

RAZVOJ PRIJENOSNE MREŽE ISTOČNOG DIJELA ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

Davor Bajs, Zagreb

U članku se razmatra problem napajanja električnom energijom područja Slavonije i Baranje. Na osnovu provedenih analiza predlažu se osnovne mjere za postizanje kvalitetnije veze s ostatkom elektroenergetskog sustava. Izgradnja novih vodova se ekonomski ocjenjuje na osnovu očekivanih godišnjih troškova neisporučene el. energije.

Ključne riječi: napajanje el. energijom Slavonije i Baranje, kvalitetnija veza s ostatkom EES, troškovi neisporučene el. energije

1 UVOD

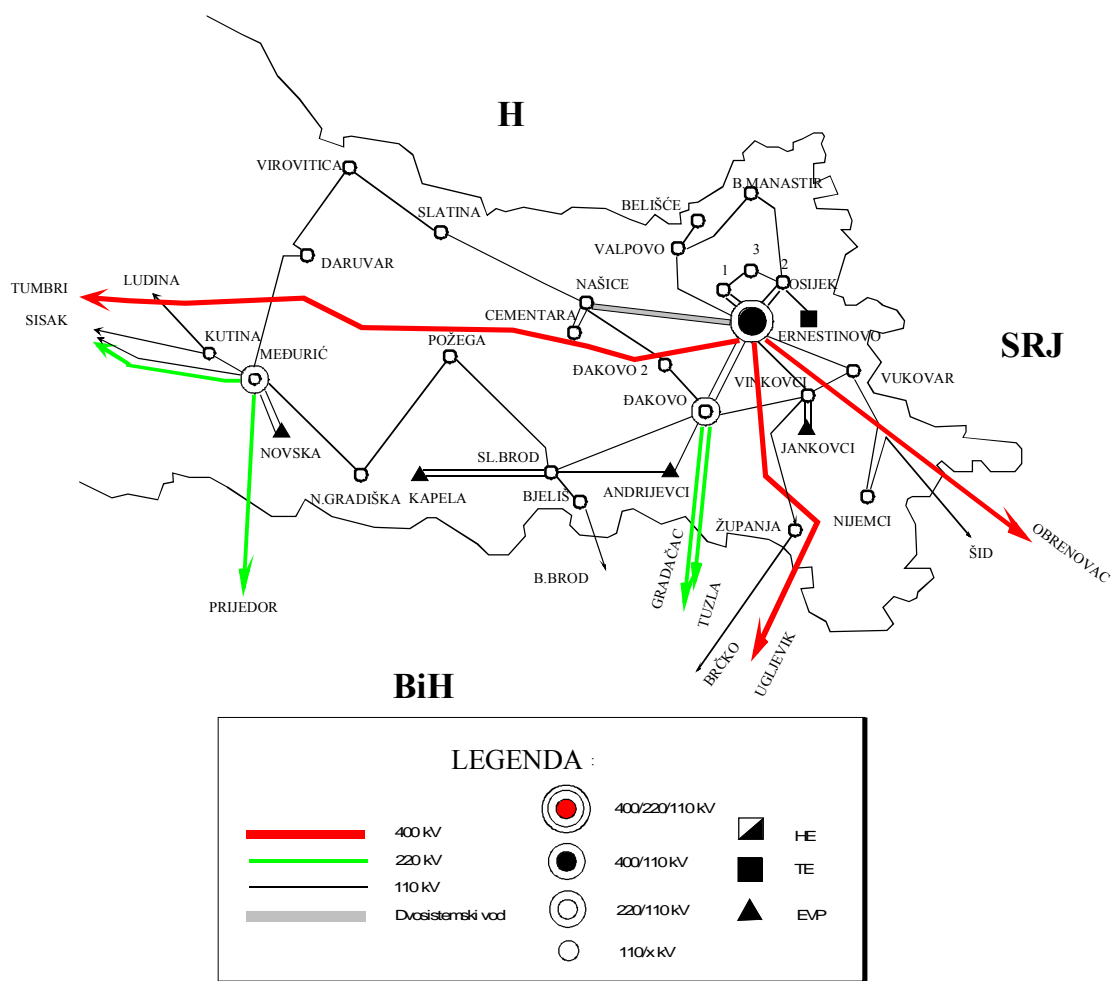
Područje Slavonije i Baranje danas je najnesigurnije napajani dio elektroenergetskog sustava R. Hrvatske. Glavni razlog tomu zasigurno je višegodišnja okupacija dijela teritorija i uništenje ključnih objekata prijenosne mreže, uz dodatno nepovoljne prilike u susjednim republikama bivše Jugoslavije (Bosna i Hercegovina) koje su dovele do prekida interkonektivnih veza neophodnih za normalan pogon sustava razvijanog u bivšoj državi, sve dok se ne postigne njegova potpuna autonomnost.

Problemi u tom dijelu EES ne proizlaze samo iz ratnih razaranja već i iz naslijeđene konfiguracije prijenosne mreže. Sigurnije napajanje tog područja nije povezano samo s obnovom ratom uništenih objekata prijenosne mreže, već i sa neophodnom izgradnjom novih visokonaponskih vodova koji će omogućiti kvalitetniju vezu sa sjeverozapadnim dijelom EES. Moguća izgradnja novih vodova znatno doprinosi autonomnosti sustava budući da se u tom slučaju izbjegava ovisnost o vezama prema susjednim državama bivše Jugoslavije. Razmjene el. energije i uvoz iz Bosne i Hercegovine i SRJ tada bi bile utemeljene na čistim ekonomskim interesima.

Mišljenja o razmatranoj problematici prilično su različita i često isključiva. Postavlja se pitanje da li riješiti problem napajanja istočnog dijela EES izgradnjom nove elektrane ili novog visokonaponskog 400 (220) kV voda prema sjeverozapadnom dijelu sustava. Analize i rezultati opisani u daljnjem tekstu pokazuju da jedna alternativa ne isključuje drugu.

2 POVIJEST

Prijenosna mreža na području Republike Hrvatske se razvijala kao sastavni dio elektroenergetskog sustava bivše Jugoslavije, karakterističnom po uzamčenoj superponiranoj 400 i 220 kV mreži koja je povezivala značajnija proizvodna i potrošačka područja u zemlji. Izgradnja prijenosne mreže je slijedila teritorijalne okvire tadašnje države, pa se po toj logici mreža na području Hrvatske zatvarala preko teritorija susjednih Bosne i Hercegovine i Slovenije.



Slika 1 – Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – 1990. godina

Osnovna pojna čvorišta slavonsko-baranjskog područja bila su TS 400/110 kV Ernestinovo i TS 220/110 kV Đakovo. Pri opisanoj konfiguraciji mreže TS 400/110 kV Ernestinovo (izgradnja 1978.) je imala dvojaku ulogu:

- kao važno čvorište 400 kV mreže (učvorena tri voda – Obrenovac, Tuzla, Tumbri) na magistralnom pravcu jugoistok-sjeverozapad (Grčka-YU-Italija),
- kao glavna pojna točka slavonsko-baranjskog dijela EES vezana na 110 kV mrežu preko dva transformatora 300 MVA i 11 vodova prema Osijeku, Valpovu, Našicama, Đakovu, Vinkovcima i Vukovaru.

Drugo važno pojno čvorište ovog područja bila je TS 220/110 kV Đakovo (izgradnja 1967. godine) s učvorena dva 220 kV voda prema Tuzli i Gradačcu, i šest 110 kV vodova prema Našicama, S. Brodu, Ernestinovu i Vinkovcima, s dva transformatora 150 MVA. TS Đakovo nije bila izravno povezana na 220 kV mrežu na području Hrvatske.

Bitna karakteristika slavonsko-baranjskog područja bila je i manjak proizvodnih postrojenja u odnosu na potrošnju ovog dijela EES-a. TE-TO Osijek (42 MW na pragu) i PTE Osijek (47 MW) nisu bili dovoljni da zadovolje maksimalnu snagu potrošnje od oko 350 MW prije rata, pa je uredna opskrba potrošača prvenstveno ovisila o stanju u prijenosnoj mreži.

Osamostaljenjem Republike Hrvatske nastale su nove političke i elektroenergetske okolnosti koje postojeći EES (time i prijenosna mreža) nisu mogli u potpunosti zadovoljiti.

Političku neovisnost nije mogla pratiti i elektroenergetska, koja je u trenutku osamostaljenja umnogome ovisila o stanju u novonastalim državama na području bivše Jugoslavije. Istočni dio EES-a (PrP Osijek) je bio ovisan o političkim (nažalost na prvom mjestu) i elektroenergetskim prilikama u susjednoj Srbiji i Bosni i Hercegovini, budući da radijalna 400 kV veza s sjeverozapadnim dijelom sustava (PrP Zagreb) nije mogla osiguravati urednu opskrbu potrošača u svim pogonskim uvjetima.

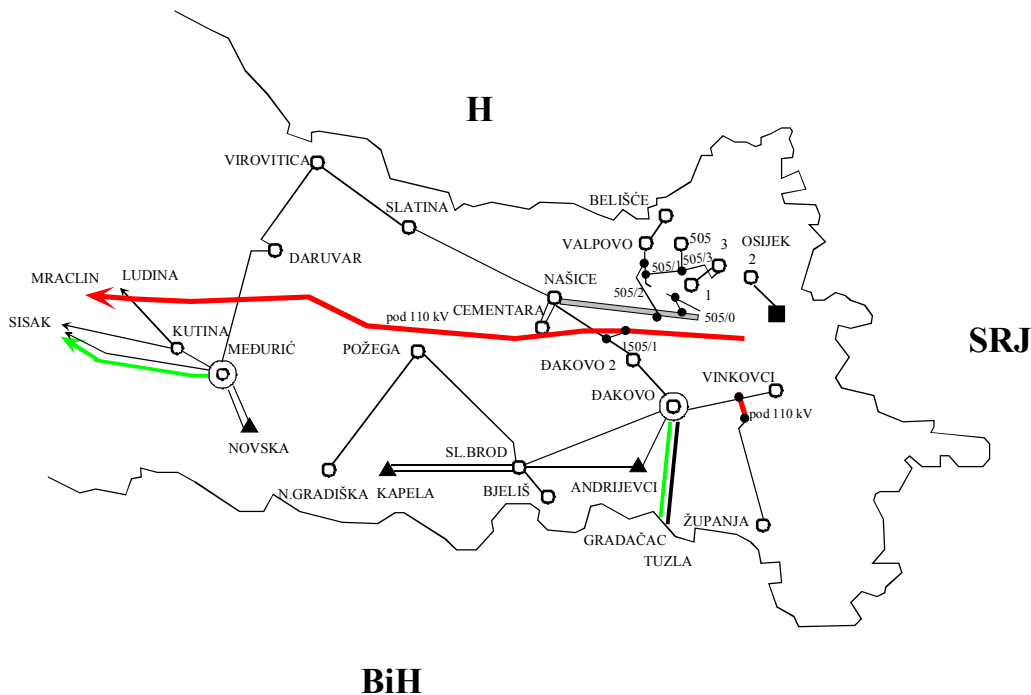
Ratna agresija na Republiku Hrvatsku je dovela do velikih posljedica po stanje ovog dijela EES-a. Nakon povremenih diverzantskih napada oko 400 kV voda Tumbri-Ernestinovo i raketiranja TS Ernestinovo (ljetu 91.), okupacijom ove TS (jesen 1991.) nastale su izvanredne okolnosti za pogon EES-a na ovom području. Uz okupaciju TS Beli Manastir, Vukovar, Nijemci, EVP Jankovci, blizinu fronte prema Osijeku (oštećenja TS Osijek 1 i Osijek 2), uništenje dijelova 110 kV mreže, napade na TETO i PTE Osijek, elektroenergetska situacija je postala kritična. Najteže prilike nastaju nakon početka razaranja u Bosni i Hercegovini kada iz pogona izlaze 220 kV dalekovodi od Đakova prema Tuzli i Gradačcu (travanj 92.), te 110 kV DV S. Brod-B. Brod i Županja-Brčko.

Tijekom 1992. godine van pogona je bilo 27 (od 44) dalekovoda u prijenosnoj mreži u dijelu PrP Osijek. Zbog neraspoloživosti 110 kV voda prema Međuriću na ovaj dio sustava ostao je vezan konzum Nove Gradiške s kojim je ostvareno vršno opterećenje od 283 MW (oko 77 % od prijeratnog). Iste godine u pogonu su bili osposobljeni agregat TETO Osijek (42 MW) i jedan agregat (23,5 MW) PTE Osijek.

Nakon tako velikih posljedica napajanje potrošača je osigurano izgradnjom više improviziranih i provizornih rješenja u mreži. Osnovni pravac napajanja ovog područja ostvaren je pogonom dijela 400 kV dalekovoda Tumbri-Ernestinovo (na dionici Mraclin-Podgorač) pod naponom 220 kV, spojem s vodom Mraclin-Jajce, i puštanjem u pogon provizorne transformacije 220/110 kV (1505/2) u Podgoraču s drvenim provizornim vodom 220 kV i adaptiranom dionicom DV 110 kV Ernestinovo-Đakovo za pogon pod 220 kV. Radijalan pogon pod 220 kV potpomognut je 110 kV vezom Međurić-Daruvar-Virovitica-Slatina-Našice. Na drvenim stupovima bilo je 12 km dalekovoda 220 kV i 30 km dalekovoda 110 kV, a privremene transformacije 110/35 kV i 220/110 kV su građene bez odgovarajućeg rasklopnog postrojenja.

Ovakvo stanje prijenosne mreže na području istočne Hrvatske bitno je smanjilo sigurnost opskrbe potrošača i uzrokovalo veći broj raspada tog dijela EES, uz vrlo loše naponske prilike s velikim oscilacijama napona.

Situacija je osjetno poboljšana tijekom 1995. godine uvođenjem u pogon DV 120 kV Siklos - (D. Miholjac) - Valpovo, i ponovnim puštanjem u pogon 110 kV dalekovoda Međurić-Nova Gradiška, uz priključenje dvije interventne elektrane na sredjenaponsku mrežu u S. Brodu i Vinkovcima ukupne snage oko 20 MW, ali problemi u pogonu ovog dijela sustava nisu time u potpunosti otklonjeni.



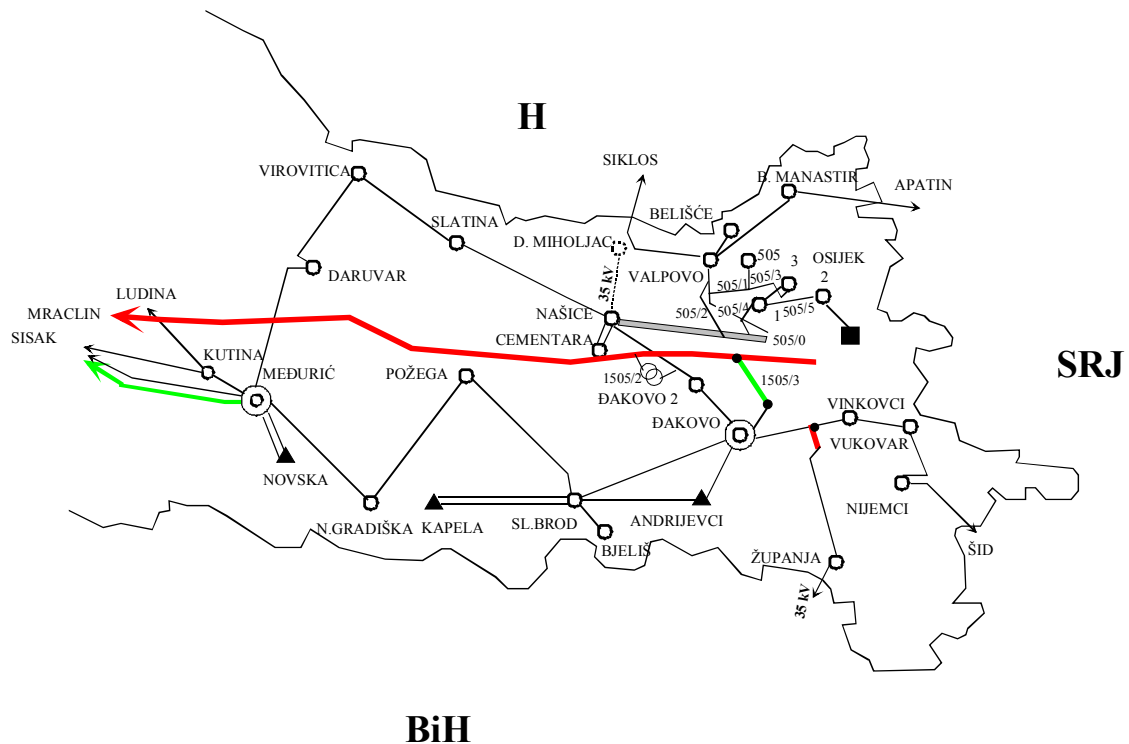
Slika 2 – Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – početak 1992. godine

Važan događaj je bila ugradnja i puštanje u pogon distribuirane (1996.) i sustavne (1997.) kompenzacije koja osigurava oko 100 Mvar potrebne jalove snage i bitno popravlja loše naponske prilike na ovom području. Do puštanja u pogon kondenzatorskih baterija u prijenosnoj i distribucijskoj mreži većina potrebne jalove snage se dobavljala 220 kV vodom Mraclin-Slavonija (235 km), što je uzrokovalo velike gubitke i pad napona na tom vodu. Postojeći proizvodni kapaciteti i kompenzacijski pogon 220 kV vodova prema Bosni nisu bili dovoljni da bitno poboljšaju loše naponske prilike i smanje deficit jalove snage.

3 SADAŠNJE STANJE

Napretkom procesa mirne reintegracije okupiranih dijelova istočne Slavonije u pravni poredak Republike Hrvatske otvaraju se i mogućnosti za sanaciju prijenosne mreže na tom području. Svi zahvati opisani u prethodnom poglavlju bili su privremenog karaktera nužni da osiguraju kakav-takav pogon tog dijela elektroenergetskog sustava. Obnova svih ratom uništenih ili oštećenih objekata prijenosne mreže ne smije biti sporna i potrebno ju je što prije obaviti ovisno o realnim mogućnostima (razminiranje terena, financijska sredstva i dr.).

Sva privremena rješenja i provizoriji još su u pogonu, a većina potrebne snage se i dalje dobavlja iz sjeverozapadnog dijela sustava 220 kV vodom Mraclin-Slavonija (Đakovo) s 20 km dalekovoda na drvenim i betonskim stupovima. Istovremeno je došlo do porasta potrošnje i povratka vršnog opterećenja na prijeratnu razinu (313 MW u prosincu 1996.) s tendencijom daljnjeg porasta. 400kV veze sa susjednim državama (SRJ i BiH) su i dalje van pogona s neizvjesnom dinamikom obnove.



Slika 3 – Prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji – rujan 1997. godine

U drugom dijelu siječnja 1998. godine bili smo svjedoci velikih posljedica koje su proizašle iz opisanog stanja. Nepovoljni klimatski uvjeti doveli su do havarijskog režima rada tog dijela EES uzrokovanog rušenjem stupova na glavnom 220 kV pojnom vodu Mraclín-Đakovo, i 110 kV vodu Daruvar-Virovitica. Uz angažiranje svih raspoloživih proizvodnih kapaciteta i interventni uvoz iz Mađarske i Srbije redukcije se nisu mogle izbjeći. Prvih dana nakon havarije iznosile su i do 20 % očekivane potražnje na tom području. Skupa cijena koja dokazuje ozbiljnost situacije.

Obnova cjelokupne 400 i 110 kV mreže na području Slavonije i Baranje trebala bi imati prioritet u budućim aktivnostima, a uspostava prijeratnog stanja prijenosne mreže predstavlja samo prvi korak u ostvarivanju željene konfiguracije EES-a. Ključni objekt koji će osiguravati sigurnije napajanje ovog područja je TS Ernestinovo koju bi trebalo obnoviti u veličini prijeratne izgradnje (TS 400/110, 2x300 MVA), zajedno s 400 kV vodom Ernestinovo-Tumbri (Žerjavinec) i svim 110 kV vodovima učvorenim na TS Ernestinovo. Budući da je u dogledno vrijeme radijalan pogon ovog dijela sustava neizbježan, 220 kV veza ne bi mogla omogućiti prijenos potrebnih snaga i sigurnu opskrbu potrošača.

Nakon ostvarenja prvog koraka i uspostave prijeratnog stanja, modelska istraživanja pokazuju da se niti uz obnovu svih ratom uništenih objekata prijenosne mreže uključujući TS Ernestinovo i 400 kV vod Ernestinovo-Tumbri (Žerjavinec) neće postići sigurna opskrba potrošača el. energijom, te da će u posebnim pogonskim prilikama dolaziti do prekida napajanja, a time i troškova neisporučene el. energije.

4 POLAZNE PRETPOSTAVKE ANALIZE

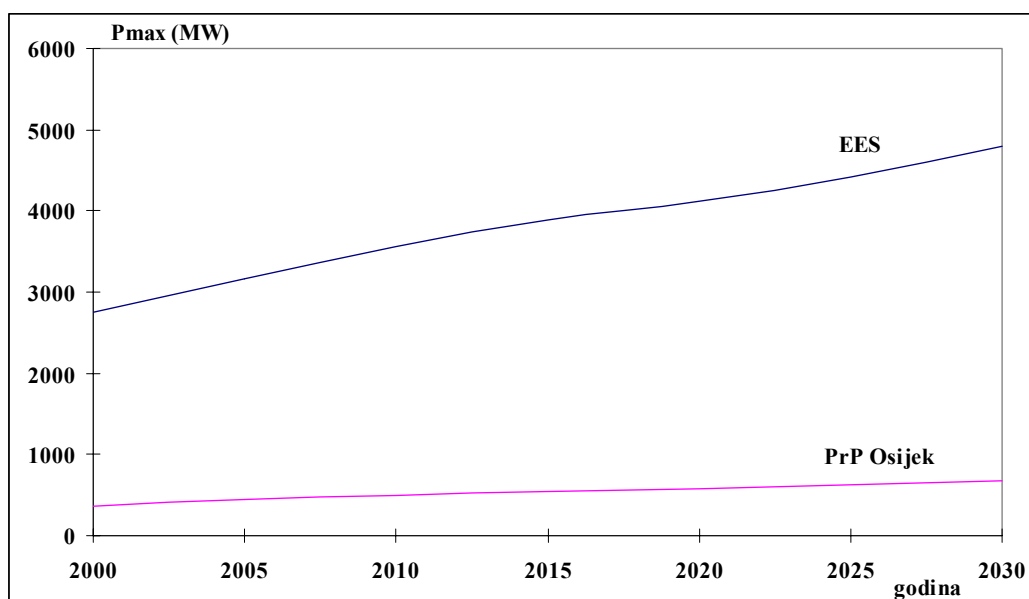
Analiza razvoja prijenosne mreže utemeljena je na ekonomsko-tehničkim kriterijima planiranja po metodologiji objašnjenj u sljedećem poglavlju. Analiza se zasniva na polaznim pretpostavkama o visini vršnog opterećenja EES, udjela PrP Osijek u vršnom opterećenju, optimalnoj izgradnji novih elektrana, troškovima neisporučene el. energije i jediničnim cijenama visokonaponske opreme.

4.1 Vršno opterećenje EES i udio PrP Osijek

Ukupna potrošnja i maksimalno opterećenje EES-a do 2030. godine određeno je prema analizama provedenim u Energetskom Institutu "Hrvoje Požar". U prikazanim vršnim opterećenjima uključeni su i gubici u prijenosnoj mreži. Pretpostavljeni udio PrP Osijek u ukupnom vršnom opterećenju sustava iznosi 13 % za "nazivnu 2000. godinu", a zatim se očekuje uspostava prijeratnih odnosa i udio od 14 % u P_{max} .

Tablica 1 Ukupna godišnja potrošnja i maksimalno opterećenje EES za referentni scenarij

Godina	W_{uk} (TWh)	P_{max} (MW)
2000.	15,1	2758
2005.	17,7	3171
2010.	20,4	3553
2015.	23,0	3897
2020.	25,2	4122
2030.	30,3	4840



Slika 4 – Porast vršnog opterećenja EES do 2030. godine i udio PrP Osijek

Raspodjela vršnog opterećenja po pojedinim čvorištima na 110 kV naponskom nivou određena je na osnovu analize distributivnog konzuma, i u ovom se članku neće posebno navoditi. Potrebno je napomenuti da ta analiza ukazuje na potrebu gradnje TS 110/x kV Osijek 4 i D. Miholjac do "nazivne 2000. godine", te Vinkovci 2 do "nazivne 2005. godine".

4.2 Troškovi neisporučene el. energije

Ekonomski kriteriji planiranja prijenosne mreže zahtijevaju definiranje nekih veličina koje u stvarnosti nije jednostavno odrediti. Najvažnija od njih je trošak neisporučene električne energije koji određuje štete koje nastaju u slučaju prekida napajanja pojedinih potrošača (ili grupe potrošača) električnom energijom. Za potrebe analize korištena je vrijednost od **5 DEM/kWh (3,2 USD/kWh)**, u skladu s procjenom EdF-a.

Jedinične cijene visokonaponske opreme (vodovi, transformatori, polja) određene su višegodišnjim praćenjem cijena na domaćem i svjetskom tržištu. Za obračun anuitetnih troškova pojačanja mreže za očekivanu životnu dob od 40 godina korištena je vrijednost diskontne stope od 8 %.

5 METODOLOGIJA PLANIRANJA RAZVOJA PRIJENOSNE MREŽE

Ekonomsko-tehnički pristup planiranju razvoja prijenosne mreže korišten u ovoj analizi se zasniva na sljedećim modelima:

1. Model za procjenu operativnih troškova rada elektroenergetskog sustava i troškova neisporučene el. energije – *MEXICO model*

2. Model izmjeničnih tokova snaga

MEXICO je simulacijsko-optimizacijski model zasnovan na metodama vjerojatnosti, istosmjernim tokovima snaga i linearnom programiranju, koji omogućava procjenu operativnih troškova rada elektroenergetskog sustava tijekom čitave godine, te očekivani iznos neisporučene električne energije.

Procjena godišnjih troškova rada EES i neisporučene el. energije se temelje na *MONTE CARLO* metodi i velikom broju proračuna istosmjernih tokova snaga za različita uklopna stanja mreže određena raspoloživošću pojedinih elemenata (vodovi, transformatori, elektrane).

Jednom od metoda izmjeničnih tokova snaga, odn. programom izmjeničnih tokova snaga provjerava se konfiguracija prijenosne mreže za razmatranu godinu (razdoblje) određena ekonomskim analizama, za različite vrijednosti proizvodnje i potrošnje u sustavu, te se razmatra ugradnja novih elemenata prijenosne mreže (novi vodovi, transformatori, kondenzatori, prigušnice) radi zadovoljenja određenih tehničkih uvjeta kao što su:

- održavanje napona unutar dozvoljenih granica
- siguran plasman snage pojedinih elektrana
- omogućavanje predviđenih (ugovorenih) razmjena, odn. tranzita, i dr.

6 REZULTATI ISPITIVANJA

Prikazani rezultati se odnose na dva vremenska presjeka promatranja i stanja sustava označenih kao "nazivna 2000. godina" i "nazivna 2005. godina". Analizirano stanje EES u "nazivnoj 2000. godini" pretpostavlja obnovu svih ratom oštećenih i uništenih objekata prijenosne mreže. U proračunima za ovaj vremenski presjek pretpostavljeno je da veze s BiH i SRJ nisu uspostavljene.

Termoelektrane su na modelu angažirane prema minimalnim troškovima proizvodnje, a hidroelektrane prema prosječnim dotocima zabilježenim u posljednjih četrdeset godina

(prosječna hidrološka godina). Najskuplja termojedinica u sustavu je PTE Osijek (troškovi proizvodnje 5,56 c/kWh), pa se angažira samo u izuzetnim okolnostima (pokrivanje vršnog opterećenja ili u slučaju otklanjanja mogućih preopterećenja u mreži).

Analizirano stanje EES u "nazivnoj 2005. godini" predstavlja optimalnu konfiguraciju prijenosne mreže određene ispitivanjima prethodnog razdoblja. Proračuni optimalne izgradnje novih elektrana u sustavu određuju potrebu gradnje jednog termo bloka snage oko 300 MW do razmatranog vremenskog presjeka. Za potrebe ove analize pretpostavljeno je da će isti biti lociran u sjeverozapadnom ili istočnom dijelu EES (mikrolokacije Sisak i Osijek). *Na osnovu ove analize ne treba donositi konačan zaključak o lokaciji nove elektrane, budući da će ona biti određena na osnovu niza utjecajnih faktora.* U ovim analizama vrednovana je takva lokacija s aspekta razvoja prijenosne mreže, odnosno postojeće infrastrukture (rasprostranjenost plinske mreže u slučaju izgradnje plinske elektrane u kombi procesu), i deficita proizvodnje i potrošnje na zaokruženim većim konzumnim područjima (Prijenosnim područjima). Priključak nove elektrane je ostvaren na 400 kV naponskoj razini (TS 400/110 kV Ernestinovo za lokaciju Osijek, te RP 400 kV Veleševac za lokaciju Sisak) imajući u vidu mogući priključak novih blokova u budućnosti (optimalna izgradnja elektrana, prema proračunima EI "Hrvoje Požar" određuje ulazak i drugog termo bloka 300 MW do 2006. godine).

U analizama za "nazivnu 2005. godinu" veze prema BiH i SRJ su tretirane dvojako: u pogonu s uobičajenom nerazpoloživosti i izvan pogona.

6.1 Nazivna 2000. godina

Simulacijsko-optimizacijskim modelom za procjenu godišnjih operativnih troškova rada EES i očekivanog iznosa neisporučene el. energije (*MEXICO model*) izvršena je ekonomska analiza prijenosne mreže nazivne 2000. godine koja pretpostavlja obnovu svih ratom uništenih i oštećenih elemenata mreže. Za polaznu konfiguraciju mreže izračunati su godišnji troškovi rada (troškovi proizvodnje + troškovi neisporučene el. energije) koji se kasnije uspoređuju s troškovima rada sustava nakon određenih pojačanja da bi se ustanovila profitabilnost izgradnje pojedinih elemenata mreže. Na osnovu marginalne dobiti (korist od povećanja prijenosne moći za 1 MW) izračunate za svaku granu mreže identificirani su slabiji dijelovi mreže na kojima je eventualno potrebno izvršiti pojačanja. Prioriteti u izgradnji određeni su visinom marginalne dobiti pojedinih komponenti mreže, budući da je mogući poremećaj ozbiljniji što je marginalna dobit veća.

Uz početnu konfiguraciju mreže PODRUČJE SLAVONIJE I BARANJE SE NAPAJA 400 kV VODOM ERNESTINOVO-ŽERJAVINEC, bez dodatne izgradnje novih vodova. Pretpostavlja se ulazak u pogon TS 110/x Osijek 4 i D. Miholjac, te puštanje u pogon voda D. Miholjac-Našice pod nazivnim naponom 110 kV.

Simulacija rada EES je izvršena za cijelu godinu, a godišnja krivulja trajanja opterećenja je podijeljena na pet dijelova (vršna opterećenja, visoka zimska, visoka ljetna, niska zimska, niska ljetna opterećenja) i aproksimirana pravcima.

Analiza *MEXICO* modelom pokazuje da uz opisanu konfiguraciju mreže i početne pretpostavke (potrošnja, krivulja trajanja opterećenja, troškovi neisporučene el. energije) možemo očekivati godišnji trošak neisporučene el. energije u iznosu od čak 9.600.000 USD od čega najveći dio otpada na područje istočne Hrvatske. Uz procijenjene troškove neisporučene el. energije u iznosu od 5 DEM/kWh (3,2 USD/kWh) možemo očekivati oko

3 mil. kWh neisporučene el. energije godišnje. Problemi s napajanjem istočnog dijela EES povezani su sa slučajevima ispada 400 kV voda Žerjavinec-Ernestinovo. Zbog nedovoljno jake 110 kV veze s ostatkom sustava (Međurić-Daruvar i Međurić-N. Gradiška), te manjka proizvodnih kapaciteta na tom području dolazi do preopterećenja pojedinih 110 kV vodova što dovodi do isključenja dijela potrošača, a time i neisporučene el. energije. Ovaj očekivani trošak neisporučene el. energije je određen uz pretpostavljenu neraspoloživost voda Ernestinovo-Žerjavinec u iznosu od 1 %.

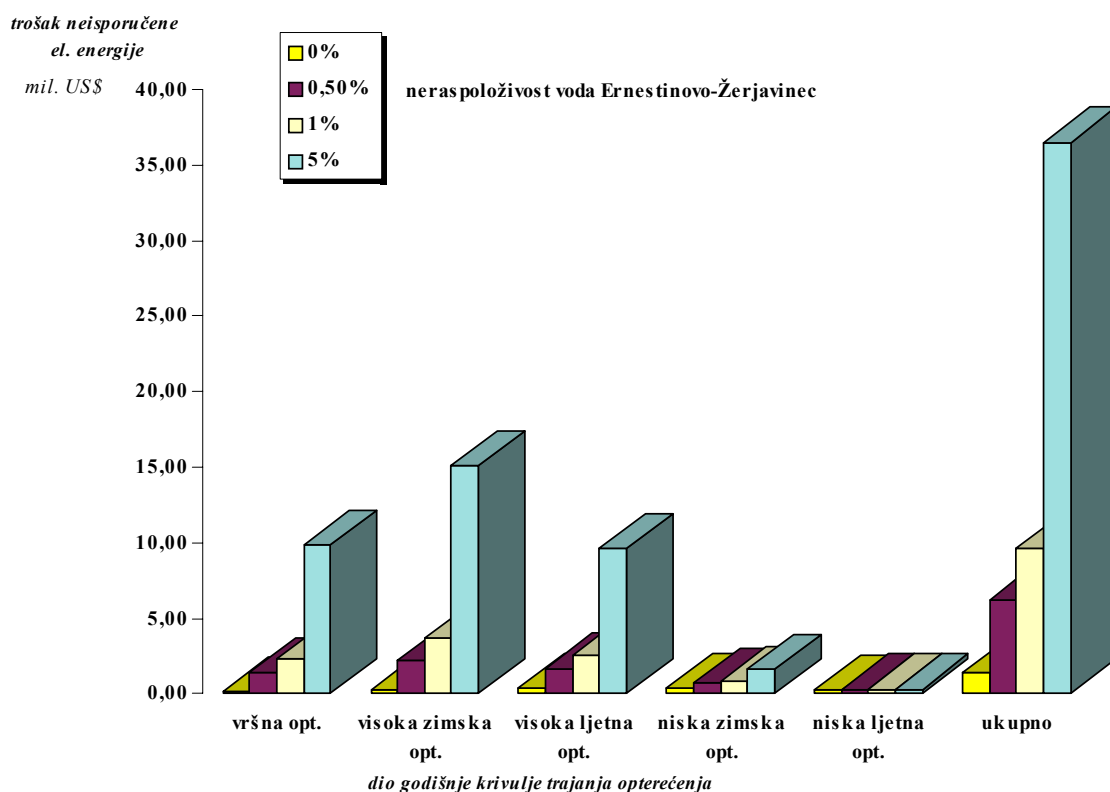
Ukoliko bi vod Ernestinovo-Žerjavinec bio raspoloživ tijekom čitave godine, odn. ukoliko je vjerojatnost njegova ispada 0 (u praksi nemoguće), očekivani bi godišnji trošak neisporučene el. energije iznosio 1.350.000 USD i to isključivo radi poremećaja u ostatku elektroenergetskog sustava, neovisno o konfiguraciji mreže na području Slavonije i Baranje. To znači da u ukupnim godišnjim troškovima neisporučene el. energije od 9.600.000 USD pri neraspoloživosti voda Ernestinovo-Žerjavinec od 1 % (referentna vrijednost) za pretpostavljenu konfiguraciju EES, nepovoljna konfiguracija prijenosne mreže na području Slavonije i Baranje uzrokuje trošak od oko 8.250.000 USD. Uz veću neraspoloživost voda Ernestinovo-Žerjavinec (5 %) godišnji troškovi neisporučene el. energije se penju na iznimno visokih 36.500.000 USD. Ovi očekivani iznosi neisporučene el. energije određeni su ne uzimajući u obzir mogućnosti interventnog uvoza 110 kV vodovima iz Mađarske (Siklos) i SRJ (Apatin, Šid), pa ih možemo smatrati gornjom granicom očekivanih troškova.

Analiza marginalne dobiti (dobit od povećanja kapaciteta elementa prijenosne mreže za 1 MW) pokazuje da se pri napajanju istočnog dijela EES preko 400 kV voda Ernestinovo-Žerjavinec (uz neraspoloživost tog voda od 1 %), ograničenja mogu pojaviti na sljedećim vodovima i to isključivo u dijelovima godišnje krivulje trajanja opterećenja s vršnom, te visokom zimskom i ljetnom potrošnjom:

*Daruvar-Međurić
N. Gradiška-Požega
Međurić-Sisak 110 kV
Kutina-Međurić
Ivanić-Mraclin*

Gore nabrojani vodovi poredani su prema visini marginalne dobiti kod povećanja prijenosne moći voda za 1 MW, pri čemu visina marginalne dobiti ukazuje na "ozbiljnost" poremećaja koji se može pojaviti. Očito je da su ograničenja na prva dva voda povezana s neraspoloživošću voda Ernestinovo-Žerjavinec, dok su ograničenja na preostalim vodovima posljedica slabije mreže na širem sisačkom području i lošije povezanosti zagrebačkog i bjelovarsko-varaždinskog područja.

Tako visoki očekivani godišnji troškovi neisporučene el. energije ukazuju na potrebu pojačanja mreže na području Slavonije i Baranje, usprkos pretpostavljenoj obnovi TS Ernestinovo i kompletne 400 i 110 kV mreže u tom dijelu EES-a. Potrebe pojačanja prijenosne mreže prvenstveno proizlaze iz neraspoloživosti interkonektivnih vodova prema Bosni i Hercegovini i Srbiji, ali ujedno i doprinose postizanju elektroenergetske neovisnosti R. Hrvatske.



Slika 5 – Godišnji troškovi neisporučene el. energije za pretpostavljenu konfiguraciju mreže, ovisno o neraspoloživosti voda Ernestinovo-Žerjavinec

Da bi se uspostavila željena konfiguracija prijenosne mreže i smanjili očekivani godišnji troškovi neisporučene el. energije analizirana su slijedeća pojačanja: DV (2x400)220 kV Međurić-Đakovo, i DV (2x)110 kV Virje-Virovitica.

Svrha izgradnje (400) 220 kV dalekovoda Međurić-Đakovo je bolje povezivanje istočnog dijela EES-a u uvjetima prekida veza sa Bosnom i Hercegovinom i Srbijom, budući da se radijalnim napajanjem preko 400 kV voda Žerjavinec (sada Tumbri)-Ernestinovo (nakon obnove TS Ernestinovo) ne osigurava dovoljna sigurnost opskrbe tog područja. U slučaju ispada, odn. neraspoloživosti voda Žerjavinec-Ernestinovo, manjak slavonsko-baranjskog područja se mora nadoknaditi prijenosom preko nedovoljno jake 110 kV mreže, vodovima Međurić-Daruvar i Međurić-N. Gradiška, prijenosnih moći 84 MVA, odn. 115 MVA (ukupno 199 MVA), uz mogući interventni uvoz iz Mađarske vodom Siklos-D. Miholjac (sada Valpovo) ili SRJ (B. Manastir-Apatin, Nijemci-Šid), pa bi dolazilo do ograničavanja opskrbe dijela potrošača i troškova neisporučene el. energije, a ukupni troškovi rada EES-a porasli bi i zbog korištenja skupih jedinica u PTE Osijek. Interventne elektrane i dieselski agregati priključeni na srednjenaponsku mrežu mogu samo ublažiti štete, ali ih ne i otkloniti.

Logično rješenje boljeg povezivanja i sigurnijeg napajanja tog dijela sustava je izgradnja (400) 220 kV voda Međurić-Đakovo, čija bi se magistralna dionica gradila za 400 kV napon, budući da se ovaj vod u većem dijelu trase podudara sa budućim 400 kV vodom Veleševac (Prevlaka) – Krndija (Ernestinovo). Izgradnja ovog voda kao dvosistenskog u

skladu je sa opredjeljenjem HEP-a da zbog specifičnog oblika države, poteškoća u dobivanju trasa, te ekoloških razloga, sve veleprijenosne vodove gradi kao dvostruke. Izgradnja magistralne dionice spomenutog voda od AI/Č 2x490 podudara se s razmišljanjima o postepenom napuštanju (stagnaciji) 220 kV naponskog nivoa.

MEXICO modelom izračunati su operativni godišnji troškovi rada EES-a u nazivnoj 2000. godini za polaznu mrežu koja uključuje dvosistemske vod Međurić-Đakovo. Razlika između tih troškova, i operativnih troškova sustava sa jednostrukim vodom, te bez voda Međurić-Đakovo, predstavlja profitabilnost tog voda, odnosno njegovih trojki.

Analize pokazuju da se izgradnjom jedne trojke voda Međurić-Đakovo postižu godišnje uštede od 7,91 mil. USD, a izgradnjom dvije trojke 8,25 mil. USD. Benefit od izgradnje druge trojke iznosi 340 tisuća USD. Jednostruki vod značajno smanjuje troškove neisporučene el. energije, dok druga trojka dodatno smanjuje preostale troškove neisporučene el. energije, te troškove proizvodnje termoelektrana, odnosno najskuplje jedinice u sustavu - PTE Osijek, i to isključivo za vršni dio godišnje krivulje trajanja opterećenja. Za ostale dijelove krivulje, nema razlike između operativnih troškova rada EES-a s jednostrukim i dvostrukim vodom Međurić-Đakovo.

Iznosi marginalnih dobiti za različita pojačanja mreže pokazuju da se ograničenja mogu pojaviti u 110 kV mreži usprkos izgradnje 220 kV voda Međurić-Đakovo, i to na sljedećim vodovima: Daruvar-Međurić, Kutina-Međurić, Međurić-Sisak i Ivanić-Mraclin. Ograničenja se pojavljuju bez obzira na izgradnju voda Međurić-Đakovo kao jedno ili dvosistemskog, ali je u drugom slučaju iznos marginalne dobiti za vod Međurić-Daruvar puno manji. Marginalne dobiti za preostala tri voda ne mijenjaju se ovisno o izvedbi voda Međurić-Đakovo.

Investicija u vod Međurić-Đakovo ovisi o njegovoj izvedbi (jednostruki ili dvostruki), te o materijalu i presjeku vodiča (naponu za koji se gradi). Za jednostruki vod od AI/Č 360/57 ukupna investicija je procijenjena na 19,61 mil. USD (anuitetni trošak kroz očekivanu životnu dob od 40 godina je 1,62 mil. USD), a za dvostruki od istog materijala i presjeka 31,12 mil. USD (anuitetni trošak 2,57 mil. USD). Ukoliko bi se vod gradio od AI/Č 490/65 (u ukupnoj duljini), ukupna investicija bi iznosila 39,18 mil. USD za jednostruki (anuitetni trošak 3,24 mil. USD), te 66,89 mil. USD za dvostruki (anuitetni trošak 5,52 mil. USD). Indeksi profitabilnosti (omjer između dobitaka od izgradnje i anuitetnih troškova pojačanja kroz očekivanu životnu dob od 40 godina), koji ukazuje na profitabilnost pojačanja ukoliko su veći od 1 za različite izvedbe voda prikazani su u sljedećoj tablici.

Tablica 2 - Indeksi profitabilnosti za različite izvedbe voda Međurić-Đakovo nazivne 2000. godine

broj trojki	materijal i presjek vodiča	uk. investicija (mil. USD)	diskontna stopa a=8 %		diskontna stopa a=10 %		diskontna stopa a=12 %	
			anuitetni trošak	index profitab.	anuitetni trošak	index profitab.	anuitetni trošak	index profitab.
1	AI/Č 360/57	19,61	1,62	4,89	1,99	3,98	2,37	3,34
2	AI/Č 360/57	31,12	2,57	3,21	3,15	2,61	3,76	2,20
1	AI/Č 2x490/65	39,18	3,24	2,44	3,97	1,99	4,73	1,67
2	AI/Č 2x490/65	66,89	5,52	1,49	6,78	1,22	8,08	1,02

Iz tablice je vidljivo da je u uvjetima prekida veza s BiH i SRJ vod Međurić-Đakovo profitabilan u svim izvedbama. Analiza za razmatranu godinu ne opravdava izgradnju druge trojke čiju je vrijednost potrebno sagledati na osnovu budućih razmatranja (izgradnja veće elektrane, mogući tranziti i dr.).

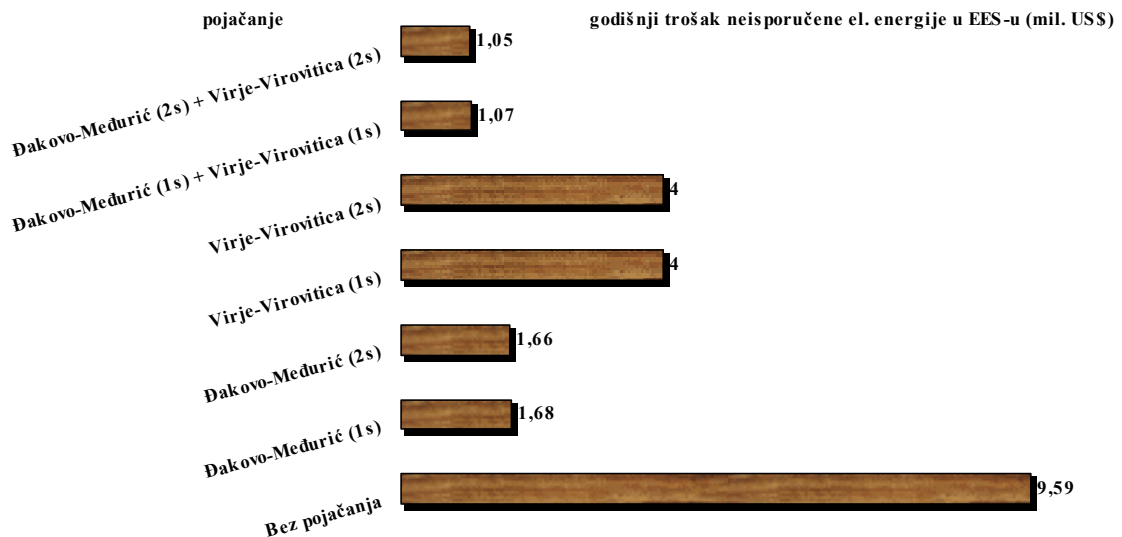
Do razmatrane 2000. godine, ekonomski je profitabilno izgraditi vod Međurić-Đakovo kao jednostruki. Zbog neodređenih utjecajnih faktora (izgradnja veće TE ili mogućih tranzita na pravcu sjeverozapad-jugoistok) koji mogu dovesti do potrebe ugradnje druge trojke tog voda (i mogućeg podizanja na 400 kV napon) moguće ga je projektirati kao dvosistemski ali ugraditi samo jednu trojku u prvoj etapi. Izgradnja magistralne dionice tog voda za 400 kV napon (vodiči Al/Č 2x490/65) ga ne čini neprofitabilnim, iako smanjuje njegovu profitabilnost zbog povećane investicije.

Izgradnjom voda Međurić-Đakovo kao jednosistemskog porasla bi vjerojatnost ograničenja na 110 kV vodu Međurić-Daruvar, pa bi se očekivali povećani troškovi neisporučene el. energije za razdoblja najviših zimskih opterećenja u sustavu, što znači da bi u slavonsko-baranjskom području moglo doći do redukcije potrošnje u izvanrednim okolnostima (ispad voda Žerjavinec-Ernestinovo). Opasnost od ograničavanja potrošnje bi se značajno smanjila uvođenjem u pogon druge trojke voda Međurić-Đakovo (nije profitabilna razmatrane godine), ili jednostrukog voda Virje-Virovitica (profitabilan u tom slučaju).

Dalekovod Virje-Virovitica planiran je za povezivanje buduće hidroelektrane Novo Virje na elektroenergetski sustav, ali njegova prijevremena izgradnja je aktualizirana problemima u napajanju slavonsko-baranjskog područja posljednjih godina. Izgradnjom voda (jednostrukog ili dvostrukog) od Virja do Virovitice povezala bi se 110 kV mreža sjevernog i istočnog dijela EES, i time stvorila paralelna veza postojećoj preko Međurića koja bi ublažavala posljedice pri neraspoloživosti 400 kV voda. U kombinaciji s jedno(dvo)sistemskim vodom Međurić-Đakovo u pogonu pod 220 kV stvorila bi se dovoljno jaka (za jedno razdoblje do podizanja pogonskog napona magistralne dionice voda Međurić-Đakovo na 400 kV te produženja do Ernestinova i RP 400 kV Prevlaka, ili do puštanja u pogon 400 kV voda Ernestinovo-Pecs) paralela 400 kV vodu Tumbri-Ernestinovo.

Ukoliko pretpostavimo konfiguraciju mreže s vodom 2x(400)220 kV Međurić-Đakovo, analize će pokazati da bi se izgradnjom dvosistemskog voda Virje-Virovitica postigle godišnje uštede u iznosu od 590 tisuća američkih dolara, odnosno 570 tisuća dolara ukoliko bi u pogonu bila samo jedna trojka. Uz procijenjeni anuitetni trošak investicije od 490 tisuća dolara za jednu trojku (ukupna investicija 5,89 mil. USD), odnosno 770 tisuća dolara za dvije trojke (ukupna investicija 9,27 mil. USD), indeksi profitabilnosti iznose 1,17 (jednostruki) i 0,78 (dvostruki vod) uz referentnu diskontnu stopu 8 %. Prema tome, ekonomski je opravdano izgraditi vod Virje-Virovitica kao jednostruki do nazivne 2000. godine, budući da on u potpunosti otklanja moguća preopterećenja na vodovima Daruvar-Međurić i Ivanić-Mraclin, usprkos mogućoj izgradnji voda Međurić-Đakovo.

U slučaju izgradnje 220 kV voda Međurić-Đakovo kao jednostrukog u prvoj etapi, značaj voda Virje-Virovitica raste, tako da njegova gradnja postaje još profitabilnija. Dobitak u operativnim troškovima rada EES-a u slučaju izgradnje jednostrukog voda Virje-Virovitica tada iznosi 920 tisuća USD (dobitak za dvostruki vod iznosi 950 000 USD), a sastoji se uglavnom u smanjenju troškova neisporučene el. energije (manjim dijelom i u smanjenju troškova proizvodnje termoelektrana) u vrijeme vršnog i najvećih zimskih opterećenja. Uz diskontnu stopu 8 % indeks profitabilnosti jednostrukog voda Virje-Virovitica iznosi 1,89. Izgradnja druge trojke za razmatrani slučaj nije ekonomski opravdana. Drugu trojku voda Virje-Virovitica opravdava moguća gradnja HE N. Virje.



Slika 6 - Očekivani godišnji trošak neisporučene el. energije (mil. USD) za EES Hrvatske "nazivne 2000. godine" ovisno o raznim pojačanjima u prijenosnoj mreži na području Slavonije i Baranje

Proračun izmjeničnih tokova snaga opravdava prethodne zaključke. Pokazuje se da vod Međurić-Đakovo osigurava uredno napajanje potrošača kod neraspoloživosti 400 kV voda Ernstino-Žerjavinec, ali da su mogući manji poremećaji na vodu Međurić-Daruvar koje u potpunosti otklanja izgradnja voda Virje-Virovitica. Izgradnjom ova dva voda područje Slavonije i Baranje postaje kvalitetno vezano na elektroenergetski sustav R. Hrvatske. Radi osiguravanja dovoljnih količina jalove snage i postizanja zadovoljavajućeg naponskog profila u 110 kV mreži, pri neraspoloživosti voda Ernestino-Žerjavinec potrebno je maksimalno angažirati agregate PTE Osijek i uključiti kondenzatorsku bateriju u Đakovu.

6.2 Nazivna 2005. godina

Polazna konfiguracija prijenosne mreže obuhvaća dodatna pojačanja u mreži određena ispitivanjima prethodnog razdoblja, uključujući DV (400) 220 kV Međurić-Đakovo i DV 110 kV Virje-Virovitica. Vršno opterećenje u iznosu od $P_{max}=3171$ MW raspodijeljeno je na 110 kV čvorišta mreže prema analizi distributivnog konzuma i pretpostavljenih udjela pojedinih PrP u vršnom opterećenju EES-a. Za izračunavanje godišnjih troškova rada elektroenergetskog sustava (troškovi proizvodnje + neisporučene el. energije) *MEXICO* modelom, ukupna potrošnja definirana je godišnjom krivuljom trajanja opterećenja.

Do razmatrane godine očekuje se ponovna uspostava veza sa Bosnom i Hercegovinom i SRJ, ali s njihovom upitnom raspoloživosti. Radi toga su svi proračuni rađeni u dvije osnovne varijante:

1. Zatvorene veze prema BiH i SRJ
2. Otvorene veze prema BiH i SRJ

Kod prve varijante računato je s neraspoloživošću vodova i transformatora u susjednim EES-a u iznosu od 1 %, a njihovo uklopno stanje je određeno na isti način kao i za objekte na području R. Hrvatske, metodom slučajnih brojeva.

Modelu EES-a Hrvatske dodani su pasivni ekvivalenti prijenosnih mreža Slovenije, Mađarske i Austrije, a u osnovnoj varijanti i SRJ i Bosne i Hercegovine. U osnovnom se

slučaju paralelnim granama susjednih EES-a zatvaraju samo prirodni tokovi snaga bez značajnijih razmjena.

Analize optimalne izgradnje proizvodnih postrojenja pokazuju da je u razdoblju između 2000. i 2005. godine potrebno pustiti u pogon samo jednu termoelektranu snage oko 300 MW. Analize su napravljene uz pretpostavku lociranja takvog bloka u Slavoniji (Osijek) i u Sisku.

Područje Slavonije logičan je izbor za lokaciju nove termoelektrane s obzirom na veliki deficit između proizvodnje (raspoloživa snaga elektrana 88 MW bez interventnih i dieselskih agregata) i potrošnje (444 MW za 2005. godinu) na tom području. Najpogodnije čvorište u istočnom dijelu EES-a za priključak ovakve elektrane, imajući u vidu i daljnje dogradnje novim blokovima u budućnosti, su 400 kV sabirnice u Ernestinovu.

Za pretpostavljenu polaznu konfiguraciju mreže, s novim blokom 300 MW priključenim na TS 400/110 kV Ernestinovo izračunati su očekivani godišnji operativni troškovi rada EES, za dvije osnovne varijante imajući u vidu pouzdanost prijenosne mreže BiH: Zatvorene veze preko BiH i Srbije, te prekid veza.

Troškovi neisporučene el. energije za konfiguraciju s zatvorenim vezama preko BiH i Srbije radi mogućih ograničenja u prijenosnoj mreži jednaki su nuli, dok za konfiguraciju s otvorenim vezama prema BiH i Srbiji iznose samo 1200 USD i to u najvećem dijelu zbog mogućih ograničenja na vodu Ivanić-Mraclin.

Porast operativnih troškova rada EES ovisno o uspostavi veza prema BiH i Srbiji manji je od onog koji bi se na prvi pogled mogao pretpostaviti, a uzrok tomu je u početnim pretpostavkama proračuna:

- prosječna hidrološka godina pa ne postoje veći problemi s prijenosom proizvodnje dalmatinskih hidroelektrana prema sjeverozapadnom dijelu EES ovisno o raspoloživosti 400 kV mreže,
- lociranje novog bloka u području s velikim deficitom proizvodnje
- nema značajnijih razmjena

Značaj veza prema BiH bi bio očitiji ukoliko bi se promatrala natprosječna hidrološka godina, ili ukoliko bi u pogon ulazila veća elektrana priključena na veleprijenosnu mrežu na području Dalmacije.

Izgradnjom novog bloka 300 MW u Slavoniji više ne postoji opasnost od većih redukcija potrošnje el. energije u istočnom dijelu EES-a. Prethodne analize pokazuju da vodovi Međurić-Đakovo i Virje-Virovitica, predviđeni za izgradnju do nazivne 2000. godine, zatvaranjem veza preko BiH i SRJ gube profitabilnost. Budući da je vod Međurić-Đakovo visoko profitabilan na modelu bez veza s BiH i SRJ što znači da doprinosi autonomnosti EES-a, a da vod Virje-Virovitica otklanja preostala ograničenja koja bi se za određena pogonska stanja mogla pojaviti u 110 kV mreži istočnog dijela EES-a, interesantno je promotriti kako izgradnja elektrane od 300 MW na području Slavonije utječe na ekonomsku opravdanost gradnje tih vodova uz pretpostavku neraspoloživosti veza prema BiH i SRJ (otvorene na modelu).

Očekivana korist od izgradnje jedne trojke 220 kV voda Međurić-Đakovo iznosi 2,547 mil. USD/godišnje za konfiguraciju bez voda Virje-Virovitica, što daje indeks

profitabilnosti od 1,3 uz diskontnu stopu 8 %. Korist od izgradnje voda Virje-Virovitica, nakon izgradnje voda Međurić-Đakovo, iznosi 0,47 mil. USD/godišnje, što znači da je taj vod tada na granici profitabilnosti. Prema tome, ekonomska analiza može opravdati gradnju tih vodova usprkos izgradnji elektrane snage 300 MW u Slavoniji, ukoliko smatramo da su veze preko BiH i SRJ nedovoljno pouzdane. Korist od izgradnje tih vodova proizlazi iz mogućih pogonskih stanja kada su istovremeno neraspoloživi nova elektrana (remont, kvar) i 400 kV vod Žerjavinec-Ernestinovo, ili kada je neraspoloživ samo 400 kV vod Žerjavinec-Ernestinovo radi otklanjanja mogućih preopterećenja voda Međurić-Daruvar pri visokoj potrošnji u sustavu. Uspostava i normalna raspoloživost veza prema BiH omogućila bi uredno napajanje Slavonije i kod neraspoloživosti 400 kV voda Ernestinovo-Žerjavinec, ali bi se tada dio proizvodnje nove elektrane prenosio preko mreže BiH, a EES Hrvatske ne bi ostvario željenu autonomnost već bi direktno ovisio o raspoloživosti veza preko BiH.

Ukoliko se nova elektrana izgradi na području Siska (pretpostavljena izgradnja RP 400 kV u TE Sisak, te DV 2x400 kV TE Sisak-Veleševac) rezultati će biti nešto drugačiji.

Konfiguracija prijenosne mreže s uspostavljenim vezama prema BiH i Srbiji gotovo da ne doprinosi očekivanim troškovima neisporučene el. energije (uz vodove Međurić-Đakovo i Virje-Virovitica), dok kod konfiguracije s prekinutim vezama prema BiH i Srbiji prijenosna mreža uzrokuje troškove neisporučene el. energije od samo 6 560 USD. Iako očekivani troškovi neisporučene el. energije nisu veliki, za određena uklopna stanja (više ili manje vjerojatna) moglo bi doći do ograničenja na pojedinim vodovima.

Na konfiguraciji mreže s zatvorenim vezama preko BiH i Srbije ne postoje ograničenja na bilo kojem vodu u istočnom dijelu EES-a.

Za konfiguraciju mreže bez veza s BiH i Srbijom do troškova neisporučene el. energije bi moglo doći kod vršnog opterećenja zbog ograničenja na vodovima Međurić-Daruvar (kod neraspoloživosti TETO Osijek i 400 kV voda Ernestinovo-Veleševac) i N. Gradiška-Požega (kod neraspoloživosti jednog bloka PTE Osijek ili TETO Osijek, te voda Ernestinovo-Veleševac). Interventni uvoz iz Mađarske, Srbije ili BiH u potpunosti otklanja opasnost od mogućih preopterećenja.

U takvim okolnostima raste profitabilnost vodova Međurić-Đakovo i Virje-Virovitica, u odnosu na stanje s novom elektranom u Slavoniji.

Na modelu mreže bez uspostavljenih veza s BiH i Srbijom očekivani godišnji dobitak od izgradnje jedne trojke voda Međurić-Đakovo iznosi čak 28,38 mil. USD (indeks profitabilnosti 8,6), dok druga trojka dodatno smanjuje operativne troškove rada EES za 526 000 USD, ukoliko u pogonu nije vod Virje-Virovitica. Za konfiguraciju s vodom Virje-Virovitica dobitak od izgradnje jedne trojke voda Međurić-Đakovo iznosi 16,47 mil. USD (indeks profitabilnosti 5,08), dok je dobitak od izgradnje druge trojke manji nego u prethodnom slučaju i iznosi samo 6000 USD/godišnje. Za konfiguraciju mreže s jednostrukim vodom Međurić-Đakovo, dobitak od izgradnje voda Virje-Virovitica iznosi točno 1 mil. USD/godišnje (indeks profitabilnosti 2,06), a za konfiguraciju s dvostrukim vodom Međurić-Đakovo očekivani dobitak od izgradnje je 0,49 mil. USD/godišnje (indeks profitabilnosti 1).

7 ZAKLJUČNO

Usprkos obnovi TS 400/110 kV Ernestinovo i čitave prijenosne mreže na području istočnog dijela elektroenergetskog sustava (u kratko ili srednjoročnom razdoblju), mogu se očekivati visoki troškovi neisporučene el. energije ovisno o neraspoloživosti 400 kV voda Ernestinovo-Žerjavinec. Uzrok tomu je velika ovisnost ovog proizvodno deficitarnog područja o prijenosu iz drugih dijelova EES u uvjetima prekida veza sa Bosnom i Hercegovinom i Srbijom, i radijalna veza s ostatkom sustava proizišla iz nepovoljne konfiguracije prijenosne mreže razvijane u drugačijim političkim i elektroenergetskim okolnostima. Ispadom glavnog pojnog voda ovog područja, nedovoljno jaka 110 kV mreža (Međurić-Daruvar-Virovitica-Slatina i Međurić-N. Gradiška-Požega) neće biti sposobna da preuzme snagu (energiju) koja se prenosi vodom Ernestinovo-Žerjavinec. Maksimalan angažman agregata TE-TO i PTE Osijek, interventnih elektrana i diesel agregata priključenih na srednjenaponsku mrežu, i interventni uvoz iz Mađarske neće moći u potpunosti spriječiti prekide opskrbe dijelu potrošača na tom području pri visokim opterećenjima u sustavu, pa će uredna opskrba svih potrošača ovisiti o vezama prema Srbiji (Obrenovac, Apatin, Šid) i BiH (Ugljevik, Tuzla). Autonomnost tog dijela EES time neće biti ostvarena, a upitna raspoloživost veza prema BiH i SRJ može dovesti do većih problema u opskrbi potrošača. Time se ovo područje elektroenergetski stavlja u nepovoljan položaj u odnosu na druge dijelove EES-a R. Hrvatske. Radi toga je (istovremeno s obnovom) nužno pojačati prijenosnu mrežu na području Slavonije i Baranje. Pojačanja mreže koja otklanjaju moguće poremećaje i osiguravaju autonomnost tog dijela EES su:

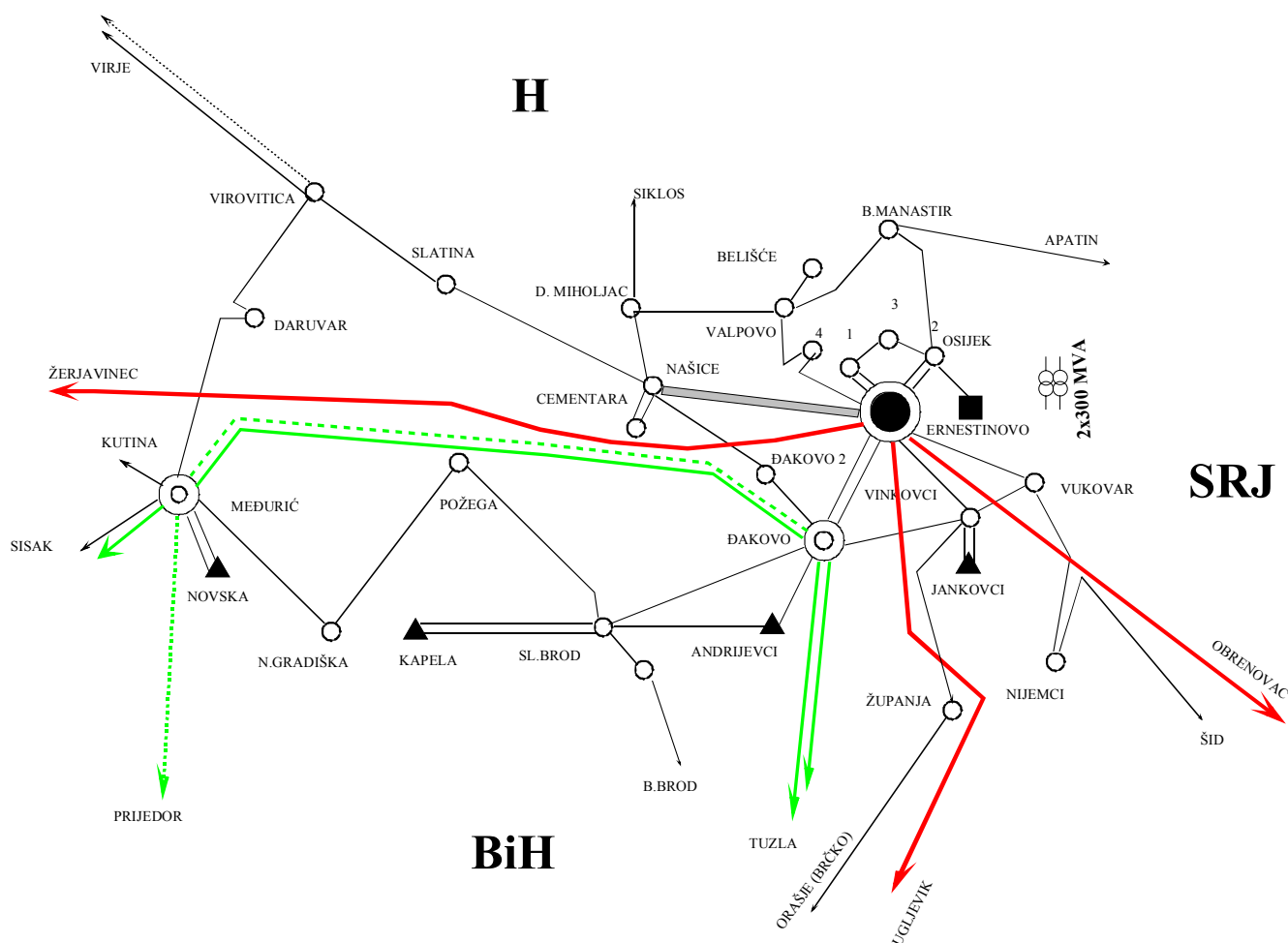
1. Izgradnja (2x400)220 kV voda Međurić-Đakovo
2. Izgradnja (2x)110 kV voda Virje-Virovitica

Visokoprotabilna investicija koja značajno smanjuje očekivane troškove neisporučene el. energije je (400) 220 kV vod Međurić-Đakovo. U slučaju izgradnje tog voda kao dvosistemske (u skladu s opredjeljenjem HEP-a), ograničenja u mreži i mogući prekidi opskrbe el. energijom dijelu potrošača će se u najvećoj mjeri otkloniti. Kod neraspoloživosti voda Ernestinovo-Žerjavinec nužno je maksimalno angažirati agregate TETO i PTE Osijek, a radi otklanjanja mogućih manjih ograničenja na vodu Međurić-Daruvar (ukoliko mu se revitalizacijom ne poveća prijenosna moć) morati će se osigurati interventni uvoz iz Mađarske preko D. Miholjca kod visoke potrošnje u sustavu.

Izgradnja (2x400)220 kV voda Međurić-Đakovo ne isključuje opravdanost (ekonomsku i tehničku) izgradnje 110 kV voda Virje-Virovitica koji bi osigurao 110 kV mrežu od mogućih preopterećenja voda Međurić-Daruvar pri neraspoloživosti voda Ernestinovo-Tumbri, i smanjio opasnost od preopterećenja voda Ivanić-Mraclin kod ispada vodova D. Selo-Križevci ili Jertovec-Nedeljanec kod niskog angažmana dravskih hidroelektrana. Potreba za drugom trojkom tog voda ovisi o mogućoj izgradnji HE N. Virje. Analize pokazuju da moguća izgradnja nove elektrane snage 300 MW na području Slavonije u razdoblju do 2005. godine, ne isključuje potrebu za izgradnjom ova dva voda (niti ekonomsku opravdanost gradnje) ukoliko smatramo da veze prema BiH i SRJ nisu dovoljno pouzdane. Težnja k postizanju autonomnosti EES opravdava ovakav pristup i osigurava utemeljenost budućih razmjena na čisto ekonomskim interesima.

Prihvatanjem takvog rješenja za sigurnu opskrbu Slavonije i Baranje el. energijom rješava se najveći problem ovog dijela EES-a. Rješavanje ostalih problema poput dvostranog napajanja Županje (izgradnja voda Đakovo-Županja), napajanja Iloka, izgradnje dvostrukog voda Ernestinovo-Vinkovci i dr., ovisit će o raspoloživim financijskim sredstvima. U sadašnjim uvjetima kada se Županja, Vinkovci, Vukovar i

Nijemci napajaju jednim vodom 110 kV, izgradnja novog 110 kV voda Đakovo-Županja je nužnost. Sigurnost napajanja i ekonomsku valorizaciju pojačanja radijalno napajanih čvorišta nemoguće je ocijeniti *MEXICO* modelom, ali ideja dvostranog napajanja svih čvorišta u prijenosnoj mreži ne bi trebala biti sporna.



Slika 7 – Pojačanje prijenosne mreže istočnog dijela EES (jedno)dvostrukim vodovima (400) 220 kV Međurić-Đakovo i 110 kV Virje-Virovitica

LITERATURA:

- [1] Opskrba Slavonije i Baranje električnom energijom, DUP-PrP Osijek, 1997.
- [2] Potrebe izgradnje proizvodnih postrojenja i prijenosne mreže do 2020. godine, s osvrtom na 2030. godinu - u dijelu EES na području Slavonije i Baranje, EI "Hrvoje Požar", prosinac 1997.
- [3] ERACLES – USERS GUIDE, EdF, 1987.
- [4] ERACLES – METHODS GUIDE, EdF, 1987.

Naslov pisca:

Davor Bajs, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar",
Ulica grada Vukovara 37,
10000 Zagreb
Hrvatska