

OSVRT NA GRANICE IZMEĐU PRIJENOSNE I DISTRIBUTIVNE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

Dragan Borojević, Zagreb

UDK 621.315
STRUČNI ČLANAK

Jasno određena granica između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže značajno olakšava planiranje razvoja, izgradnju i eksploataciju dijelova elektroenergetskog sustava. To je od posebnog značenja za distributivnu elektroenergetsku mrežu i zbog očekivane pretvorbe u Hrvatskoj elektroprivredi.

Dan je osvrt na moguće varijante razgraničenja u postojećoj i budućoj elektroenergetskoj mreži grada Zagreba.

Ključne riječi: prijenos, primarna distribucija visokog napona, mjesta predaje i mjesta mjerenja električne energije, vođenje pogona.

1. UVOD

Svrha je ovog članka da ukaže na moguća razgraničenja prijenosne i distributivne elektroprivredne djelatnosti. Taj problem je posebno značajan za veće gradove, čije je opskrbljivanje energijom dosta složeno. Kod toga je prisutno više problema, koji proizlaze iz međuzavisnosti različitih oblika energije, te iz načina organiziranja i funkcioniranja gradskih uprava i organizacija koje se bave energijom. U tome naročito značajnu ulogu ima elektroprivredna djelatnost sa svojim karakteristikama.

Pažnja autora je usredotočena na granicu između prijenosne i distributivne elektroenergetske mreže, jer ona u našim uvjetima još uvijek nije jasno definirana, a jedna je od bitnih pretpostavki za lakše rješavanje drugih problema. To je istodobno i funkcionalni i tehničkotehnološki i organizacijski problem, koji će biti naročito važan za pretvorbu Hrvatske elektroprivrede i za njeno funkcioniranje u novim odnosima, koji će težiti slobodnom tržištu električne energije.

2. MOGUĆE VARIJANTE RAZGRANIČENJA ELEKTROENERGETSKE MREŽE

2.1. Općenito

Za uspješno razgraničenje elektroprivrednih djelatnosti potrebno je ispuniti određene osnovne pretpostavke. Polazno je potrebno utvrditi:

- mjesta razgraničenja osnovnih sredstava (prema prijenosu, prema proizvodnji i prema susjednim distribucijama)
- mjesta predaje električne energije
- mjesta mjerenja.

Kod toga je najznačajnije adekvatno odrediti granicu između prijenosa i distribucije. Dobro bi bilo kad bi granica osnovnih sredstava ujedno bila i mjesto predaje, odnosno preuzimanja električne energije, te također mjesto mjerenja. No, u stvarnosti to uvijek nije tako. Granicu osnovnih sredstava bi bilo najuputnije odrediti vodeći računa o cjelovitoj nadležnosti u planiranju, odnosno investiranju, izgradnji i eksploataciji (pogonu i održavanju). Treba napomenuti da se nadležnost u vođenju pogona ne mora uvijek striktno poklapati s granicom osnovnih sredstava, ukoliko na to iznimno upućuju posebni funkcionalni zahtjevi.

Mjesta predaje električne energije su mjesta na kojima isporučitelj isporučuje, a distribucija preuzima električnu energiju. Ona su u pravilu na granici osnovnih sredstava.

Mjesta mjerenja nalaze se na mjestima predaje električne energije, ako se ugovorom drugačije ne uredi.

2.2. Osvrt na granicu osnovnih sredstava između prijenosa i distribucije na području Elektre-Zagreb

2.2.1. Osnovna polazišta

Kod određivanja granice između prijenosa i distribucije na području Elektre-Zagreb treba voditi računa o slijedećim polazištima:

- Naponske razine potrebno je razmotriti sa stajališta njihove funkcije, a ne sa stajališta visine napona.
- U suvremenim elektroenergetskim sustavima od funkcionalnih kategorija razlikujemo:
 - prijenos
 - primarnu distribuciju visokog napona
 - sekundarnu distribuciju visokog napona
 - distribuciju niskog napona (tercijarnu distribuciju).

- Za gustoću konzuma u našim prilikama u doglednoj budućnosti optimalan je četirinaonski sustav opskrbe, što znači da svakoj navedenoj funkcionalnoj kategoriji odgovara jedna naponska razina.
- Naponske razine se prilagođavaju razvoju i mijenjaju funkcionalne uloge. Tako je napon 110 kV prestao biti prijenosni napon i preuzeo je ulogu primarne distribucije.
- Za sekundarnu distribuciju optimalan je napon 20 kV.
- Napon 35 kV nije perspektivno optimalan i postupno odumire, a nadomješta ga napon od 110 kV.

- e) da svi vodovi 110 kV, te višenaponske strane transformatorskih stanica 110/X kV i transformatori budu u prijenosu, a da niženaponske strane transformatorskih stanica 110/X kV budu u distribuciji.

Varijanta a) je potpuno u skladu s navedenim polazištima, no nedostatak joj je miješanje nadležnosti kod nadzemnih vodova 110 kV, što može činiti određene probleme tijekom razvoja mreže 110 kV.

Varijanta b) je u skladu s polazištima kad su u pitanju napojne točke 110/X kV. Međutim, po njoj bi i oni nadzmeni vodovi koji imaju funkciju primarne distribucije bili u osnovnim sredstvima prijenosa. U toj varijanti bi se postiglo jednostavno i jednoznačno razgraničenje, koje omogućava čiste odnose među djelatnostima, ali bi se povećali problemi u vezi razvoja mreže 110 kV.

Varijanta c) pruža minimum uvjeta za relativno brzo razgraničenje odnosa u postojećem stanju. Ona omogućava jedinstvenu nabavu električne energije na 110 kV naponu, te odgovarajuće vođenje pogona u skladu s funkcionalnim nadležnostima. U njoj su veći problemi u vezi razvoja mreže 110 kV nego u prethodnim varijantama.

Varijanta d) praktički je najbliža postojećem stanju i ona je polazište za razvijanje daljnjih odnosa. Ona može poslužiti kao prijelazna faza do konačnog rješenja, ako se u njoj učini korak dalje prenošenjem transformatora 110/30 kV u sredstva distribucije i stvore pretpostavke za preuzimanje električne energije u cjelini na 110 kV naponu. Na taj način bi se varijanta d) pretvorila u varijantu c).

Varijanta e) je ispod razine postojećeg stanja i u neskladu je s navedenim polazištima, pa je u daljnjim razmatranjima nećemo uzimati u obzir.

Podloge za ilustraciju pojedinih varijanti bile su sheme mreže 110 kV grada Zagreba na slikama 1 i 2 (postojeća mreža i mreža planirana na dulji rok), te pregled postojećih transformatorskih stanica 110/X kV u narednoj tablici 1.

2.2.2. Moguća rješenja

Općenito gledano, ne obazirući se na prethodno navedena polazišta, moguće je granicu između prijenosa i distribucije na području grada Zagreba alternativno postaviti tako da se dobije pet varijanti, kako slijedi:

- a) da svi kabelski vodovi 110 kV i dio nadzemnih vodova 110 kV, koji su u funkciji distribucije, te sve transformatorske stanice 110/X kV, budu u distribuciji,
- b) da svi nadzemni vodovi 110 kV budu u prijenosu, a svi kabelski vodovi 110 kV i sve transformatorske stanice 110/X kV budu u distribuciji,
- c) da svi nadzemni vodovi 110 kV budu u prijenosu, a svi kabelski vodovi 110 kV i dio transformatorskih stanica 110/X kV budu u distribuciji, dok bi dio transformatorskih stanica 110/X kV bio zajednički, s tim da višenaponske strane budu u prijenosu, a transformatori i niženaponske strane budu u distribuciji,
- d) da svi nadzemni vodovi 110 kV budu u prijenosu, a svi kabelski vodovi 110 kV i dio transformatorskih stanica 110/10(20) kV budu u distribuciji, dok bi dio transformatorskih stanica 110/X kV bio zajednički, s tim da u TS 110/30(35) kV višenaponske strane i transformatori budu u prijenosu, te niženaponske strane u distribuciji, a u preostalim TS 100/10(20) kV višenaponske strane u prijenosu, a transformatori i niženaponske strane u distribuciji,

Tablica 1. Osnovni podaci za postojeće TS 110/X kV na području DP Elektra-Zagreb

Red. broj	Naziv TS 110/X kV	Prijenosni odnos	Instalirana snaga	Osnovna sredstva		
				110 kV dio	Transformatori	Srednji napon
1.	Sopot	110/10	2x40	Distribucija	Distribucija	Distribucija
2.	Ksaver	110/10(20)	2x20	Distribucija	Distribucija	Distribucija
3.	Stenjevec	110/10(20)	2x20+1x40	Distribucija	Distribucija	Distribucija
4.	V.Gorica	110/10(20)	2X20+1x40	Distribucija	Distribucija	Distribucija
5.	Trpimirova	110/10(20)	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
6.	Dubec	110/10(20)	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
7.	EL-TO	110/10(20)	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
8.	Botinec	110/20	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
9.	Zaprešić	110/20	2x40	Prijenos	Distribucija	Distribucija
10.	Samobor	110/10(20)	2x20	Prijenos	Distribucija	Distribucija
11.	Jertovec	110/35	1x20	Proizvodnja	Distribucija	Distribucija
12.	Dugo Selo	110/30/10	1x20+1x16	Prijenos	Prijenos	Distribucija
13.	Jarun	110/30/10(20)	3x60	Prijenos	Prijenos	Distribucija
14.	TE-TO	110/30	3x60	Proizvodnja	Proizvodnja	Distribucija
15.	Rakitje	110/30	1x31,5+1x40	Prijenos	Prijenos	Prijenos
16.	Resnik	110/30	2x60	Prijenos	Prijenos	Prijenos i Dist.

Ako se pođe od varijante e) koja predstavlja najnižu razinu mreže (ispod razine postojećeg stanja), koju nećemo uzeti u obzir, slijedeće razine po varijantama dobivaju se dodavanjem dijelova mreže i postrojenja prema slijedećoj tablici 2.

Tablica 2.

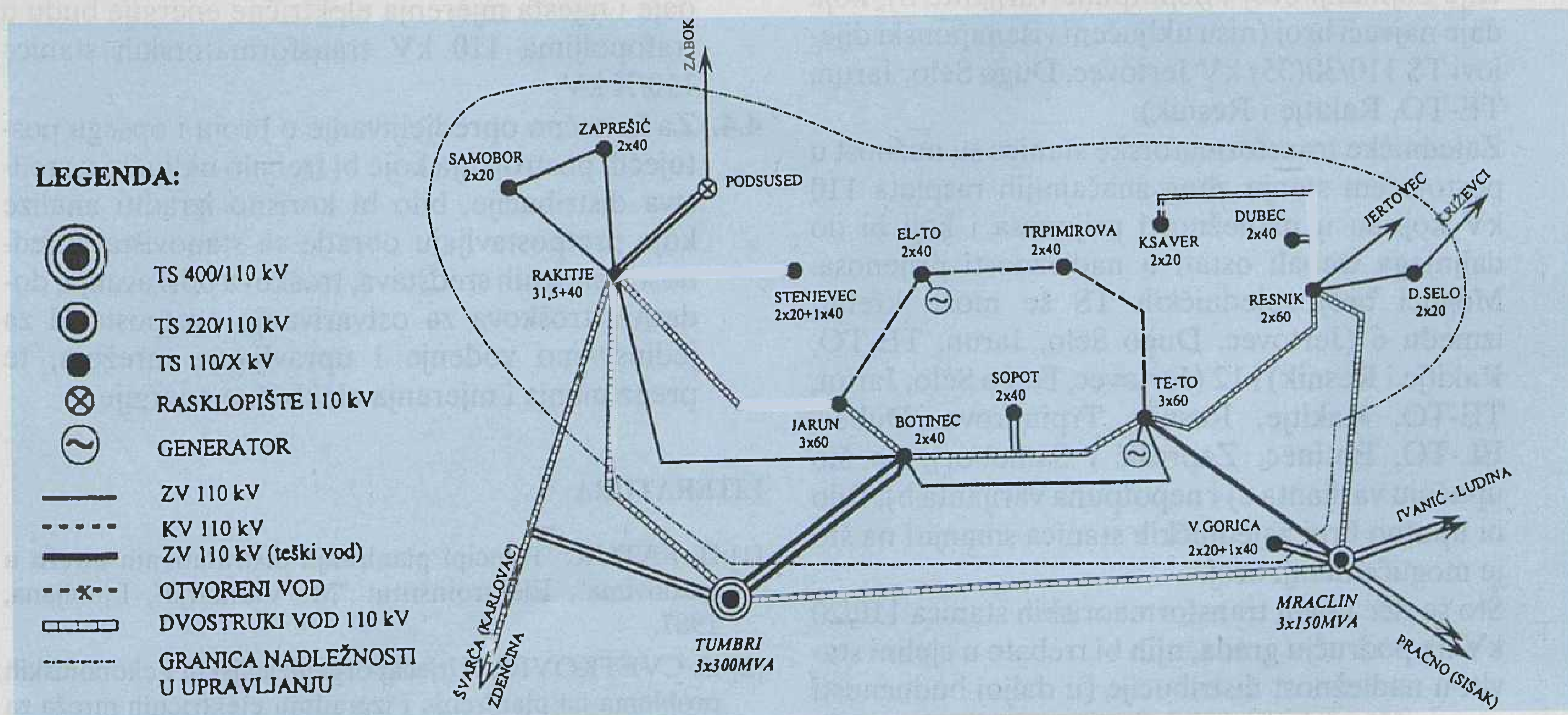
Varijanta mreže prema točki 2.2.2.	Uključeno u distribuciju
e	Niženaponske strane TS 110/X kV
d	Niženaponske strane TS 110/X kV + Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV + Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) + Transformatori 110/35 kV (1 komad) + Kabeli 110 kV
c	Niženaponske strane TS 110/X kV Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) Transformatori 110/35 kV (1 komad) Kabeli 110 kV + Transformatori 110/30 kV (12 komada)
b	Niženaponske strane TS 110/X kV Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) Transformatori 110/35 kV (1 komad) Kabeli 110 kV Transformatori 110/30 kV (12 komada) + Višenaponske strane 12 TS 110/X kV
a	Niženaponske strane TS 110/X kV Višenaponske strane 4 TS 110/10(20) kV Transformatori 110/10(20) kV (22 komada) Transformatori 110/35 kV (1 komad) Kabeli 110 kV Transformatori 110/30 kV (12 komada) Višenaponske strane 12 TS 110/X kV + Dio nadzemnih vodova 110 kV koji imaju distribucijski karakter

3. OSVRT NA VOĐENJE POGONA ELEKTROENERGETSKE MREŽE 110 kV

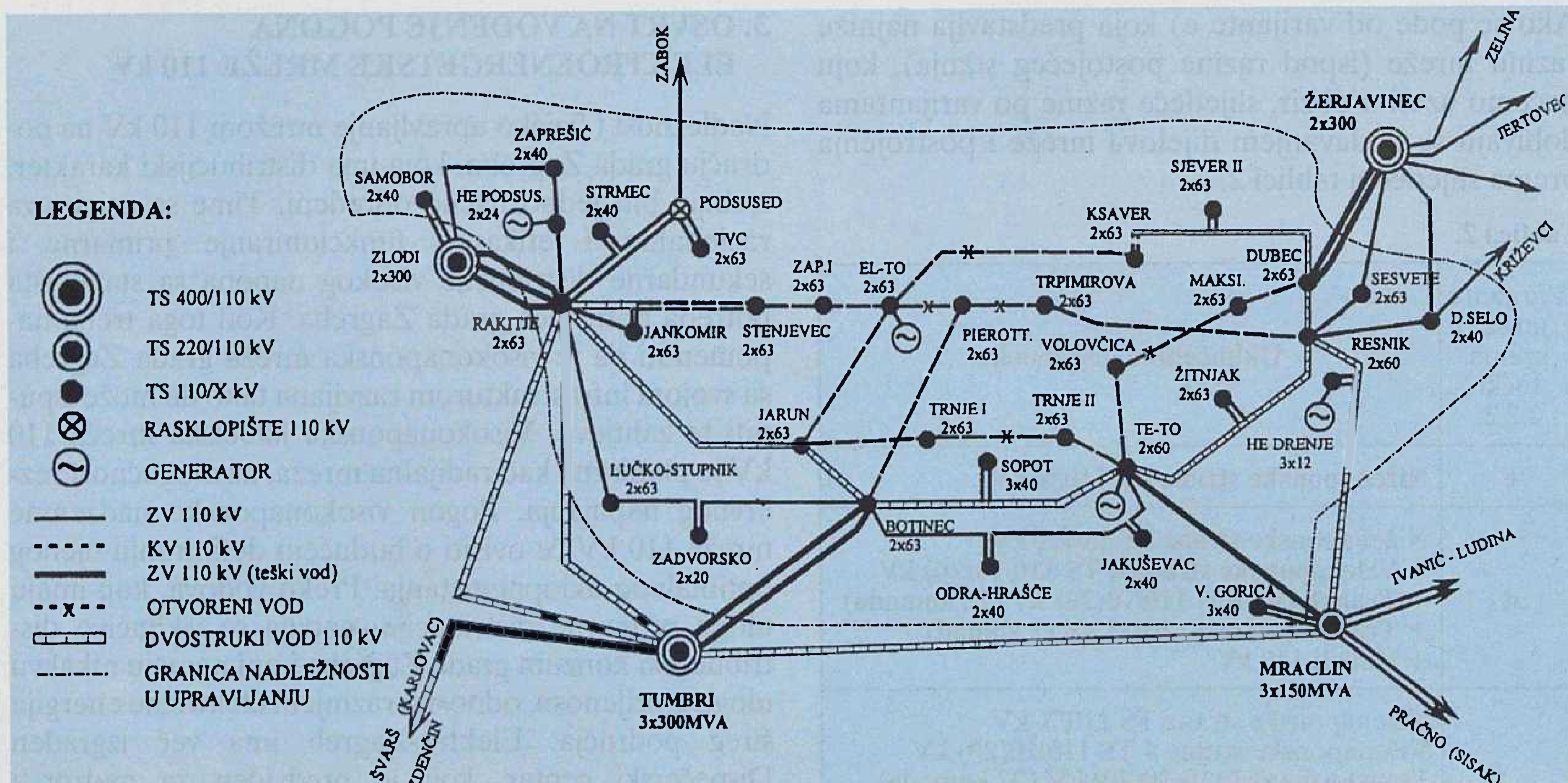
Nadležnost i fizičko upravljanje mrežom 110 kV na području grada Zagreba, koja ima distribucijski karakter, trebaju biti jednoznačno određeni. Time se osigurava racionalno i efikasno funkcioniranje primarne i sekundarne distribucije visokog napona sa stanovišta potreba potrošača grada Zagreba. Kod toga treba napomenuti da je visokonaponska mreža grada Zagreba sa svojom infrastrukturom razvijana tako da može ispuniti te zahtjeve. Visokonaponska kabelska mreža 110 kV je planirana kao radijalna mreža, uz mogućnost rezervnog napajanja. Pogon visokonaponske nadzemne mreže 110 kV će ovisiti o budućem definiranju njenog optimalnog uklopnog stanja. Preko vodova, koji imaju ulogu primarne distribucije, napaja se isključivo distribucijski konzum grada Zagreba i oni nemaju nikakvu ulogu u prijenosu, odnosno razmjeni električne energije šireg područja. Elektra-Zagreb ima već izgrađen Dispečerski centar, koji je predviđen za nadzor i upravljanje cjelovitim elektroenergetskim sustavom grada Zagreba u smislu prethodno iznesenih postavki, a i koncepcija novog Dispečerskog centra "Zagreb" [4] ukazuje na logičnost takvog pristupa, naročito u daljnjem razvoju. Takav pristup, osim što je funkcionalno logičan, posebno sa stanovništva potrošača, u skladu je i s prethodno navedenim mogućim razgraničenjima osnovnih sredstava. Ne ulazeći u detalje, za napomenuti je da navedenim postavkama odgovaraju principijelne granice upravljanja naznačene na slikama 1 i 2.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

4.1. Analiza mogućih varijanti razgraničenja distributivne i prijenosne djelatnosti u gradu Zagrebu pokazuje da bi ovaj problem bilo uputno podijeliti u dva dijela. Prvi dio se odnosi na postojeće objekte,



Slika 1. Shema postojeće mreže 110 kV na području grada Zagreba (stanje 1999.)



Slika 2. Shema mreže 110 kV na području grada Zagreba planirane na dulji rok (iza 2015. godine)

a drugi dio se odnosi na nove objekte. Za sve prihvatljive varijante je bitno da transformatori 110/X kV budu u osnovnim sredstvima distribucije, te da preuzimanje i obračun električne energije budu na 110 kV razini. Kod toga bi najlogičnije bilo da mjerni slogovi budu u transformatorskim poljima 110 kV. Uz navedene pretpostavke dio postojećih TS 110/X kV bi bio u cjelini u sredstvima distribucije, a dio bi bio zajednički.

Broj postojećih TS 110/X kV, koje bi u startu mogle biti u sredstvima distribucije, bi se mogao kretati između 4 (Sopot, Ksaver, Stenjevec i Velika Gorica) i 10 (Sopot, Ksaver, Stenjevec, Velika Gorica, Trpimirova, Dubec, EL-TO, Botinec, Zaprešić i Samobor), što proizlazi iz varijante d) koja daje najmanji broj i nepotpune varijante b), koja daje najveći broj (nisu uključeni višenaponski dijelovi TS 110/30(35) kV Jertovec, Dugo Selo, Jarun, TE-TO, Rakitje i Resnik).

Zajedničke transformatorske stanice su nužnost u postojećem stanju zbog značajnijih raspjeta 110 kV koji su u nadležnosti prijenosa i koji bi do daljnega trebali ostati u nadležnosti prijenosa. Mogući broj zajedničkih TS se može kretati između 6 (Jertovec, Dugo Selo, Jarun, TE-TO, Rakitje i Resnik) i 12 (Jertovec, Dugo Selo, Jarun, TE-TO, Rakitje, Resnik, Trpimirova, Dubec, EL-TO, Botinec, Zaprešić i Samobor), na što upućuju varijanta c) i nepotpuna varijanta b). Bilo bi uputno broj zajedničkih stanica smanjiti na što je moguće manji broj.

Što se tiče novih transformatorskih stanica 110/20 kV na području grada, njih bi trebalo u cjelini staviti u nadležnost distribucije (u daljoj budućnosti prema [5] očekuje se 16 do 18 novih transformatorskih stanica).

Kod vodova 110 kV svi kabeli i nadzemni vodovi primarne distribucije bi trebali biti u nadležnosti distribucije, a ostali nadzemni vodovi u nadležnosti prijenosa.

- 4.2. U pogledu upravljanja distributivnom mrežom trebalo bi se rukovoditi funkcionalnim principom. U skladu s tim, cjelokupnom distributivnom mrežom bi se upravljalo iz Dispečerskog centra Elektre-Zagreb. Na strani 110 kV to pretpostavlja upravljanje prekidačima u svim transformatorskim poljima 110 kV i onim prekidačima u vodnim poljima 110 kV koja imaju distributivni karakter.
- 4.3. Budući da iz zaključka 4.1. slijedi da je i u prijelaznoj i u konačnoj varijanti granica osnovnih sredstava na 110 kV, bilo bi uputno da mjesta predaje i mjesta mjerenja električne energije budu u trafopoljima 110 kV transformatorskih stanica 110/X kV.
- 4.4. Za konačno opredjeljivanje o broju i opsegu postojećih postrojenja koje bi trebalo uključiti u sredstva distribucije, bilo bi korisno izraditi analize koje pretpostavljaju obrade sa stanovišta vrijednosti osnovnih sredstava, troškova održavanja, dodatnih troškova za ostvarivanje pretpostavki za jedinstveno vođenje i upravljanje mrežom, te preuzimanja i mjerenja električne energije.

LITERATURA

- [1] B. FATUR: "Principi planiranja distributivnih mreža u gradovima", Elektroinštitut "M. Vidmarja", Ljubljana, 1987.
- [2] Z. CVETKOVIĆ: "Utjecaj organizacijskih i ekonomskih problema na planiranje i izgradnju električnih mreža za snabdijevanje velikih gradova", Elektroprijenos Zagreb, 1987.

- [3] D. BOROJEVIĆ: "Prilozi metodološkoj obradi elektroenergetskih mreža većih gradova", HEP-DP Elektra Zagreb, 1998.
- [4] N. ČUPIN: "Dispečerski centar "Zagreb", OKit d.o.o. Consulting, Zagreb 1998.
- [5] S. ŽUTOBRADIĆ, E. MIHALEK: Novelacija "Osnovnog rješenja elektrodistributivne mreže 110 kV i 30 kV grada Zagreba", Energetski institut "Hrvoje Požar", d.o.o. Zagreb, 1996.

REVIEW OF BOUNDARIES BETWEEN ELECTRIC ENERGY TRANSMISSION AND DISTRIBUTION NETWORK

A clearly defined boundary between electric energy transmission and distribution network significantly simplifies development planning, construction and operation of electric energy system's parts. It is particularly important for the electric energy distribution network and following the expected restructuring of the Croatian electric energy supply company.

The paper offers a review of possible scenarios for boundary setting in the existing and future electric energy network in Zagreb.

EIN RÜCKBLICK AUF GEGENSEITIGE ABGRENZUNG VON ÜBERTRAGUNGS - UND VERTEILUNGSNETZEN

Eine klare Abgrenzung der Übertragungs - gegenüber den Verteilungsnetzen erleichtert wesentlich das Entwerfen des Ausbaues, die Errichtung und die Nutzung von Teilen eines Stromversorgungssystems. Dies ist, u.a. wegen der erwarteten Umgestaltung in der Stromversorgung Kroatiens, für deren Verteilungsnetz besonders wichtig.

Im Artikel ist eine Rückschau auf mögliche Varianten der Abgrenzungen im gegenwärtigen und im künftigen Stromversorgungsnetz der Stadt Zagreb gegeben.

Naslov pisca:

Dragan Borojević, dipl. ing.
HEP, DP Elektra - Zagreb
Gundulićeva 22
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2000-08-25.