

energija 4

ČASOPIS HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE



UDK 621.31* ENJAAC 47 (4) 257-332 ISSN 0013-7448

ENERGIJA • GODINA 47 • BROJ 4 • STRANA 257-332 • ZAGREB, KOLOVOZ 1998.

ZNAČAJ 400 kV INTERKONEKTIVNOG VODA HEVIZ (MAĐARSKA) - ŽERJAVINEC (HRVATSKA)

Božidar Radmilović, Zagreb

UDK 621.311
STRUČNI ČLANAK

Temeljem novinskih vijesti o početku radova na izgradnji voda 2 x 400 kV (Heviz)-državna granica-Žerjavinec-Veleševac, daje se povijesni osvrt na događaje u svezi ovog međunarodnog interkonektivnog voda Mađarska-Hrvatska.

Analizira se značaj, uloga i važnost povezivanja elektroenergetskih sustava susjednih zemalja Mađarske i Hrvatske. Daje se osnovna definicija prijenosa električne energije, odnosi investicijskih ulaganja u pojedine dijelove EES-a, usvojene smjernice za dogradnju i izgradnju prijenosne mreže u nas, osnovni elektroenergetski pokazatelji za 1997. godinu kao i jedna od mogućih usporedbi prijenosne mreže i elektrana za zadovoljavanje potreba konzuma.

Na osnovi analize društvenog, gospodarskog i političkog stanja u Hrvatskoj susjednim zemljama - Srbija, Bosna i Hercegovina, Slovenija i Mađarska, te s obzirom na povezanost elektroenergetskih sustava u Europi u dva sustava UCPTE i CENTREL, zaključuje se da se 400 kV interkonekcija Mađarska-Hrvatska opravdano naziva **naš novi elektroenergetski koridor prema Europi**, a ujedno je značajni doprinos energetske, a time i političke neovisnosti Hrvatske!

Glavne riječi: međudržavna interkonekcija, 400 kV povezni vod, razvoj veleprijenosne mreže Hrvatske.

Početkom travnja 1998. godine dnevni je tisak objavio vijest da su Hrvatska elektroprivreda Zagreb i turska tvrtka Mitas Ankara potpisali ugovor o isporuci 6000 t čeličnih konstrukcija za 340 stupova voda 2x400 kV državna granica - Žerjavinec-Veleševac.

U "Vjesniku HEP-a" za ožujak 1998. godine objavljen je jedan vrlo opsežan članak Željka Koščaka, dipl. ing. o tempu i opsegu dosadašnje izgradnje ovog voda, voda Heviz-Žerjavinec, ali samo u Mađarskoj.

U "Vjesniku HEP-a" za travanj 1998. godine objavljen je razgovor s g. Milanom Bobetkom, članom Uprave Hrvatske elektroprivrede za prijenos o ovom vodu, što se od njega očekuje i što je do sada učinjeno u nas.

Na koncu, dana 29. svibnja 1998. godine, a uoči Dana državnosti, na gradilištu TS 400/110-400/220 kV Žerjavinec (Sesvete/Zagreb), svečano su otvoreni radovi na izgradnji DV 2x400 kV (Heviz)-državna granica - Žerjavinec-Veleševac kao i same trafostanice Žerjavinec.

Dakle, ipak se kreće!

O ovom se vodu već mnogo toga zna, o njemu se govori i piše već više godina. Ipak ovom prigodom treba o tom projektu nešto više reći, prigodno ali i inženjerski, kako to dolikuje jednoj međudržavnoj vezi snage prijenosa od barem 2x500 MW (prirodna snaga prijenosa 400 kV vodo-va).

"Day After" proslave 101-godišnjice puštanja u pogon prvog elektroenergetskog sustava na području današnje Republike Hrvatske, na dan 29. kolovoza 1996. godine, u glavnom gradu Republike Mađarske, u Budimpešti potpisan je ugovor o izgradnji 400 kV interkonekcije između ove dvije zemlje. Riječ je o izgradnji 400 kV poveznog voda između Heviza u Mađarskoj i Žerjavinca kod Zagreba kao i o odgovarajućoj izgradnji 400 kV rasklopišta na navedenim lokacijama.

Navedeni ugovor su u sjedištu mađarske nacionalne elek-

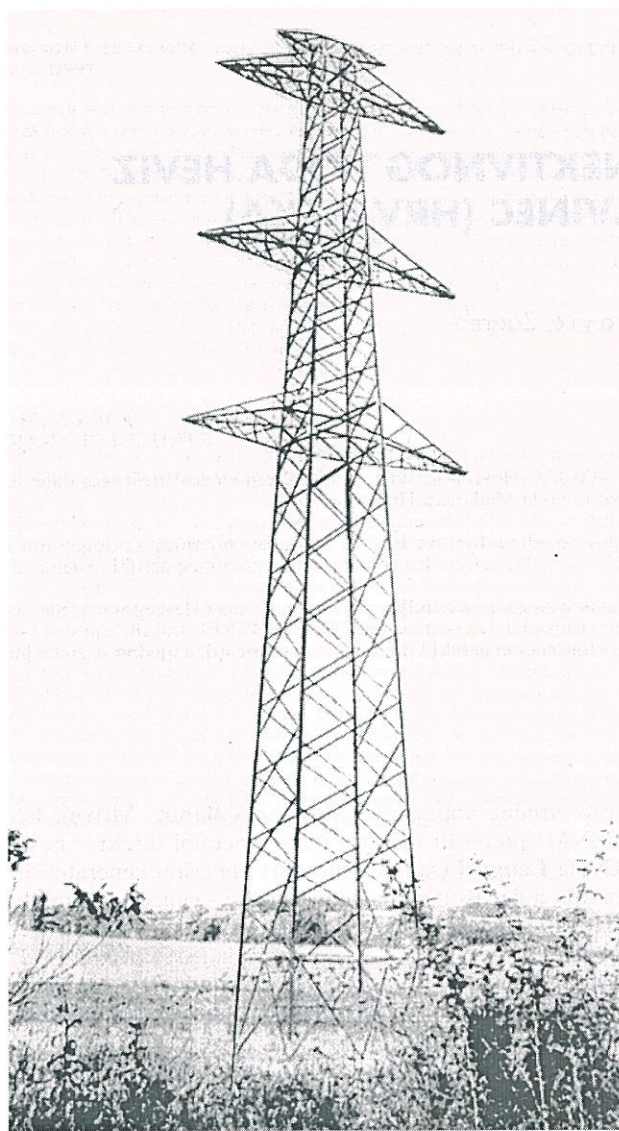
troprivredne kompanije, **Magyar Villamos Müvek Rt.** (MVM) potpisali tadašnji njen generalni direktor gosp. Gyula **Lengyel** (sada u mirovini) i tadašnji generalni direktor, a današnji predsjednik uprave - generalni direktor (Hrvatske elektroprivrede d.d. (HEP) gosp. Damir **Begović**.

Samom činu potpisivanja ovog značajnog ugovora bio je nazočan i dr. Zdenko **Škrabalo**, veleposlanik Republike Hrvatske u Budimpešti.

Ideja o učinkovitoj povezanosti elektroenergetskih sustava Mađarske s jedne strane, te Hrvatske i Slovenije s druge strane, postoji već preko 10 godina. Već se 1988. godine intenzivno radi na pripremama za tranzitiranje 1500-2000 MW iz Ukrajine preko Mađarske, te Hrvatske i Slovenije, odnosno Austrije do sjeverne Italije. U tom je smislu na prostoru bivše Jugoslavije bio predložen, kao optimalno rješenje, dvostruki vod 400 kV (DV 2x400 kV) od Nagykanizse u Mađarskoj preko Zagreba (Žerjavinec), Krškog i Ljubljane (Beričevo) do Udina u Italiji.

Ideja, ali i nužnost o potrebi izgradnje TS 400/110 kV Žerjavinec (Zagreb - Istok) još je starija. Već nakon 5 godina pogona prve zagrebačke TS 400/110 kV Tumbri (jugozapadno područje grada u pogonu od 1978. godine, sada instalirane snage transformacije 3x300 MVA) uviđa se potreba izgradnje još jednog takvog objekta, ali na suprotnom dijelu grada (sjeveroistok). Tijekom proteklog vremena (15 godina) ta se je potreba stalno potvrđivala bez obzira na sve katastrofične promjene u našem elektroenergetskom sustavu od tada (slom jugoslavenskog EES-a, gubitak 650 MW elektrana izgrađenih za potrebe Hrvatske u BiH i Srbiji, rat i ratna razaranja naših instalacija, napose onih 220 i 400 kV veleprijenosne mreže).

Krajem 1992. godine sastaju se generalni direktori mađarske i hrvatske elektroprivrede u Pečuhu gdje se donosi odluka o potrebi pojačanja povezanosti dvaju susjednih elek-



Slika 1. Nosni stup 2 x 400 kV u Mađarskoj, slika od X. mjeseca 1997. (vidljiva su zavjesišta za dva dozemna užeta izvedbe OPGW)

troenergetskih sustava. Do tada je postojao samo jedan povezni vod 120 kV između Mađarske i Hrvatske, vod Söjtör - Nedeljanec (Varaždin), u pogonu od 1958. godine, snage prijenosa 40 MW!

Sredinom 1993. godine sastaju se u Pečuhu, po prvi put, mađarski i hrvatski timovi za pripremu izgradnje novih 120 i 400 kV interkonektivnih vodova. Dalje se aktivnosti odvijaju u dva smjera:

- izgradnja novih poveznih vodova između 120 kV mreže južne Mađarske (mreža distribucije DEDASZ Rt. Pečuh) i 110 kV mreže sjeverne Hrvatske (mreža prijenosa HEP)
- izgradnja 400 kV poveznih vodova u trokutu Mađarska - Slovenija - Hrvatska, što se poslije pretvorilo na isključivo povezivanje EES-a Mađarske i Hrvatske (kontakti MVM Budapest - HEP Zagreb, ELES Ljubljana se privremeno povukao).

Prvi je zadatak uspješno obavljen, iako samo djelomično. Početkom kolovoza 1995. godine pušten je u pogon DV 120 kV Siklos - Donji Miholjac, koji je privremeno (TS

110/35 kV D. Miholjac tek se gradi) spojen na DV 110 kV D. Miholjac - Valpovo. Maksimalna ugovorena snaga preuzimanja iz mađarskog sustava preko tog voda je 40 MW (ostvareno ove zime, otočno napajanje konzumnih područja B. Manastir, Valpovo i D. Miholjac), no tijekom nedavne havarije u mreži 220 (400) kV i 110 kV od interesa za napajanje Slavonije (siječanj 1998.), mađarski sustav je, preko toga voda, isporučivao i do 50-55 MW vršno! Drugi povezni vod 120 kV na razmatranom području uz Dravu bio je DV 2 x 120 kV Szigetvar - Barcs - Virovitica. Zbog poteškoća na mađarskoj strani, pripremne aktivnosti za izgradnju ovog voda su (nadajmo se privremeno) obustavljene.

Studijsko-pripremne aktivnosti za izgradnju poveznih vodova 400 kV Mađarska - Slovenija - Hrvatska počele su krajem 1993. godine vrlo žustro, iako je poslije taj početni zanos nešto usporen.

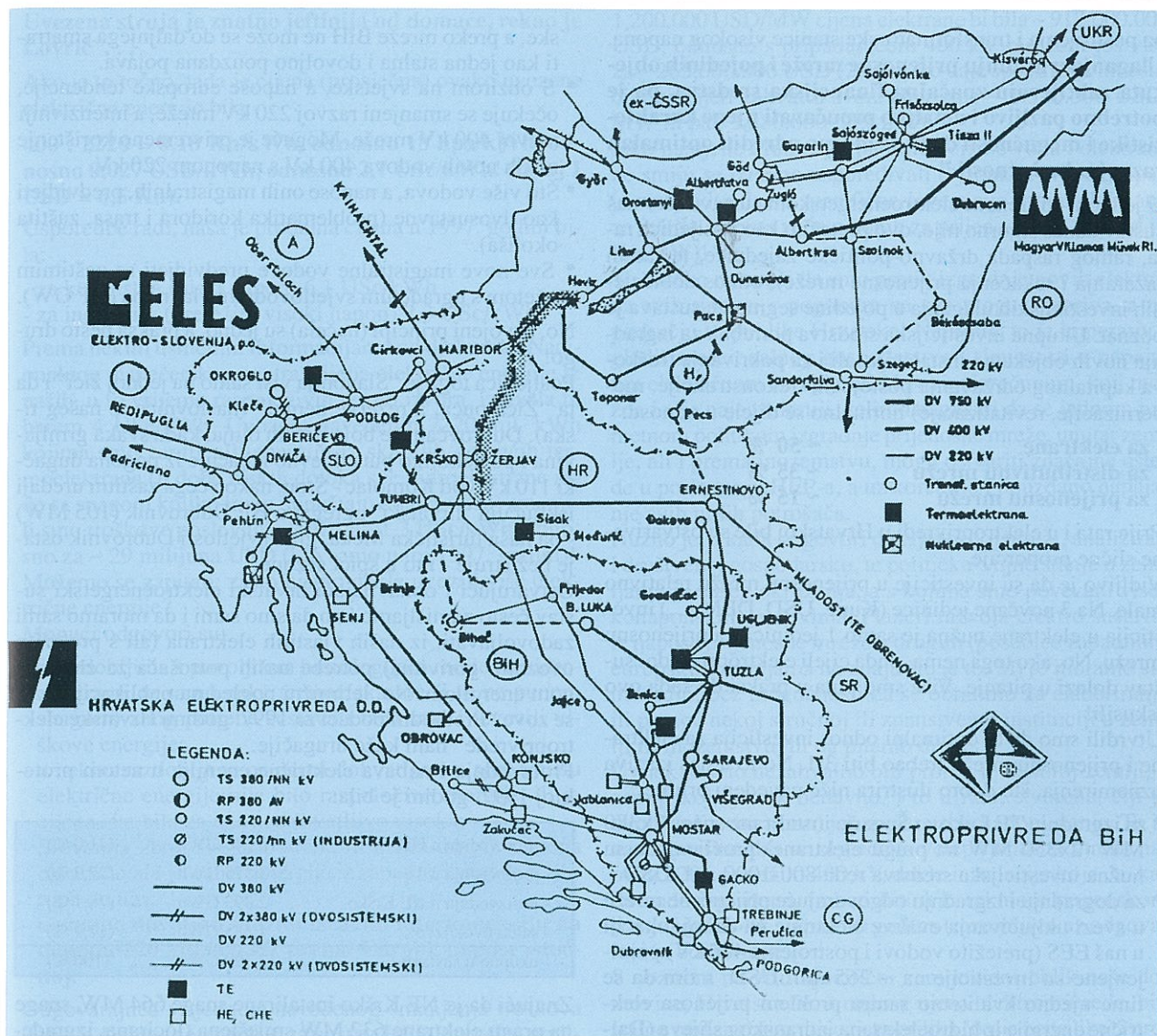
Izrada nužnih studija, istraživanja trasa vodova 400 kV, detaljno određivanje mjesta prijelaza voda preko državne granice (rijeka Mura), usklađivanje projekata obje dionice (riječ je samo o H - HR interkonekciji) DV 2 x 400 kV bile su aktivnosti koje su obavljane tijekom 1994. i u prvoj polovici 1995. godine. Tada smo bili i požurivani da se ove aktivnosti ubrzaju. No nakon zajedničke izrade prijedloga ugovora (listopad 1995. godine) stanje se mijenja - interes za izgradnju ovog voda opada. Ipak krajem ljeta/početkom jeseni 1996. ugovor o izgradnji voda se potpisuje.

Prema navedenom ugovoru rok za realizaciju i puštanje u pogon 400 kV dalekovoda Heviz - Žerjavinec je 1. 8. 1999. godine. Prema odrednicama ugovora, produljenje navedenog roka izgradnje do 3 mjeseca prihvatit će se bez plaćanja penala, dok će za eventualno daljnje kašnjenje, strana koja ne ispunjava odrednice ugovora, plaćati penale u iznosu 0,5% od 35 mil. USD za svaki tjedan kašnjenja. To konkretno znači da bi npr. HEP za svaki tjedan kašnjenja plaćao 175.000 USD, odnosno za kašnjenje od 20 tjedana visina penala bi iznosila 3,5 mil USD. Za štete nastale uslijed kašnjenja duljeg od 20 tjedana ili otkazivanja ugovora nadležan je sud u Bernu (Švicarska), koji će presuđivati na temelju švicarskih zakona.

Zbog slabijeg tempa u pripremnim aktivnostima Hrvatska bi elektroprivreda zaista mogla doći u situaciju da plaća penale, jer inženjerski gledano nije realno očekivati da bi ovaj vod na području Hrvatske (130 km, 340 stupova uz sve dodatne zahvate) bio izgrađen do kraja 1999. godine.

Ovo nije ni mjesto niti vrijeme da se analizira zašto je to tako. No, ovo je prigoda da se nešto kaže o značenju ovog interkonektivnog 400 kV voda Hrvatska-Mađarska, a u sklopu mreže za prijenos električne energije Hrvatske elektroprivrede i svekolikog hrvatskog elektroenergetskog sustava.

Elektroprivredni nacionalni sustav ima zadaću kvalitetnog napajanja svih potrošača električne energije koji su na njega priključeni, te time i o njemu ovisni. Osnovna kvaliteta jednog takvog vrlo kompleksnog sustava je stalnost u dobavi električne energije s raspoloživosti (pouzdanosti) reda 99,9% pa i više. Elektroprivredni sustav nije slučajni skup pojedinih elemenata (elektrane, visokonaponska postrojenja i vodovi, niskonaponske mreže) nego je, odnosno trebao bi biti, sofisticirano organizirani sustav građen, održavan i eksplloatiran isključivo u prije definiranom smi-



Slika 2. Mreža za prijenos električne energije Mađarske, Slovenije, Hrvatske i BiH

slu. Iako je cijena električne energije relativno niska (u nas 6-7 USc/kWh, u ostalim europskim zemljama i do 15-20 USc/kWh) nacionalni gubici u slučaju neisporuke električne energije su vrlo visoki - u nas (Hrvatska) procijenjeni na 3,5-5 DEM/kWh (1,9-2,7 USD/kWh)!

Da bi navedeni skup bio smislen, nužna je prijenosna mreža - vodovi i postrojenja visokog i vrlo visokog napona (u nas 110, 220 i 400 kV). Moguće bi bilo zamisliti elektroprivredni sustav i bez elektrana na razmatranom području, no nikako bez prijenosne mreže! Ovo je drugo postojalo samo u vrijeme početne elektrifikacije i vrlo se brzo, kod iole većih snaga potrošača pokazalo besperspektivnim! Navodimo vrlo pogodnu definiciju sustava za prijenos električne energije-prijenosne mreže preuzete iz jedne studije Energetskog instituta "Hrvoje Požar" Zagreb (D. Bajs):

*Jedan od sastavnih dijelova svakog elektroenergetskog sustava, koji u mnogome određuje njegove značajke i kvalitetu, je **prijenosna mreža**. Zadatak prijenosne mreže je povezivanje proizvodnih postrojenja i velikih grupa potrošača koji se nalaze na međusobno većim ili manjim udal-

ljenostima, s ciljem da se električna energija proizvedena u bilo kojoj elektrani u sustavu prenese do svih čvorišta mreže preko više mogućih pravaca. **Prijenosna mreža stoga omogućava najekonomičniju i najpovoljniju kombinaciju proizvodnje elektrana u sustavu određenog trenutka, te opskrbu potrošača (direktnih, odnosno pojedinih čvorišta na nivou razdjelne mreže) sa dovoljnom sigurnošću, ovisno o njoj izgrađenosti.**

Povezivanjem susjednih elektroenergetskih sustava interkonekcijskim prijenosnim vodovima postižu se dodatne prednosti koje čine sustav ekonomičnijim i sigurnijim. Kod međusobno povezanih EES-a ekonomičnije se iskorištavaju proizvodni kapaciteti u pojedinim dijelovima, smanjuju različitosti i osobnosti pojedinih sustava u odnosu na cjelinu što je posebno značajno kod velikog udjela hidroenergije u sustavu (poput našeg), te se smanjuje potreba za izgradnjom novih elektrana zbog veće tromosti povezanih sustava i smanjuju rotirajuće i hladne rezerve.

Osnovni objekti prijenosne mreže su dalekovodi, rasklop-

na postrojenja i transformatorske stanice visokog napona. **Ulaganja u gradnju prijenosne mreže i pojedinih objekata zahtijevaju značajna financijska sredstva, pa je potrebno pažljivo i detaljno proučavati njene karakteristike i mogućnosti da bi se mogao odrediti optimalan razvoj u budućnosti."**

U jednom smirenom elektroenergetskom sustavu (što naš sustav danas sigurno nije, ovo pretežito kao posljedica rata, ratnog raspada državno-političke zajednice, te ratnih razaranja i sakaćenja prijenosne mreže), odnos uobičajenih investicijskih ulaganja u pojedine segmente sustava je poznat. Ukupna investicijska sredstva potrebna za izgradnju novih objekata i instalacija, ali i za pokrivanje troškova kapitalnog održavanja postojećih (rekonstrukcije, modernizacije, revitalizacije) normalno se dijele u odnosu:

- za elektrane ~ 50 %
- za distributivnu mrežu ~ 35 %
- za prijenosnu mrežu ~ 15 %

Prije rata i u elektroprivredi u Hrvatskoj bile su ostvarivane slične proporcije.

Vidljivo je da su investicije u prijenosnu mrežu relativno male. Na 3 novčane jedinice (Kune, USD, DEM . . .) investicija u elektrane nužna je samo 1 jedinica za prijenosnu mrežu. No, ako toga nema, onda cijeli elektroprivredni sustav dolazi u pitanje. Više smo puta u praksi do sada ovo iskusili!

Utvdili smo da bi optimalni odnos investicija za elektrane i prijenosnu mrežu trebao biti 3:1. No to u nas izaziva uznemirenja, što dobro ilustrira niže navedeni primjer:

- za izgradnju TE Lukovo Šugarje instalirane snage 2x380 MW (2x350 MW na pragu elektrane) procijenjena su nužna investicijska sredstva reda 800-1000 mil. USD
- za dogradnju i izgradnju odgovarajuće prijenosne mreže u svezi uključivanja ovakve elektrane na danoj lokaciji u naš EES (pretežito vodovi i postrojenja 400 kV) procijenjene su investicije na ~ 265 mil. USD, s tim da se time ujedno kvalitetno sanira problem prijenosa električne energije iz hidroelektrana jadranskog slijeva (Dalmacija, Hercegovina) prema zapadu i sjeveru zemlje i to za cijeli niz godina unaprijed.

- ovdje (gledano lokalno) polučen je odnos investicija u elektranu i širu (ne samo pripadajuću) mrežu od

$$800 - 1000 / 265 = (3-3,8) : 1$$

- ovaj je prijedlog i iznos izazvao veliko uzbuđenje kod graditelja naših velikih elektrana - vrlo skupa mreža koja ruši elektranu!

Za daljnji razvoj naše prijenosne, te napose veleprijenosne 220 i 400 kV mreže, njenu poslijeratnu obnovu i rekonfiguraciju s obzirom na izgled Republike Hrvatske postavljani su i službeno prihvaćeni osnovni principi. To su:

- Prijenosna mreža Hrvatske treba se oblikovati kao neovisna i samodovoljna mreža, koja zadovoljava sa svim funkcijama i pri raspoloživosti od (N - 1) kritičnih elemenata u najzahtjevnijim okolnostima njenog pogona.
- Tako oblikovana prijenosna mreža može se i treba povezati sa susjednim mrežama (SRJ, BiH, Mađarske, Slovenije, Italije) ako je to u zajedničkom interesu, omogućavajući tako razmjene električne energije kao i tranzite električne energije preko hrvatske mreže, s tim da to ne smije ugroziti ili pogoršati pogon naše mreže.
- Tranzit električne energije između juga i sjevera Hrvat-

ske, a preko mreže BiH ne može se do daljnjega smatrati kao jedna stalna i dovoljno pouzdana pojava.

- S obzirom na svjetske, a napose europske tendencije, očekuje se smanjeni razvoj 220 kV mreže, a intenzivniji razvoj 400 kV mreže. Moguće je privremeno korištenje nekih novih vodova 400 kV s naponom 220 kV.
- Što više vodova, a napose onih magistralnih, predvidjeti kao dvosustavne (problematika koridora i trasa, zaštita okoliša).
- Sve nove magistralne vodove predvidjeti sa zaštitnim užetom s ugrađenim svjetlovodnim vlaknima (OP GW).

No, usvojeni principi (načela) su jedno, a praksa nešto drugo!

Posljedica toga je "Slavonija visi samo na jednoj žici" i da ta "Žica puca, a rezerve nema!" (naslovnice iz našeg tiska). Dubrovčani se boje ljetnih oluja, kada svaka grmljavina i po nekoliko puta dnevno izbacuje iz pogona dugački 110 kV vod Komolac - Ston, nakon čega zaštitni uređaji isključuju "hrvatski" agregat u HE Dubrovnik (105 MW) - pa naša turistička Meka, grad svjetlosti Dubrovnik ostaje bez struje - i to u špici sezone!

Ostvarujući i obnavljajući hrvatski elektroenergetski sustav često zamišljamo kao da smo sami i da moramo sami zadovoljavati, iz naših vlastitih elektrana (ali s pretežito uvoznim gorivima) potrebe naših potrošača za električnom energijom. No, letimični pogled na publikaciju koja se zove "Prethodni podaci za 1997. godinu Hrvatske elektroprivrede" nam kaže drugačije.

Proizvodnja i nabava električne energije u netom proteklom 1997. godini je bila:

- proizvodnja u HE	5.246 GWh	(41,0 %)
- proizvodnja u TE	3.575 GWh	(27,9 %)
- proizvodnja u NE Krško	2.393 GWh	(18,7 %)
- saldo uvoz/izvoz	1.585 GWh	(12,9 %)
- ukupno u sustavu	12.799 GWh	(100 %)

Znajući da je NE Krško instalirane snage 664 MW, snage na pragu elektrane 632 MW smještena (locirana, izgrađena) izvan granica naše zemlje, a u susjednoj nam Republici Sloveniji, te da je Hrvatska samo suvlasnik te elektrane u iznosu od 50 % ali ne i posjednik iste ("Posjedovanje je 9/10 prava na nešto" znani je slogan W. S. Churchill-a), onda je naš svekoliko uvoz električne energije u 1997. godini (energija proizvedena za potrebe Hrvatske u elektranama izvan Hrvatske) bio 3.978 GWh ili više od 31 % potrebne energije za sustav HEP!

To nije tako strašno: 1989. i 1990. godine takav "uvoz" električne energije je pokrивao i više od 50 % tadašnjih potreba u našem sustavu (7.000-8.000 GWh).

Iznos od 1.585 GWh predstavlja saldo uvoz-izvoz električne energije u 1997. godini. Nešto smo i izvozili kada je bio visok dotok voda za naše hidroelektrane (~ 635 GWh), no mnogo smo uvozili, u sušnom periodu sve do prvih jesenjih kiša (listopad/studenj), ali i poslije.

Interesantna je u tome smislu jedna vijest HINE objavljena u zagrebačkom "Vjesniku", a sa sastanka Strukovne grupacije energetike Županijske komore u Splitu od 19. 3. og.:

"Po riječima glavnog dispečera HEP-a za južnu Hrvatsku, Marka Lovrića, Hrvatska je prošle godine iz susjednih zemalja uvezla dvije milijarde i 220 milijuna kWh struje, za koju je platila oko 400 milijuna kuna.

Uvezena struja je znatno jeftinija od domaće, rekao je Lovrić”. . .

Ako je to točno, tada je cijena (prosječna) ovako uvezene električne energije bila:

400 : 2220 = 0,18 Kn/kWh, odnosno 18 lipa/kWh, odnosno 0,027 USD/kWh, odnosno 2,7 USc/kWh! (tečaj 1 USD = 6,5 Kn).

Usporedbe radi, naša je prodajna cijena u 1997. godini bila:

- za kućanstva (niski napon) 6,1 USc/kWh
- za industriju (pretežito visoki napon) 7,3 USc/kWh!

Prema nekim usmenim informacijama od djelatnika Nacionalnog dispečerskog centra, cijena električne energije iz naših, u to vrijeme raspoloživih termo izvora, iznosila bi barem 4 USc/kWh. Uvozom navedenih 2220 mil. kWh kojima smo zamijenili energiju iz skupljih domaćih termoelektrana (u doba niskih dotoka sve hidroelektrane rade sa snagom koliko im to dopuštaju dotoci voda) smanjili smo troškove poslovanja HEP za ~1,3 USc/kWh, odnosno za ~ 29 milijuna USD (i to samo u toj 1997. godini)! Možemo se zapitati: zašto nismo dakle uvozili više električne energije?

Mogući odgovori su:

- u razdobljima s povoljnom hidrologijom radile su hidroelektrane, te samo neke termoelektrane (i to ne punom snagom) zbog potrebe sustava i tada smo i izvozili viškove energije;
- u nekim razdobljima na nama dohvatljivom spot tržištu električne energije nije bilo raspoložive energije, ili je cijena iste bila za nas neprihvatljivo visoka;
- Slovenija zbog svojih potreba ili nekih drugih razloga ograničavala je tranzit energije iz zapadne i središnje Europe do nas;
- **nemamo dovoljno snažnu izravnu interkonekciju na naponu 220 i/ili 400 kV prema Europi, napose istočnoj.**

Odgovarajuća vrijednost navedenog smanjenja troškova dobave električne energije za sustav HEP u prošloj godini, u DEM iznosila bi (konvertirajući to preko kune) 6,5/3,5x29 = 53,8 mil. DEM.

Predviđena investicijska sredstva nužna za izgradnju 130 km dvosustavnog voda 400 kV (državna granica - Žerjavinec - Veleševac) su reda 80 mil. DEM što odgovara navedenom smanjenju troškova poslovanja HEP-a za ~ 1,5 godina. Procijenjeni iznos potreban za TS 400/220 - 400/110 kV Žerjavinec, I. - etapa izgradnje je reda 60 mil. DEM! Sagledana vrijednost investicija za tzv. “mađarsku vezu” u nas je:

- vod 400 kV	~ 80 mil. DEM
- TS Žerjavinec, I. etapa	~ 60 mil. DEM
- tzv. prateći objekti (110 kV)	~ 18 mil. DEM
odnosno, ukupno:	~ 160 mil. DEM

što daje specifične investicije za prijenos od

2 x 500 MW	...	160.000 DEM/MW
2 x 300 MW	...	267.000 DEM/MW
2 x 100 MW	...	800.000 DEM/MW

franko 110 kV mreža na području Zagreba.

Usporedimo to s troškovima izgradnje jedne velike termoelektrane, npr. TE Lukovo Šugarje instalirane snage 2 x 380 MW. Uz pretpostavljenih specifičnih investicija ~

1,200.000 USD/MW cijena elektrane bi bila ~ 912.000.000 USD, odnosno s pripadajućom 400 kV mrežom još viša za ~ 265.000.000 USD (29 %), što daje specifičnu investiciju za cijeli zahvat u svezi elektrane ~ 1,550.000 USD/MW ili pak 2,880.000 DEM/MW!

Iako namjene i funkcije, pa time i cijene voda i elektrane ne smiju se izravno uspoređivati (“jabuke i šljive”), ipak je znakovito da su specifične investicije u ovu elektranu za 3,6 do 18 puta veće od onih za prijenos (USD, DEM ili Kn/MW)!

To nikako ne znači da smo protiv izgradnje novih elektrana svih tipova, s pogonom na sva moguća goriva, a na području Republike Hrvatske! Naprotiv, to je imperativ s gledišta nacionalnog gospodarstva i sigurnosti u napajanje električnom energijom! No ovim izračunom, koji možda i nije najegzaktniji, želimo naglasiti da se jednom pametnom politikom izgradnje prijenosne mreže, unutar zemlje, ali i prema inozemstvu, mogu ostvariti značajne uštede u poslovanju HEP-a, a uz korektno i pouzdano napajanje svih naših potrošača.

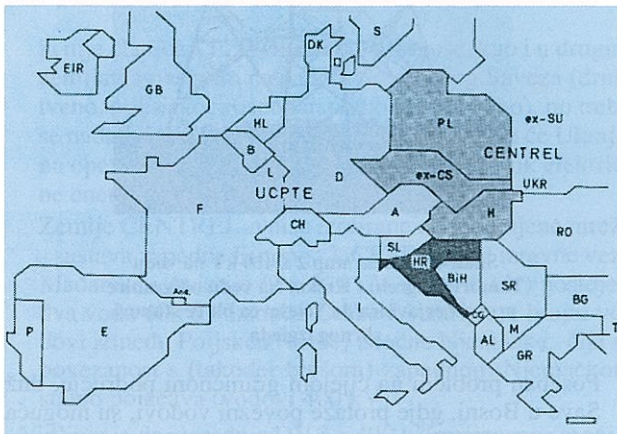
Nužno je, a kada se govori o prijenosnoj mreži, analizirati i društveno, gospodarsko, te političko-vojno stanje u zemljama iz našeg okruženja, a s kojima smo povezani visokonaponskim vodovima. Planeri razvoja elektro sustava, te napose prijenosne mreže u drugim (posebice zapadnim) europskim zemljama ne znaju što je to. Mi to moramo sami raditi, bez mogućnosti da se obratimo za elaboriranje ili pomoć nekoj stručnoj ili znanstvenoj instituciji u zemlji ili inozemstvu, ili da pitamo druge.

Uvijek je vrlo nezahvalno biti prorok u vlastitoj zemlji, u zemlji koja je tek nedavno, i to u ratu, stvorena, čiji je okoliš (ali i ona sama) još u vrlo uzburkanom stanju. To je napose teško ako se sagledava veleprijenosna mreža napona 220 i pretežito 400 kV, dakle instalacija koja će, kada bude izgrađena, trebati biti u korektnom pogonskom stanju idućih 40, 50 pa i 60 godina (razumljivo uz odgovarajuće održavanje).

S obzirom na vrlo specifični zemljovidni oblik naše domovine, Hrvatska će, a napose njena elektroprivreda, biti stalno pod snažnim utjecajem prilika (bolje neprilika) i prestrojavanja u zemljama s kojima graničimo.

Pogledajmo i procijenimo to malo detaljnije:

- **SRJ zapravo Srbija:** teško političko-gospodarsko unutrašnje stanje što sigurno ima posljedice i na elektroenergetske prilike u zemlji, ali i prema vani. Za Hrvatsku

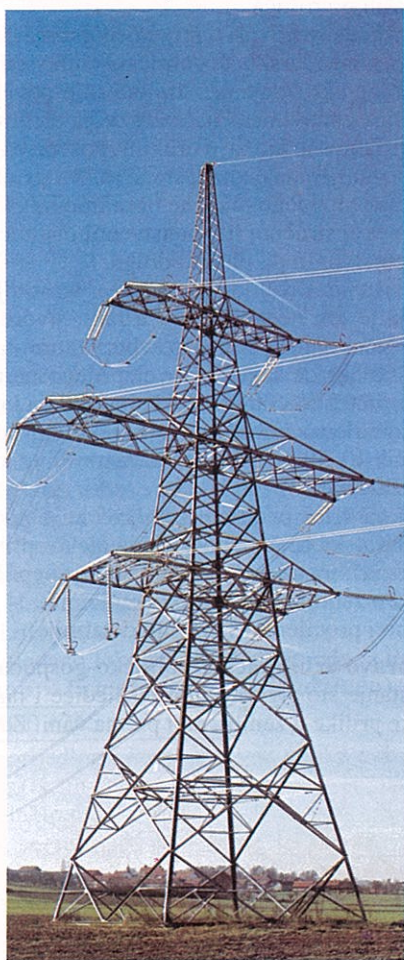


Slika 3. Elektro karta dijela Europe (UCPTE i CENTREL)

je od interesa razrješenje odnosa u svezi naših investicija u TE Obrenovac te ponovnog pogona 400 kV voda Mladost (Obrenovac)-Ernestinovo.

- **Bosna i Hercegovina:** zemlja sa velikim posljedicama rata, kako materijalnim tako i ljudskim, danas praktički pod starateljstvom zapadnih sila.

Za elektroprivredu u Hrvatskoj značajan partner zbog mnogih veza prijenosnim vodovima 110, 220, 400 kV, tranzita energije iz južne u sjevernu Hrvatsku preko sustava elektroprivrede BiH (1 vod 400 kV, 4 voda 220 kV), hrvatske investicije u elektrane u BiH snage 350 MW, zajedničke eksploatacije voda rijeke Trebišnjice (Bilečko jezero, HE Grančarevo s 3 x 54 MW, HE Dubrovnik s 2 x 108 MW). Vrlo smo zainteresirani u svezi napajanja Slavonije (TS Đakovo, transformacija 300 MVA, dva voda 220 kV iz Tuzle, TS Ernestinovo transformacija 600 MVA prije rata, vod 400 kV iz pravca Tuzla-Ugljevik).



Slika 4. Zatezni stup 2 x 400 kV na vodu Tumbri (Zagreb) - Krško. Na vodu od granice preko Žerjavince do Veleševca bit će stupovi sličnog izgleda

Poseban problem na cijelom graničnom području, duž Save u Bosni, gdje prolaze povezni vodovi, su moguća krizna žarišta, što smanjuje pouzdanost tih veza.

S elektroprivrednog motrišta vrlo rizični partner, napo-

se sa sadašnjeg aspekta! Treba obvezno primijeniti polazne principe za optimalno oblikovanje prijenosne mreže u Hrvatskoj, koji su navedeni u početnom dijelu ovih razmatranja, **te nikada ne dopustiti isključivo napajanje TS 220/110 kV Đakovo i/ili TS 400/110 kV Ernestinovo iz BiH!**

- **Slovenija:** naoko mirni, no "osebujni" zapadni susjed, koji kontrolira sve izravne veze Hrvatske sa središnjom i zapadnom Europom (ceste, željeznica, elektroveze). Elektroprivredne veze Hrvatska - Slovenija su zajednička NE Krško 664 MW, 3 povezna voda 400 kV, 2 povezna voda 220 kV i 3 povezna voda 110 kV (sve je u pogonu). Prijenosna mreža Slovenije (ELES) povezana je s odgovarajućim mrežama susjedne Austrije i Italije pomoću 3 voda 400 kV i 2 voda na naponu 220 kV. Za potrebe Hrvatske načelno je dogovoren mogući tranzit preko opisane slovenske mreže do 300 MW, no jasno je da Slovenija ima prioritet. Nedavno je storniran tranzit iz zapadne Europe za Hrvatsku, jer je TE Šoštanj morala biti isključena zbog kvara, pa je Slovenija uvozila tih 300 MW!

Zbog ovakve pozicije moguće su manje ili veće ucjene od strane Slovenije u elektro smislu.

- **Mađarska:** zemlja na sjeveru Hrvatske, veća od nas dva puta, elektroprivredno tri puta, dužina zajedničke granice ~ 400 km. Povijesne (izravne) veze Hrvatska - Mađarska od 1102. do 1918. godine, tj. preko 800 godina. Opće današnje društveno, političko i gospodarstveno stanje u Mađarskoj smatra se stabilnim.

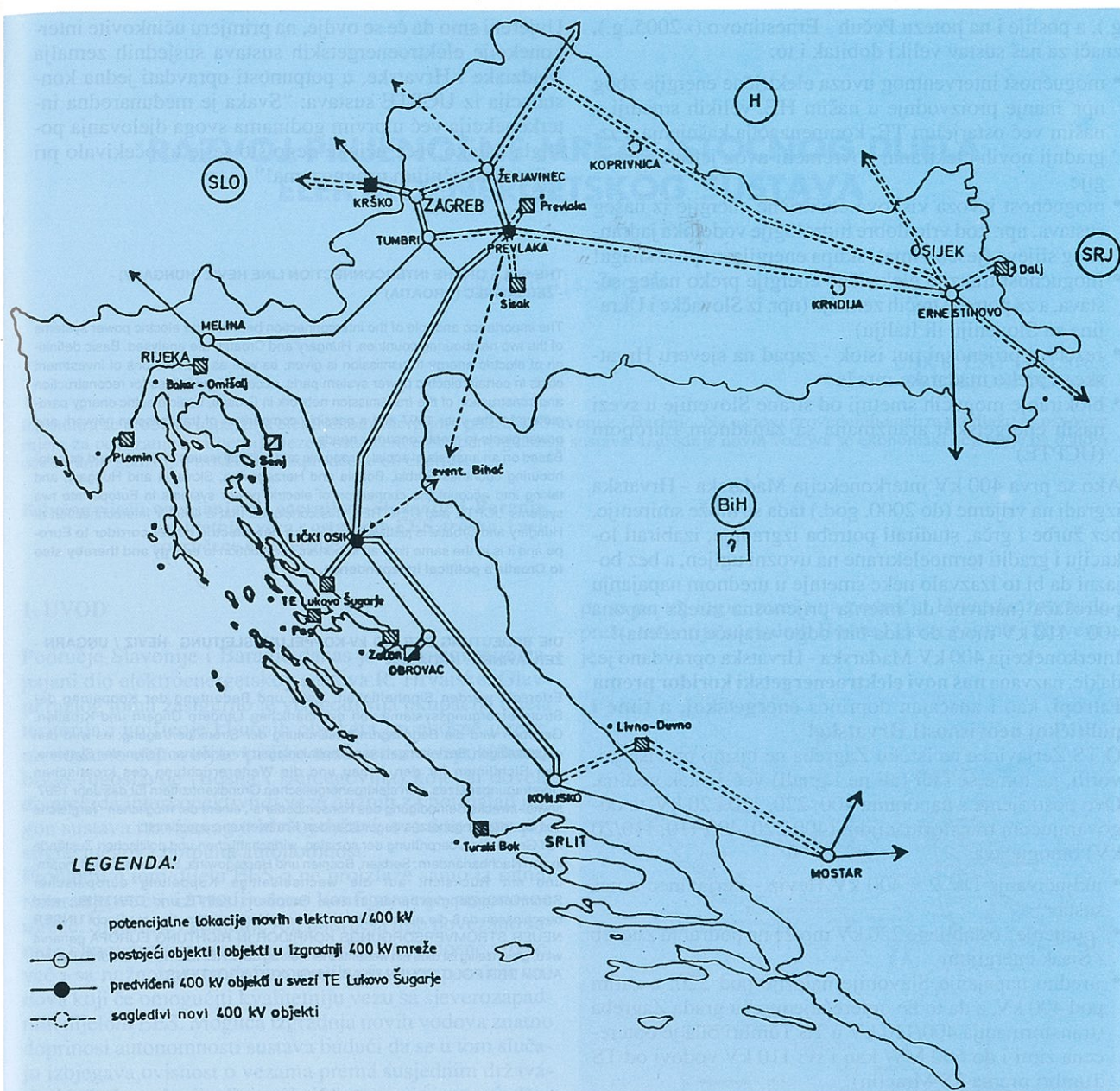
S mađarskim sustavom imamo vezu samo preko dva voda 120 kV i to na potezu Söjtör - Nedeljanec (Varaždin) od 1958. godine, te na potezu Siklos - (D. Miholjac) - Valpovo od 1995. godine. Sada zajednički gradimo DV 2 x 400 kV Heviz - Žerjavinec (gotovost 1999-2000. god.), pripremamo se za studiranje i izgradnju DV 2 x 400 kV Pečuh - Ernestinovo (Osijek) negdje poslije 2005. godine!

Mađarska je članica elektrosustava istočne Europe CENTREL kojeg sačinjavaju još i Slovačka, Češka i Poljska. Za sve ove zemlje karakteristično je da imaju izgrađeni veliki proizvodni park (pretežito TE i NE), da je zbog prestrukturiranja industrije pad potrošnje (u Mađarskoj za ~ 30 %), te da danas imaju značajnih viškova električne energije (možda baš ne u svakom trenutku, ali ipak imaju)!

Temeljem jednog prikaza u "Vjesniku HEP" od 2. 1998. (J. Moser), dajemo pregled instaliranih snaga elektrana CENTREL sustava (u MW):

Zemlja	TE	NE	HE	Ukupno (MW)
Mađarska	5.048	1.730	46	6.824
Slovačka	2.996	1.760	2.375	7.131
Češka	7.367	1.760	1.872	10.999
Poljska	28.951	0	2.046	30.997
CENTREL	44.362	5.250	6.339	55.951

Usporedbe radi Hrvatska ima ukupno 4.397 MW instaliranih snaga u elektranama (~ 7,9 % instalirane snage elektrana CENTREL-a), s tim da danas raspolaže samo s 3.747 MW u svojim elektranama, dok je 650 MW u elektranama u BiH i Srbiji, što se ne može koristiti u ovom trenutku.



Slika 5. Saglediva veleprijenosna mreža 400 kV Hrvatske, stanje 2040. godine (studija o uklapanju TE Lukovo Šugarje u naš EES)

No, od interesa je činjenica da Hrvatska ima u hidroelektranama instaliranih 2.076 MW i to u elektranama pretežito smještenim na vodotocima jadranskog slijeva (visoke vode jesen/početak zime), što je vrlo pogodno s obzirom na zahtjeve konzuma kontinentalnih zemalja. Tome treba dodati još i 1300 MW u elektranama, na rijekama Rama, Neretva i Trebišnjica (BiH) istih hidroloških kvaliteta.

Mađarska je snažno povezana vodovima 220, 400 pa i 750 kV s većinom okolnih zemalja: Austrija, Slovačka (veze na sustav CENTREL), Ukrajina, Rumunjska, Srbija (SRJ) - ali još ne s Hrvatskom i Slovenijom.

Veze sa Ukrajinom (prije Sovjetski Savez) sa DV 2 x 220 kV, DV 400 kV i DV 750 kV su relikvije iz prošlosti, kada se je glavni dio mađarskog debalansa rješavao uvozom iz Ukrajine. Sadašnje opće stanje u Ukrajini (ko-

ja nije članica CENTREL-a) je vrlo loše, kao i u drugim zemljama nastalim raspadom Sovjetskog Saveza (društveno, političko, gospodarstveno i energetske), no treba se nadati da će i tamo doći do saniranja. Tada će Ukrajina opet biti interesantna kao zemlja - izvoznik električne energije.

Zemlje CENTREL-a nisu izolirane od ujedinjene mreže - sustava zapadne Europe - UCPTE. Pored izravne veze Mađarske i Austrije (2 x 220 kV, 1 x 400 kV) postoje i dva voda 400 kV između Češke i Austrije, te brojni vodovi između Poljske i (bivše) istočne Njemačke, čija se povezanost s (također bivšom) zapadnom Njemačkom stalno pojačava (vodovi 400 kV)!

Vidljivo je da izgradnja DV 2 x 400 kV, prijenosne moći 2 x 500 MW (idealni pogon) do 2 x 1000 MW (maksimalne mogućnosti) najprije na potezu Heviz - Žerjavinec (~2000.

g.), a poslije i na potezu Pečuh - Ernestinovo (> 2005. g.), znači za naš sustav veliki dobitak i to:

- mogućnost interventnog uvoza električne energije zbog npr. manje proizvodnje u našim HE, velikih smetnji u našim već ostarjelim TE, kompenzacija kašnjenja u izgradnji novih elektrana, povremeni uvoz jeftinije energije
- mogućnost izvoza viškova električne energije iz našeg sustava, npr. kod vrlo dobre hidrologije vodotoka jadranskog slijeva (jesen/zima), skupa energija, napose snaga!
- mogućnost tranzita električne energije preko našeg sustava, a za potrebe trećih zemalja (npr. iz Slovačke i Ukrajine za Sloveniju ili Italiju)
- rezervni prijenosni put istok - zapad na sjeveru Hrvatske, a preko mađarske mreže
- blokiranje mogućih smetnji od strane Slovenije u svezi naših energetskih aranžmana sa zapadnom Europom (UCPTE).

Ako se prva 400 kV interkonekcija Mađarska - Hrvatska izgradi na vrijeme (do 2000. god.) tada se može smirenije, bez žurbe i grča, studirati potreba izgradnje, izabirati lokaciju i graditi termoelektrane na uvozni ugljen, a bez bojazni da bi to izazvalo neke smetnje u urednom napajanju potrošača (naravno da interna prijenosna mreža napona 400 - 110 kV mora do tada biti odgovarajuće uređena)! Interkonekcija 400 kV Mađarska - Hrvatska opravdano je, dakle, nazvana **naš novi elektroenergetski koridor prema Europi**, kao i značajan doprinos **energetskoj, a time i političkoj neovisnosti Hrvatske!**

O TS Žerjavinec na istoku Zagreba ne bismo previše govorili, na tome se radi (ali ne i gradi) već 15-tak godina. Ovo postrojenje s naponima 400, 220, 110 i 20 kV, te odgovarajućom transformacijom (400/220, 400/110, 110/20 kV) omogućava:

- uključivanje DV 2 x 400 kV Heviz - Žerjavinec u naš sustav
- "punjenje" oslabljene 220 kV mreže na području Zagreb - Sisak energijom
- uredno napajanje Slavonije najprije pod 220, a zatim pod 400 kV, a da to ne opterećuje mrežu grada Zagreba (transformacija 400/110 kV u TS Tumbri bila je opterećena zimi i do 600 MW kao i svi 110 kV vodovi od TS Tumbri prema TS Mraclin)
- podupora za 110 kV mrežu na istoku Zagreba (gradska i prigradska mreža)
- logički priključak nove KTE Jertovec 180 - 200 MW na 110 kV mrežu
- kvalitetno napajanje gradske i prigradske distributivne (20 kV) mreže na istoku grada.

Sigurno je da će se već u prvim godinama XXI. stoljeća ovi navodi pokazati kroz praksu ispravima.

Uvjereni smo da će se ovdje, na primjeru učinkovite interkonekcije elektroenergetskih sustava susjednih zemalja Mađarske i Hrvatske, u potpunosti opravdati jedna konstatacija iz UCPTE sustava: "Svaka je međunarodna interkonekcija već u prvim godinama svoga djelovanja postigla daleko veće učinke nego što se je to očekivalo pri najoptimističnijim prognozama!"

THE ROLE OF THE INTERCONNECTION LINE HEVIZ (HUNGARY) - ŽERJAVINEC (CROATIA)

The importance and role of the interconnection between the electric power systems of the two neighbouring countries, Hungary and Croatia, are analysed. Basic definition of electric energy transmission is given, as well as the relations of investment costs in certain electric power system parts, accepted guidelines for reconstruction and construction of the transmission network in Croatia, basic electric energy parameters for the year 1997 and a possible comparison of transmission network and power plants to meet consumer needs.

Based on an analysis of social, economic and political issues in Croatia and its neighbouring countries Serbia, Bosnia and Herzegovina, Slovenia and Hungary, and taking into account the connection of electric power systems in Europe into two systems UCPTE and CENTREL, it is concluded that a 400 kV interconnection of Hungary and Croatia is justifiably called **our new electric power corridor to Europe** and it is at the same time an important contribution to **energy and thereby also to Croatia's political independence**.

DIE BEDEUTUNG DER 400 kV-KOPPELUNGSLEITUNG HEVIZ / UNGARN - ŽERJAVINEC / KROATIEN

Erforscht werden Sinnhaftigkeit, Rolle und Bedeutung der Koppelung der Stromversorgungssysteme von nachbarlichen Ländern Ungarn und Kroatien. Gegeben wird die Begriffsgrundbestimmung der Stromübertragung; es wird den gegenseitigen Beziehungen von Kapitalanlagen in einzelnen Teilen der Systeme, den Richtlinien für den Anbau und die Weitererrichtung des kroatischen Übertragungsnetzes, den elektroenergetischen Grundkennziffern für das Jahr 1997, sowie -zwecks Befriedigung des Konsumbedarfs-, einem der möglichen Vergleiche des Übertragungsnetzes gegenüber den Kraftwerken zugestimmt.

Auf Grund der Überprüfung der sozialen, wirtschaftlichen und politischen Zustände in den Nachbarländern: Serbien, Bosnien und Herzegowina, Slowenien und Ungarn, und mit Rücksicht auf die wechselseitige Koppelung europäischer Stromversorgungsverbünde in zwei Gruppen: UCPTE und CENTREL, wird beschlossen daß die neue 400kV-Koppelung Ungarn - Kroatien mit Recht UNSEER NEUER STROMVERSORGUNGS KORRIDOR IN RICHTUNG EUROPA genannt wird; gleichzeitig ist dies ein wesentlicher Beitrag der ENERGETISCHEN UND DAMIT AUCH DER POLITISCHEN UNABHÄNGIGKEIT KROATIENS.

Naslov pisca:

Božidar Radmilović, dipl. ing.
Hrvatska elektroprivreda d.d.
Sektor za razvoj
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
1998-06-05.