004. godine započeo dogradnju kapaciteta magistralne transmisije mreže uvođenjem tehnologije valnog multipleksa (CWDM i DWDM) kod koje se preko istog vlakna različiti signali prenose preko različitih valnih duljina. Za realizaciju DWDM-mreže odabran je sustav koji podržava do 32 valne duljine. Do kraja 2004. godine završena je i puštena u rad prva faza koja je obuhvaćala dijelove od NDC-a prema jugu zemlje. SDH-mreža preustrojena je na tri područne transmisije mreže (zagrebačka, riječka i splitska), a njezinu prijašnju ulogu magistralne transmisije mreže preuzima DWDM-mreža. Na kritičnim dijelovima mreže podignuta je razina SDH-hijerarhije do STM-4 (622 Mbit/s).

Od 2004. do 2006. godine izgrađena je SDH- i PDH-mreža HEP na teritoriju *Prijenosnog područja Osijek* kapaciteta do STM-16 (2,5 Gbit/s), a izvedena je i rekonfiguracija zagrebačkog prstena na kapacitet STM-16. Sveukupno je instalirano 58 novih SDH-čvorova novom generacijom SDH-opreme koja je unaprijeđena tehnologijama za učinkovitiji prijenos podatkovnog prometa i opremljena sučeljima za priključenje opreme temeljene



Mrežni centar Osijek s telekomunikacijskim stupom 2006. godine

na Ethernet, Fast Ethernet i Gigabit Ethernet tehnologiji. U istom razdoblju, izvedena je i druga faza izgradnje DWDM-mreže, koja je obuhvaćala sjeverni i istočni dio zemlje s centrom u Osijeku. Tijekom 2006. godine izvedena je i druga faza izgradnje optičke mreže HEP-a kojom je montirano oko 1 100 kilometara OPGW-a. Time je između ostalog i na području Istre i juga Dalmacije stvorena pretpostavka za izgradnju privatne transmisijske mreže. Osigurane su veze prema elektroprivredama u susjednim zemljama. Za potrebe povezivanja IP-mreža poslovne informatike na područnoj razini izgrađena je mreža CWDM, dok se za njihovo povezivanje na magistralnoj razini koristi DWDM.

Također, završena je izgradnja digitalne komutacijske mreže.

Kao odgovor na hrvatske energetske zakone, donesene krajem 2004. godine, tijekom 2005. godine osnovano je društvo *HEP-Operator prijenosnog sustava*. Jedna od njegovih temeljnih djelatnosti je pogon i održavanje, razvoj i izgradnja prijenosne mreže i pripadnog informatičkog i komunikacijskog sustava. Unutar HEP-OPS osnovan je *Sektor za informacijsko komunikacijske tehnologije*, zadužen za koordinaciju, standardizaciju i

razvoj cjelokupnog procesnog sustava informatičke i komunikacijske tehnologije HEP-OPS-a. Iste godine HEP-OPS započeo je projekt revitalizacije informacijskog i komunikacijskog sustava za vođenje elektroenergetskog sustava HEP-OPS, čija je učinkovitost preduvjet uspješnog poslovanja na otvorenom tržištu. Kao rezultat, u studenom 2007. godine potpisan je ugovor o provedbi projekta Funkcije vođenja elektroenergetskog sustava. Tim projektom mijenja se arhitektura sustava vođenja elektroenergetskog sustava koji s tradicionalne serijske arhitekture prelazi na mrežnu komunikacijsku arhitekturu, čime će njegov uspješan rad ovisiti o pouzdanosti i sigurnosti pripadnog tk-sustava puno više nego do tada. Uvođenjem novog sustava vođenja znatno će se promijeniti zahtjevi prema pripadnom tk-sustavu, a povećat će se i odgovornost *Sektora za ICT* i odjela za telekomunikacije za siguran i pouzdan rad HEP-OPS-ovih telekomunikacija. Na osnovi 50-godišnjeg iskustva vjerujemo da će HEP-OPS-ove telekomunikacije i ovog puta uspješno odgovoriti na promjene potreba sustava vođenja elektroenergetskog sustava i učinkovito pratiti njegov razvoj.

I na kraju, važno je naglasiti da HEP-ova privatna tk-infrastruktura ne bi bila to što jest bez radnika uključenih u njen razvoj i održavanje jer na raspoloživost veza utječe i vrijeme u kojem se otkloni kvar i vrati vezu u funkciju. U domeni odjela za telekomunikacije prijenosnih područja Zagreb, Rijeka, Split i Osijek su pogon, priprema održavanja, održavanje, zamjena, prilagodba, parametriranje, ispitivanje i unaprjeđenje uređaja i sustava telekomunikacija u postrojenjima prijenosnih područja i mrežnim centrima. HEP-OPS je uvijek veliku pozornost pridavao kvaliteti organizacije, obučenosti i opremljenosti službe za održavanje čiji radnici se kvalitetno i kontinuirano školuju i opremaju svim tehničkim sredstvima, od upravljačkih sustava, mjernih instrumenata, pričuvnih dijelova preko sredstava veza do transportnih vozila. U HEP-OPS se danas telekomunikacijskim poslovima bavi oko 60 radnika, što je gotovo polovica od ukupno 140 radnika uključenih u tk-poslove HEP-a.

Razvoj informacijsko-komunikacijskog sustava

Izgradnja sustava daljinskog vođenja započela je u Hrvatskoj elektroprivredi početkom '80. godina i u kratkom roku je opremljeno i stavljeno u funkciju pet centara daljinskog upravljanja (CDU) i Nacionalni dispečerski centar u Zagrebu (NDC). U to vrijeme izgrađeni sustav je predstavljao jedno od najmodernijih rješenja koja su bila raspoloživa na međunarodnom tržištu. Realizirano rješenje sustava daljinskog vođenja slijedi hijerarhijsku strukturu elektroenergetskog sustava, uvažava u potpunosti usvojeni model vođenja, filozofiju eksploatacije i sve zahtijevane tehničke značajke.

Na najvišoj razini, u Nacionalnom dispečerskom centru ugrađeni su SCADA (*System Control And Data Acquisition*) i EMS (*Energy Management System*), programski sustavi koji objedinjuju vizualizaciju i razmjenu podataka iz više tehnološki različitih podsustava. U svim ostalim centrima daljinskog upravljanja instaliran je programski sustav SCADA. U transformatorskim stanicama, elektranama i rasklopištima ugrađene su daljinske stanice, dok se od 1996. godine u novoizgrađene i rekonstruirane objekte umjesto klasičnih daljinskih stanica ugrađuju distribuirani sustavi lokalnog i daljinskog nadzora i upravljanja, izvedeni u digitalnoj tehnologiji, uz primjenu koordinacije funkcija nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja.

U sustav daljinskog nadzora i upravljanja danas su uključeni svi objekti 400 kV, svi objekti 220 kV (iznimka je HE Orlovac), sve elektrane, svi objekti 110 kV koji su od sistemskog značaja i svi objekti koji imaju barem djelomično prilagođenu primarnu opremu za daljinski nadzor i upravljanje.

Nakon 2000. godine, kada je uspješno premošten i riješen problem Y2K (*milenijski bug*, 2000. godine), programski sustav u NDC Zagreb i centrima daljinskog nadzora i upravljanja su proširivani, dodavani su novi objekti. U NDC Zagreb provedena je kontinui-

rana nadgradnja i poboljšavanje već instalirane programske podrške, dodavane su nove funkcije, provedena je djelomična horizontalna i vertikalna integracija radi međusobne razmjene procesnih podataka i omogućavanja dohvata arhiviranih procesnih podataka svim potencijalnim korisnicima unutar elektroprivredne organizacije. Važnija unapređenja realizirana u NDC Zagreb u razdoblju 2001. – 2005. godine bila su:

- implementacija modernog višekorisničkog sustava za nadgledanje i analizu prijenosne mreže HEP-OPS u stvarnom vremenu i studijskom načinu rada
- implementacija programske podrške za obavljanje funkcija koordinatora regulacijskog bloka kao priprema za preuzimanje voditeljstva regulacijskog bloka Slo-Hr-BiH uz podršku za funkcije na razini regulacijskog područja
- izgradnja je čvora *Electronic Highway* (EH-čvor) kao dijela privatne mreže ETSO (*European Transmission System Operators*, Udruga europskih operatora prijenosnih sustava) namijenjene isključivo operatorima prijenosnih sustava, a koji je već 2004. godine povezan s centrima u Budimpešti i Ljubljani, te 2005. godine s centrom u Beogradu. Povezivanje s centrom u Sarajevu izvedeno je naknadno, kada je centar u Sarajevu ispunio uvjete za ostvarenje EH-čvora.

Godine koje slijede obilježene su velikim promjenama u energetsom sektoru. Nastupa razdoblje restrukturiranja energetskog sektora, liberalizacija tržišta električne energije i intenzivna primjena komunikacijsko informacijske tehnologije u svim segmentima poslovanja elektroprivredne organizacije.

Znatno se povećava razmjena električne energije između sve većeg broja sudionika na tržištu. Shodno tome, a radi održanja operativne sigurnosti u takvoj rastućoj i sve kompleksnijoj mreži, potrebna je stalna kontrola svih parametara rada elektroenergetskog sustava u stvarnom i izvan stvarnog vremena, brzo i učinkovito rješavanje nastalih problema te njihovo predviđanje, kako bi se na što manju moguću mjeru svele nestabilnosti u radu sustava i onemogućili bilo kakvi prekidi u isporuci električne energije. Otvoreno tržište električne energije bitno utječe i na ulogu operatora prijenosnog sustava – nameće se potreba za novim funkcijama, novim podacima, te standardiziranom razmjenom svih potrebnih podataka o radu vlastitog elektroenergetskog sustava sa susjednim regulacijskim područjima i koordinatorom rada europskih operatora sustava unutar UCTE-a (*Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity*, Unija za koordinaciju prijenosa električne energije), te ostalim sudionicima tržišta. Sve navedene promjene i zahtjeve prema radu operatora prijenosnog sustava nije moguće podržati bez dobro koncipirana rješenja i razvijenog ICT-sustava. Može se konstatirati da je izgrađena informacijsko komunikacijska infrastruktura nužan uvjet restrukturiranja elek-

troprivredne organizacije i njezina uspješnog djelovanja u uvjetima otvorenog tržišta i globalnom povezivanju.

Informacijsko-komunikacijska tehnologija koja se obilježava kraticom ICT (*Information and Communication Technology*) najprodornija je generička tehnologija današnjice. Predstavlja spregu mikroelektronike, računalne tehnologije i komunikacija, a omogućuje prihvata, pohranjivanje, prijenos i jednostavno korištenje svih vrsta informacija.

U sklopu reorganizacije *Hrvatske elektroprivrede* i osnivanja društva HEP-OPS, Uprava je prepoznala važnost i značaj informacijsko-komunikacijskih tehnologija u elektroprivrednoj djelatnosti te je 1. studenog 2005. godine osnovan *Sektor za informacijsko komunikacijske tehnologije* (*Sektor za ICT*). Sektor za ICT zadužen je za koordinaciju, standardizaciju i razvoj cjelokupnog procesnog sustava informacijske i komunikacijske tehnologije HEP-OPS. Opseg poslova i aktivnosti novoformiranog sektora znatno je proširen u odnosu na prethodne poslove koji su bili prije nominirani u *Službi za procesnu informatiku* i *Službi za procesnu potporu*. Izražena prisutnost informacijsko-komunikacijskih tehnologija u svim segmentima procesnog sustava (vođenje elektroenergetskog sustava) i njegovo tehnološko jedinstvo odredili su okvire i ustrojstvo ICT-sustava HEP-OPS-a. U kontekstu organizacijskog ustroja i pridijeljenih nadležnosti, ICT-sustav HEP-OPS-a uključuje:

- informatičku opremu i programske sustave u svim upravljačkim centrima prijenosne mreže (NDC i mrežni centri, MC)
- opremu i sustave u transformatorskim stanicama i rasklopištima prijenosne mreže: daljinske stanice, sustavi lokalnog i daljinskog nadzora i upravljanja, lokalne procesne mreže, relejna zaštita, sustavi monitoringa primarne opreme i pomoćnih pogona
- sustav obračunskih mjerenja
- pripadne telekomunikacije i komunikacije
- sustav sekundarne i tercijarne regulacije
- poslovno-tehnički informacijski sustav.

U lipnju 2005. godine donesena je odluka o revitalizaciji informacijsko-komunikacijskog sustava HEP-OPS. Razlozi za revitalizaciju ICT-sustava su: tehnološka zastarjelosti dijela ugrađene informatičke opreme u centrima i objektima prijenosne mreže, dosegnut kraj vijeka trajanja pojedinih dijelova sustava, neujednačen stupanj izgrađenosti elemenata ICT-sustava u pojedinim dijelovima prijenosne mreže i dodatni zahtjevi i funkcije koje je nametnula nova organizacija, promjene u energetsom sektoru i otvaranje tržišta. Revitalizacija nije samo zamjena programske i sklopovske opreme, nego pretpostavlja uvođenje novih funkcija i novu organizaciju većine procesa, posebno u segmentu tržišta električnom

energijom, poslovanja i u funkcijama *HEP-Operatora prijenosnog sustava*. Kroz revitalizaciju će se uspostaviti standardna sučelja sukladno zahtjevima i potrebama novog okruženja u kojem će HEP-OPS djelovati i pravilima međunarodnih organizacija čiji je član. Zbog toga projekt revitalizacije ima veliko značenje ne samo za HEP-OPS, nego za cjelokupni razvoj hrvatskog elektroenergetskog sustava i tržište električnom energijom u Hrvatskoj.

Nakon pripremnog razdoblja, realizacija projekta revitalizacija započela je koncem 2006. godine sa sljedećim značajnijim aktivnostima vezanim uz NDC Zagreb:

- nadogradnja procesnog sustava dualnim funkcijama za siguran rad u uvjetima dereguliranog tržišta električne energije
- izgradnja programskog sustava za integraciju aplikacija
- uključenje HE Orlovac i HE Dubrovnik u sustav sekundarne regulacije snage razmjene i frekvencije.

Sagledivi razvoj informacijsko-komunikacijske tehnologije u HEP-OPS-u je većim dijelom zacrtan programom revitalizacije i ciljnog rješenja ICT-sustava. Glavne odrednice revitalizacije ICT-sustava HEP-OPS-a navedene su za svaku od cjelina prema dogovorenoj podjeli.

U svim centrima prijenosne mreže (NDC Zagreb, MC Rijeka, MC Split, MC Zagreb i MC Osijek), sukladno usvojenom modelu vođenja hrvatskog elektroenergetskog sustava i pridjeljenim nadležnostima i funkcijama, izgradit će se informacijski sustav koji će omogućiti obavljanje svih poslova *HEP-Operatora prijenosnog sustava*, današnjih i budućih. Funkcije se odnose na vođenje sustava, tržišne funkcije, funkcije obračuna i naplate, te – kao posebne kategorije – upravljanje bazom podataka, skladištenje podataka, simulator i *backup* procedure. Arhitektura sustava će se temeljiti na principima otvorenog sustava, što podrazumijeva:

- dobro definirana, normirana i o proizvođaču neovisna sučelja, odnosno protokoli
- upotrebom norma koje su razvijene, odnosno prihvaćene od industrijski priznatih organizacija i ustanova za i normizaciju (kao npr. IEC 61 850, IEC 61 970)
- eksplicitne propise za nadogradnju pomoću uključenja dodatnih elemenata s minimalnim utjecajem na cjelokupni sustav
- raspodijeljenu (distribuiranu) konfiguraciju
- međudjelovanje – mogućnost standardizirane razmjene podataka i poruka s drugim sustavima (izvan i unutar HEP-OPS)
- standardne komunikacijske protokole
- standardna sučelja između podsustava

- dostupnost bazama podataka
- izgradnju skladišta podataka kao nezamjenjivu osnovu sustava za potporu odlučivanju
- standardno korisničko sučelje
- modularnost i kompatibilnost aplikacijske programske podrške.

U transformatorskim stanicama i rasklopištima prijenosne mreže sagledivi razvoj ICT-sustava odnosi se na sljedeće:

- uključiti sve već izgrađene objekte prijenosne mreže u punom opsegu i sa svim funkcijama u daljinski nadzor i upravljanje, kao i svaki novoizgrađeni objekt
- ICT-sustav u svim transformatorskim stanicama organizirati sukladno normi IEC 61850
- u transformatorskim stanicama uspostaviti jedinstvenu procesnu lokalnu mrežu i komunikacijsko sučelje za cijeli elektroenergetski objekt
- uspostaviti sustav informacijske sigurnosti za sve procesne podsustave u objektu
- postupno mijenjati instalirane daljinske stanice, jer je većina više od dvadeset godina u pogonu
- u sve novoizgrađene i rekonstruirane objekte ugrađivati distribuirane sustave nadzora, upravljanja, zaštite i mjerenja, a u skladu s normom IEC 61850
- uvoditi sustave nadzora primarne opreme i pomoćnih pogona.

Procesom revitalizacije relejne zaštite nastaviti će se primjenjivati usvojeni principi štice-nja karakterističnih polja i primjena provjerenih rješenja zasnovanih na normi IEC 61850. Uspostavit će se cjelovit sustav nadzora elektroenergetskog sustava u realnom vremenu – WAM (*wide area monitoring*) za prijenosnu mrežu naponske razine 400 i 220 kV, te potpuna uspostava sistemskih zaštita elektroenergetskog sustava. U sklopu NDC-a formirat će se centar relejne zaštite i nastaviti će se zamjenom uređaja relejne zaštite u objektima prijenosne mreže.

Revitalizacija sustava obračunskih mjerenja pretpostavlja:

- revitalizaciju svih obračunskih mjernih mjesta
- uspostavu informacijskog sustava za prikupljanje i obradu obračunskih mjerenja
- izgradnju i formiranje sustava mjerenja kvalitete električne energije u prijenosnoj mreži.

Revitalizacija sekundarne regulacije radne snage i frekvencije u kontekstu projekta revitalizacije ICT-sustava HEP-OPS podrazumijeva rekonstrukciju HE Vinodol, HE Zakućac, te uključanje – uz HE Orlovac i HE Dubrovnik – i RHE Velebit, TE Sisak te TE Rijeka u sustav sekundarne regulacije.

U dijelu koji se odnosi na poslovno-tehnički sustav, revitalizacijom će se provesti dogradnja danas instaliranih aplikacija, programskog sustava za održavanje informacijskog sustava održavanja ISOHEP, te izrada novih tehničkih aplikacija koje će biti podrška funkcijama vođenja elektroenergetskog sustava, izvještavanja i upravljanja imovinom društva.

U dijelu koji se odnosi na telekomunikacije predviđena je uspostava procesne IP-mreže (računalna mreža u kojoj se za uspostavu podatkovne komunikacije i prijenosa podataka između izvorišnih i odredišnih računala koristi IP-protokol, *Internet Protocol*) isključivo za potrebe vođenja elektroenergetskog sustava.

Posebno značenje prilikom revitalizacije ICT-sustava HEP-OPS dano je osiguravanju sigurnosti u informacijskim sustavima. Informatički sustavi susreću se sa stalnim izazovima kao što su:

- potreba za sve intenzivnijom integracijom različitih poslovnih subjekata
- intenzivnija uporaba otvorenih sustava na kojima se temelje sustavi procesne informatike
- potreba za integracijom postojećih i novih sustava
- povećane prijetnje i sofisticirani načini ugrožavanja sustava
- rastuća složenost integriranih raspodijeljenih računalnih sustava.

Ta svojstva kao i radna okruženja informatičkih sustava rezultiraju nizom sigurnosnih prijetnji kao što su:

- Prijetnja povjerljivosti (*confidentiality*). Otkrivanje povjerljivih informacija pojedincima kojima te informacije ne bi trebale biti dostupne.
- Prijetnja integritetu (*integrity*). Neautorizirana izmjena informacija pohranjenih na samom računalnom sustavu na kojem su pohranjene ili izmjena informacija tijekom njihova prijenosa između računalnih sustava.
- Prijetnja dostupnosti (*availability*). Potrebno je onemogućiti neautoriziranu izmjenu informacija, a istovremeno jamčiti autoriziranim korisnicima pristup resursima u pravo vrijeme i na pravi način.
- Prijetnja onemogućavanja pristupa (*denial of service*). Onemogućavanje pristupa događa se kada je pristup nekom računalnom sustavu spriječen zlonamjernim djelovanjem.
- Prijetnja mrežnoj sigurnosti. Prijetnje ovog tipa javljaju se zbog raspodijeljenosti računalnih sustava.

Sigurnost sustava procesne informatike mora biti planirana od samog početka. Sustav mora biti dizajniran tako da sigurnosne funkcije postanu integralni dijelovi sustava na

svim razinama arhitekture, što će u konačnici rezultirati robusnijim sustavom. Zbog svega navedenog, jedna od temeljnih pretpostavki revitalizacije ICT-sustava je uspostava sustava za upravljanje informacijskom sigurnošću na svim razinama i u svim segmentima prema međunarodnom standardu ISO/IEC 27001.

Kada se promatra razvoj informacijsko-komunikacijske tehnologije i njezina primjena i zastupljenost u elektroprivrednoj organizaciji, teško se mogu procijeniti smjernice razvoja za dulje vremensko razdoblje i nikako se ne bi smjelo zadržati na smjernicama i preporukama koje će obuhvatiti samo tehnološke mogućnosti današnjeg vremena. Informacijski sustav danas postaje temelj svakog procesa u elektroprivrednoj organizaciji, kako u procesnom tako i u poslovnom dijelu, koji bitno utječe i mijenja način vođenja procesa i poslovanja HEP-OPS-a. Pretpostavlja se da će na svakom radnom mjestu postojati konzistentno okruženje koje će omogućiti da se na ujednačeni način koriste sve raspoložive usluge ICT-sustava.

Zadaća *Sektora za ICT* je promovirati razvoj informacijsko komunikacijske tehnologije i primjenjivati nova rješenja, te poduzeti mjere za njenu uravnoteženu i brzu primjenu u HEP-OPS-u.

Sagledivi razvoj hrvatske prijenosne mreže

Pokušajmo skicirati sagledivi dalji razvoj prijenosne mreže u Hrvatskoj u idućih dvadesetak godina, dakle recimo do 2025. godine.

O tome nemamo službeni plan, nego samo neke studije, primjerice Predstudiju o dugoročnom razvoju veleprijenosne 400 i 220 kV mreže, iz 1996. godine [14], Potrebna izgradnja elektroenergetskih objekata i postrojenja u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2001. do 2020. godine (tzv. novelirani *Master Plan*) iz 2001. godine [15], te Sadašnja i očekivana uloga mreže 220 kV u elektroenergetskom sustavu Hrvatske iz 2002. godine [16], kao i niz razvojnih studija pojedinih područja, užih od državnog.

Uz to postoje i – uglavnom djelomična – sagledavanja prijenosne mreže kao podloge za razvojne studije čija je izrada u tijeku, te za potrebe usklađivanja planova sa susjednim prijenosnim mrežama kao i u okviru UCTE-a, odnosno cjelokupne europske elektroenergetske mreže. Te podloge korištene su i u pripremi pregovora o pristupu Republike Hrvatske Europskoj Uniji i regionalnim procesima unutar *Energetske zajednice*.

Objedinjavanje i strukturiranje tih srednjoročnih i dugoročnih sagledavanja u odgovarajuće planove može se očekivati po završetku aktualnog procesa ocjene primjene dosadašnje i pripreme prijedloga nove *Strategije energetskog razvitka Republike Hrvatske*, kao i programa njezine provedbe. Slijedom takvih planova pristupiti će se i pripremi elektroenergetskih podloga za novi *Program prostornog uređenja Republike Hrvatske* koji bi trebao biti usvojen do 2010. godine.

Temelj za kratkoročna sagledavanja predstavlja *Plan razvoja i izgradnje prijenosne mreže za razdoblje 2008–2010. godine*, koji je izrađen krajem 2007. godine i upućen Hrvatskoj energetske regulatornoj agenciji na suglasnost.

Uz prosječnu stopu rasta potrošnje električne energije od 3,6 posto godišnje, za dvadesetak godina potrošnja bi se u Hrvatskoj udvostručila ($1,036^{20} \approx 2$), porastavši sa sadašnjih oko 17 TWh na 34 TWh. Tolika je stopa rasta potrošnje električne energije u vezi s donjom granicom rasta bruto domaćeg proizvoda, za koji se predviđa stopa rasta od 4–5 posto godišnje, odnosno sukladna je rastu potrošnje električne energije kakav se ostvaruje posljednjih godina u Hrvatskoj. Ostvarenjem takva porasta, oko 2025. godine Hrvatska bi prema potrošnji električne energije po stanovniku dostigla tek *sadašnju* prosječnu neto-potrošnju po stanovniku Europske Unije (približno 6 000 kWh/stan.)!

Preciznije prognoze (već spomenuti *Master Plan*) sadrže nekoliko scenarija razvoja godišnje potrebne energije i maksimalnih snaga u elektroenergetskom sustavu Hrvatske, pa tako očekivana potrošnja za 2025. godinu iznosi 22–27 TWh, uz maksimalnu snagu 3 900–4 450 MW. Dakle, do 2025. godine ili neke ne bitno udaljene godine od te, trebat će namiriti novu potrošnju jednaku barem polovini sadašnje potrošnje, a možda i više, sve do reda veličine 17 TWh u spomenutom tzv. optimističnom razvojnom scenariju. Uzme li se u obzir prosječno godišnje trajanje korištenja temeljnih termoelektrana od 5 500 sati, proizlazi da će do tog (ili približno tog) vremenskog horizonta trebati izgraditi novih oko 2 000 MW (realno) odnosno 3 000 MW (optimistično) u elektranama, zapravo temeljnim termoelektranama.

Dakle, prosječno svake četiri godine treba izgraditi, priključiti na mrežu i pustiti u pogon jedan agregat od 500 MW (realno) odnosno 750 MW (optimistično) ili ekvivalent te veličine. K tome treba dodati i izgradnju elektrana, kojima će se zamijeniti one postojeće elektrane kojima je istekao vijek korištenja – u razdoblju 2010.–2020. godine ukupna snaga za tu zamjenu je oko 1 200 MW.

A to sve ako se uvoz električne energije zadrži na sadašnjoj apsolutnoj razini. Ako pak se želi smanjiti tolika razina uvoza – što će postati imperativ, jer je sve manje električne energije na tržištu u okruženju raspoložive za uvoz, izvjestan je trend upornog rasta cijena uvozne električne energije, a i zbog jačanja hrvatske elektroenergetske neovisnosti odnosno samodostatnosti u opskrbi električnom energijom – potrebna izgradnja novih elektrana još se povećava!

Intenzivnije korištenje elektrana na obnovljive izvore energije, naglašenije vjetroelektrana, kao i nekih manjih i malih hidroelektrana koje su još preostale za izgradnju, ali dakako i svih drugih elektrana na obnovljive izvore energije (s obzirom na mogućnost uskladištenja goriva i izgledne instalirane snage, prvenstveno na biomasu i otpad), neće bitno

smanjiti potrebu izgradnje temeljnih termoelektrana. Jer konvencionalne elektrane moraju pružati stalnu rezervu većini elektrana na obnovljive izvore energije (vjetroelektrane i male hidroelektrane), želi li se sačuvati željena sigurnost opskrbe kupaca.

Zamjenske termoelektrane gradit će se predvidivo na postojećim lokacijama (uglavnom kombinirane plinsko-parne elektrane), što će zahtijevati pojačanje postojeće mreže za njihov priključak (danas uglavnom 110 kV i 220 kV), možda i novim vodovima višeg napona (400 kV).

Moguć broj novih lokacija za velike termoelektrane i nuklearne elektrane ograničen je zbog rashladne vode (Sava i Dunav, Jadransko more) ili zbog dopreme uvoznog ugljena brodskim prijevozom (Dunav, morska obala) koje će, zbog predviđenih velikih snaga svojih agregata (400 do 1 000 megavata), moći biti priključene jedino na mrežu 400 kV.

Imajući te sve potrebe na umu, može se očekivati intenzivnija izgradnja mreže 400 kV na danas već sagledanim i djelomično istraženim potezima kao: Pecs (Pečuh, Mađarska)–Ernestinovo (izgradnja u tijeku), pojačanje zagrebačkog prstena 400 kV s jednim do dva nova čvorišta 400 kV (RP Veleševac, eventualno TS Mraclin), pojačanje 400 kilovoltnog povezivanja prema jugu (Zagreb–Split, s eventualnim RP/TS Brinje i TS Velebit, a možda i TS Knin), ulazak napona 400 kV u Istru (TE Plomin, RP Klana i eventualno TS Pazin), te voda 400 kV (početno, a možda i dulje vrijeme u pogonu pod naponom 220 kV) Zagvozd–Dubravica–Plat (Dubrovnik) s odgovarajućim rasklopištima. Ovisno o rastu lokalnog konzuma može se očekivati i jedna transformatorska stanica 400/110 kV na sjeveru zemlje (TS Drava).

Takvim mogućim razvojem mreže 400 kV u načelu će se riješiti i uključivanje novih velikih elektrana u sustav.

U dolazećem razdoblju još će jedna činjenica snažno utjecati na investicijske aktivnosti u prijenosnoj mreži Hrvatske: potreba zamjene istrošenih komponenata prijenosne mreže zbog starenja opreme i objekata te mreže. Naime, vijek trajanja većine komponenata u toj mreži kraći je od 50 godina (za dio visokonaponske opreme reda 40 godina), a kako su najstariji objekti u njoj prešli tu starost – slijede ozbiljna i trajna godišnja ulaganja u njezinu revitalizaciju, kako u mrežu 110 kV, tako posebice u mrežu 220 kV.

Ali, ne treba očekivati daljnju dogradnju mreže 220 kV (što je tendencija i u većem broju drugih europskih zemalja), s tim da će neki novoizgrađeni vodovi 400 kV biti u početku korišteni pod naponom 220 kV ili možda čak 110 kV (primjerice dalekovod Zagvozd–Plat).

Postojeću mrežu 220 kV riječkog područja (uključujući vezu prema Plominu i Vodnjanu) trebat će zadržati. Isto vrijedi i za mrežu 220 kV splitskog područja (Zakućac–Konjsko–Bilice), s potrebom izgradnje nove TS 220/110 kV Vrboran.

Možda će u razmatranom razdoblju doći i do ukidanja nekih vodova napona 220 kV, osobito na sjeveru zemlje i korištenja njihovih trasa za nove vodove napona 400 kV. Naime, poteškoće pri pronalaženju, rezerviranju i osiguranju novih trasa biti će sve veće i izazivati sve dugotrajnije napore. Stoga će se nadzemni dalekovodi svih naponskih razina izvoditi u pravilu kao dvostruki – pa i višestruki vodovi. Primjenjivat će se i kompaktirane izvedbe tih vodova radi ušteda u širini dalekovodnih koridora i smanjenja elektromagnetskog utjecaja na okoliš.

U Slavoniji će najvjerojatnije doći do postupene pregradnje postojeće TS 220/110 kV Đakovo na primarni napon 400 kV i povezivanja na postojeći dalekovod 400 kV Ernestinovo–Žerjavinec. Kasnije možda, ovisno i o eventualnom uspostavljanju paralelne alternativne veze 400 kV kroz Bosnu i Hercegovinu (Banja Luka–eventualno Bihać–Hrvatska, što je trenutno u fazi studijskih istraživanja) doći će i do izgradnje voda 400 kV između Đakova i Međurića.

Na zagrebačkom području, uključujući i veze prema TE Sisak, treba očekivati prvi postupni prijelaz postojeće mreže 220 kV na napon 400 kV, uvođenjem napona 400 kV najprije u TS Mraclin, pa redom dalje. Izvjesno je nadalje da će se veza 220 kV Žerjavinec–Cirkovce najvjerojatnije napustiti i koristiti pod naponom 110 kV.

Na tako zamišljene mreže 220 i 400 kV (očekivani razmak između čvorišta 400 kV odnosno 220 kV bit će prosječno oko 150 km) priključivat će veoma gusta mreža 110 kV (očekivani razmak između čvorišta bit će oko 25 km) sastavljena od nadzemnih ali sve većim dijelom i podzemnih kabelskih vodova (za prodore u visokourbanizirana područja) te podmorskih kabelskih vodova (za dalja povezivanja otoka). Transformatorske stanice gornjeg napona 110 kV, ostvarivat će se uz sve veću primjenu metalom oklopljenih postrojenja 110 kV ispunjenih sumpor-heksafluoridom (u visokourbaniziranim i područjima s povećanim zagađenjem) te visokointegriranih postrojenja 110 kV (za investicijski i pogonski jeftinije takve objekte, te sve gušće interpolacije tih stanica u postojeće vodove 110 kV). Dakako, gustoća će prijenosne mreže 110 kV biti veća u zonama koncentrirane potrošnje, kao što su velike gradske aglomeracije ili velike industrijske zone. Tome treba dodati i moguću dogradnju mreže 110 kV, novim vodovima za priključak eventualno većih vjetroelektranskih parkova u priobalju

Činjenica da je Hrvatska u zemljopisnom pogledu, a posebice u pogledu svog elektroenergetskog sustava, poveznica srednje i jugoistočne Europe, kao i oko Sredozemlja, sa značajnim brojem interkonekcijskih vodova prema svim susjednim zemljama (izuzev Crne Gore) također je bitna za sagledavanje daljnjeg razvoja i izgradnje hrvatske prijenosne mreže.

Prema Mađarskoj je već u izgradnji vod 2×400 kV Ernestinovo–Pecs.

Prema Sloveniji je u planu nova veza 400 kV Žerjavinec–Cirkovce, koja će se ostvariti izgradnjom novog voda 2×400 kV u Sloveniji na potezu Cirkovce–Pince (tromeđa Slovenija–Hrvatska–Mađarska), odnosno jedna trojka sadašnjeg dalekovoda 2×400 kV od Žerjavince prema Hevizu usmjerit će se u Cirkovce. Za vezu 220 kV prema Sloveniji (Pehlin–Divača) vjerojatno treba očekivati prijelaz na napon 400 kV, ali u daljoj budućnosti od razmatrane.

Novu vezu 400 kV prema Bosni i Hercegovini treba očekivati od TS Konjsko prema TS Mostar (posebice ako se ostvari podmorska kabelska veza istosmjernom strujom Hrvatska–Italija), ali može se očekivati i povezivanje današnje TS 400 kV Banja Luka preko Bihaća novim vodom prema budućoj TS 400 kV Brinje ili Velebit ili eventualno izravno prema zagrebačkom prstenu 400 kV. Te alternative se trenutno istražuju, s obzirom da mogu imati utjecaj na planirana pojačanja veze 400 kV na potezu istok–zapad na sjeveru zemlje, uz postojeći vod 400 kV Ernestinovo–Žerjavinec–Tumbri (posavski ili podravski pravac), odnosno na potezu sjever–jug (Zagreb–Brinje–Velebit–Konjsko). Nadalje, izgradnjom TS 220/110 kV Plat omogućit će se puna ponovna uspostava veza 220 kV s TS 400/220 kV Trebinje te sigurno napajanje električnom energijom šireg dubrovačkog područja.

Budućnost ostalih postojećih veza 220 kV (ali i 110 kV) prema Bosni i Hercegovini ovisit će dakako i o planovima i mogućnostima druge strane.

Glede uspostave prve elektroenergetske interkonekcije sa Crnom Gorom najvjerojatnije će do realizacije doći najprije na razini 110 kV; međutim, moguće je da zahtjevi jačeg povezivanja duž kruga oko Sredozemlja, podignu tu razinu.

Međutim, za Hrvatsku je značajna i tranzitna uloga njene prijenosne mreže za moguć prijenos električne energije na velike udaljenosti, u pravilu, s istoka (Kosovo, Ukrajina, Rumunjska, Bugarska) prema zapadu.

Tako su, slijedom višestruko iskazanog interesa talijanske strane za izravno povezivanje Hrvatske i Italije podmorskim visokonaponskim kabelom istosmjerne struje, preliminarno i odvojeno sa svake strane, analizirana moguća čvorišta za priključak takvog potencijalnog voda na mreže izmjenične struje. U tijeku, je zajednički s talijanskom stranom, detaljnije studijsko istraživanje tehničke i ekonomske izvodljivosti eventualne veze istosmjernom strujom prijenosne moći 500 (1 000) MW na srednjem Jadranu (najizgledniji pravac za sada je Konjsko–Fano). Ako se ta veza ostvari, ona će zahtijevati određena pojačanja hrvatske mreže 400 kV, kao i spomenuto pojačanje na potezu Konjsko–Mostar. U tom kontekstu razmatra se i do sada u nas neprimjenjivana izgradnja tzv. “privatnog (trgovačkog) voda” (engl. *merchant line*), alternativa uobičajenom financiranju interkonekcija (i općenito mreže) putem sredstava izdvojenih iz regulirana dijela mrežarina ili zajmova.

Zaključno, potrebno je spomenuti da se zbog nesigurnosti planiranja razvoja prijenosne mreže u uvjetima otvorenog tržišta električne energije (kakvo se sukladno zakonskom okviru razvija i u Hrvatskoj) događaju znatne promjene u dinamici i prioritetima planova.

Također sve je prisutnije koordiniranje planiranja pa i koordinirano planiranje razvoja prijenosne mreže ne samo između susjeda i na tzv. regionalnoj, nego i na paneuropskoj razini. Utjecaj takve prakse, s obzirom na to da je potiče europska regulativa, neizbježno će ubuduće biti jači i na hrvatskoj mreži.

Pritom do izražaja dolazi važnost hrvatske prijenosne mreže za realizaciju tranzita električne energije (najčešće s istoka na zapad), od kojih dio predstavljaju ugovoreni komercijalni tranziti, a ostatak su neželjeni, neplanirani ali neizbježni tokovi koji se zbog topologije i velike međusobne povezanosti cjelokupne europske mreže i razlika u cijenama električne energije (koja potiče porast trgovačkih transakcija električnom energijom i na velike udaljenosti) zatvaraju velikim dijelom i preko hrvatske mreže. Kako ona kao i najveći dio europske mreže izvorno nije građena za tu namjenu, potrebno je, radi ublažavanja i izbjegavanja negativnih posljedica za sigurnost pogona i opskrbe, pratiti takve trendove i usklađivati kako razvoj unutarnjih dijelova hrvatske prijenosne mreže tako i interkonekcijskih prema susjedima da bi se osigurala njena veća raspoloživost i tražena sigurnost pogona.

Na kartama u prilogu prikazan je predvidivi razvoj prijenosne mreže 220 i 400 kV u Hrvatskoj do 2025. godine, uz sporiji (min) i brži (max) rast opterećenja.

Ovdje je prikazan sagledivi razvoj prijenosne mreže u doglednoj budućnosti, međutim, ostaje pitanje što je s razvojem prijenosa električne energije, kao djelatnosti, u toj budućnosti. Na to pitanje nije jednostavno odgovoriti, praktički je nemoguće za ipak toliko udaljeniju budućnost. Svakako, prijenosna djelatnost bit će načelno i dalje okrenuta prijenosu električne energije, ali u kakvom opće-društvenom okruženju, odnosno kakvom normativnom – danas, dakako: kako europskom, tako i hrvatskom – okviru?

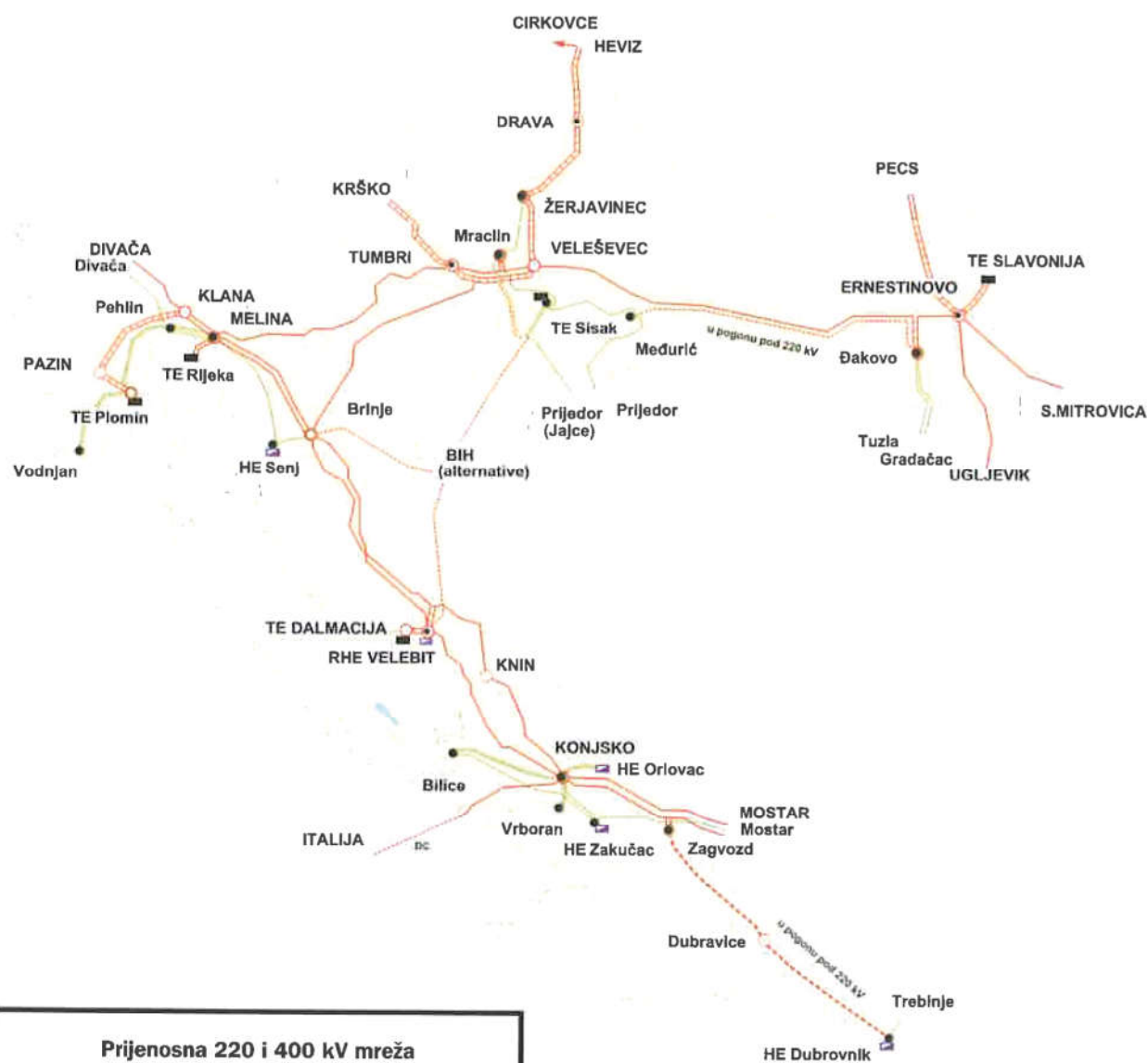
U europskom normativnom okviru najprije se javlja Direktiva 96/92/EC, 1996. godine, koja uređuje konkurenciju na strani proizvodnje i opskrbe električnom energijom (uvodi pojam *tržišnih djelatnosti* za te djelatnosti), te korištenje i dogradnju prijenosne i distribucijske mreže po poznatim i unaprijed objavljenim cijenama te usluge (uvodeći pojam *regulirane djelatnosti* za prijenos i distribuciju).

Hrvatski Zakon o tržištu električne energije iz 2001. godine oslonio se u velikoj mjeri na tu Direktivu, pozicionirajući prijenosnu djelatnost i vođenje elektroenergetskoga sustava na jedan od mogućih načina predviđen tom Direktivom.

Sadašnje hrvatsko zakonsko pozicioniranje prijenosne djelatnosti, koje obuhvaća prijenos električne energije i vođenje elektroenergetskoga sustava jednim operatorom, uspostavljeno je krajem 2004. godine i odgovara posve zahtjevima u međuvremenu donesene Direktive 2003/54/EC iz 2003. godine, kojom je nadomještena Direktiva 96/92/EC, jer je Hrvatska obvezna u potpunosti primjenjivati relevantne direktive i uredbe, u procesu pregovora o pristupu Europskoj Uniji koji su upravo u tijeku.

U određenim krugovima (ponajprije nekih sudionika na tržištu električne energije, ali i Europske komisije) u Europskoj Uniji prisutno je stanovito nezadovoljstvo brzinom ostvarivanja i postignutim stanjem u tržišnom otvaranju elektroprivrednog sektora, ponajprije ili ponajviše usmjereno na pozicioniranje prijenosa električne energije.

Naime, prijenos je taj koji bi trebao omogućiti nesmetan i nediskriminantan promet električne energije čitavom Europom (naravno: Unijom), pod razvidnim i nepristranim uvjetima, a to se ne odvija još uvijek na posve zadovoljavajući način prema postavljenim ciljevima i očekivanjima (Europske komisije). Donekle je prisutna nacionalna pristranost, koja može biti još naglašenija ukoliko je prijenos pozicioniran u vertikalno organizirane kompanije, u kojima su okupljeni barem proizvodnja i prijenos. Ne rastu dovoljnom brzinom prijenosne moći spojnih vodova za prekogranični prijenos električne energije, niti se dovoljno brzo uklanjaju *uska grla* u nacionalnim prijenosnim mrežama, a to je nužno



**Prijenosna 220 i 400 kV mreža
Hrvatske plan 2025. godina
(varijanta min)**

Legenda

- transformatorska stanica 400/220/110 kV
- ⊙ transformatorska stanica 400/110 kV
- rasklopište 400 kV
- ⊙ rasklopište 400 kV
- transformatorska stanica 220/110 kV
- termoelektrana
- hidroelektrana
- dvosistemski vod 400 kV
- vod 400 kV
- vod 400 kV alternativa
- dvosistemski vod 220 kV
- vod 220 kV



**Prijenosna 220 i 400 kV mreža
Hrvatske plan 2005. godina
(varijanta max)**

Legenda

- transformatorska stanica 400/220/110 kV
- ⊙ transformatorska stanica 400/110 kV
- rasklopište 400 kV
- ⊙ rasklopište 400 kV
- transformatorska stanica 220/110 kV
- termoelektrana
- ▢ hidroelektrana
- ▢ dvosistemski vod 400 kV
- vod 400 kV
- vod 400 kV alternativa
- ▢ dvosistemski vod 220 kV
- vod 220 kV

kako tehničke mogućnosti prijenosa ne bi onemogućavale poželjno unutareuropsko trgovanje električnom energijom.

Državni regulatori, koji bi se neutralno trebali brinuti o razumno prihvatljivom ekonomskom položaju reguliranih djelatnosti te o apsolutnoj nepristranosti operatora prijenosnih sustava pri stavljanju na raspolaganje svoje mreže i spojnih vodova prema svojim elektroenergetskim susjedima, također nedovoljno unutar Unije koordinirano i ne do kraja neutralno *žmire na jedno oko* kada je u pitanju uži nacionalni interes.

Stoga je Europska komisija, pod nazivom "trećeg paketa energetske propisa", 2007. godine, objavila prijedlog novih izmjena i dopuna direktive o električnoj energiji, čime se nastoji dalje unaprijediti postojeće stanje. Proces prihvatanja nekog oblika tih izmjena završiti će za godinu-dvije, ako ne i brže. Dakako, djelatnost prijenosa električne energije u Hrvatskoj apsolutno će se morati prilagoditi zahtjevima tih izmjena, jer će Hrvatska tada biti još bliže članstvu u Europskoj Uniji, ako ne već i punopravna članica.

Krajem 2005. godine u Ateni je potpisan Međunarodni ugovor o *Energetskoj zajednici*, kojim je uspostavljen okvir za jedinstveno tržište električne energije i plina koje obuhvaća sve tadašnje zemlje-članice Europske Unije te zemlje jugoistočne Europe: Albaniju, Bosnu i Hercegovinu, Bugarsku, Crnu Goru, Hrvatsku, Makedoniju, Rumunjsku, Srbiju te Privremenu upravu Ujedinjenih naroda na Kosovu. Ugovor se odnosi na ukupno 33 europske zemlje i njegovo trajanje proteže se na sljedećih deset godina. Ugovor je Zakonom ratificiran u Hrvatskom saboru, u lipnju 2006. godine.

Zadaće *Energetske zajednice*, koje se posebno odnose (i) na prijenos električne energije, su:

- stvaranje stabilnih uvjeta za privlačenje ulaganja u proizvodnju električne energije te prijenosne i distribucijske mreže, kako bi sve stranke imale pristup stabilnoj i stalnoj opskrbi energijom
- stvaranje stabilnog regulatornog okvira za trgovinu umreženom energijom (električna energija i prirodni plin)
- povećanje sigurnosti opskrbe poticanjem povezivanja s kaspijskim, sjevernoafričkim i bliskoistočnim rezervama plina i iskorištavanjem vlastitih rezerva prirodnog plina, ugljena i vodnih snaga
- poboljšavanje stanja okoliša i energetske učinkovitosti, poticanje korištenja obnovljivih izvora energije i uvjeta za trgovinu energijom u jedinstvenom prostoru
- razvijanje tržišnog nadmetanja umrežene energije.

U *Energetskoj zajednici* (naglasimo ponovno da ona obuhvaća sve zemlje-članice Europske Unije i sedam sadašnjih nečlanica) primjenjuju se pravne stečevine Europske Unije glede energije, okoliša, tržišnog natjecanja i obnovljivih izvora energije, prilagođene posebnim okolnostima u svakoj od ugovornih stranaka.

Tim ugovorom, *Energetska zajednica* ovlaštena je, prema odlukama svog Ministarskog vijeća, poduzeti mjere za stvaranje jedinstvenog tržišta umreženom energijom, bez unutarnjih granica.

Eto, nastojali smo prikazati i normativno okruženje u kojem jest ili će se skoro naći djelatnost prijenosa električne energije u Hrvatskoj. Svakako, iz dana u dan (europsko normiranje umnožava se nevjerojatnom brzinom!), pred hrvatskom prijenosnom djelatnošću umnožavat će se sve složeniji zahtjevi.

Literatura

- 1 B. Markovčić i dr.: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, 1. dio. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1984.
- 2 B. Markovčić i dr.: Razvoj elektrifikacije Hrvatske, 2. dio. Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1987.
- 3 ...380 kV mreža Jugoslavije. ZJE-Beograd, 1989.
- 4 ...Stoljeće hrvatske elektroprivrede. HEP-Zagreb, 1995.
- 5 J. Moser: Pregled razvoja elektroprivredne djelatnosti u Hrvatskoj 1875.–2000. Kigen-Zagreb, 2003.
- 6 F. Jakl: Trideset let sinhronoga obratovanja z Evropo. Elektroslovenija-Ljubljana, 2004.
- 7 M. Kalea, B. Markovčić, I. Deranja, Z. Plander, K. Ožegović: Pionirski pothvati javne elektrifikacije u Hrvatskoj. Energija 5–6/1995, str. 239–253
- 8 ...Elektroprenos-Zagreb 1957.–1967. Zagreb, 1967
- 9 M. Kalea: 25 godina prijenosa električne energije u Slavoniji i Baranji. Energija 5–6/1982, str. 181–192
- 10 ...Elektroprenos-Split 1956-1986 u okviru monografije Elektroprivreda Dalmacije 1966-1986
- 11 M. Kalea: Prijenos električne energije, što je to? Kigen, Zagreb, 2006.
- 12 M. Kalea: Električna energija. Kigen, Zagreb, 2007
- 13 D. Feretić. Neki temeljni problemi proizvodnje električne energije u Hrvatskoj u kratkoročnom i srednjoročnom razdoblju. Energija 1/2006.

- 14 B. Radmilović: Prijenosna mreža danas – i kako dalje. Elektroenergetika 1/2008
- 15 Predstudija o dugoročnom razvoju veleprijenosne 400 i 220 kV mreže. Institut za elektroprivredu i energetiku, Zagreb, 1996.
- 16 Potrebna izgradnja elektroenergetskih objekata i postrojenja u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2001. do 2020. godine. Energetski Institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 2001.
- 16 Sadašnja i očekivana uloga mreže 220 kV u elektroenergetskom sustavu Hrvatske. Energetski Institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 2002.
- 17 ...Izvještaj o poslovanju HEP-OPS u 2006. godini
- 18 ...Statistika pogonskih događaja u prijenosnoj mreži HEP-OPS u 2006. godini