

Dr. sc. SRĐAN ŽUTOBRADIĆ
Energetski institut "Hrvoje Požar" - Zagreb

1-01

PLANIRANJE I RAZVITAK DISTRIBUCIJSKE MREŽE HEP-a

SAŽETAK

U referatu dan je detaljan osvrt na postojeće stanje distribucijske mreže Hrvatske elektroprivrede. Na temelju izloženih pokazatelja prikazan je dosadašnji razvoj distribucijske mreže u Hrvatskoj (uvodenje napona 20 kV, direktne transformacije, različitih tipskih rješenja, itd.). Ukazano je na velike razlike između pojedinih distribucijskih područja.

U drugom dijelu referata prezentirana je prognoza porasta konzuma električne energije, uz komentar vezan za različitu situaciju po distribucijskim područjima. Nakon toga predloženi su kriteriji za planiranje sanacije i razvoja distribucijske mreže HEP-a, te prijedlog smjernica za provedbu sanacije i razvoja mreže u budućnosti.

Ključne riječi: Distribucijska mreža, planiranje razvoja

PLANING AND DEVELOPMENT OF DISTRIBUTION NETWORK IN CROATIA

ABSTRACT

This paper presents a detailed survey of the existing condition of the Croatian Power Company (HEP) distribution network. According to given indicators, there is a review of the development of distribution network in Croatia so far (introducing of 20 kV voltage level, direct transformation - 110/10(20) kV, different typical solutions, etc.).

In the second part, the forecast of the electric energy consume increase, depending on the different situation in distribution areas is presented. Afterwards, planning criteria for rehabilitation and development of the distribution network, as well as the proposal for the direction of rehabilitation and development future activities are suggested.

Key words: Distribution network, development planing

1. UVOD

Planiranje razvoja distribucijske djelatnosti je strateška zadaća svake elektroprivredne kompanije, pa tako i Hrvatske elektroprivrede (HEP). Međutim, do sada u HEP-u nije zauzeta jedinstvena koncepcija po tom pitanju. Velikim dijelom to je uvjetovano ranijom organizacijom elektroprivredne djelatnosti (prije osnivanja HEP-a 1990 g.). Posljedice takvog stanja su veoma različite značajke distribucijske mreže po distribucijskim područjima (trenutačno 21).

Cilj ovog rada je dobivanje "presjeka" stanja distribucijske mreže, te davanje prijedloga koncepcije dugoročnog razvoja mreže, uz uvažavanje gospodarskih kriterija.

2. SADAŠNJE STANJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE HEP-a

U ovom poglavlju prikazat će se temeljne značajke distribucijske mreže Hrvatske elektroprivrede. Podaci se odnose na 1.1.1997., a dobiveni su anketom koju je proveo Energetski institut "Hrvoje Požar" zbog izrade studije dugoročnog razvoja HEP-a ("MASTERPLAN"). S obzirom na prisutne probleme (integracija hrvatskog Podunavlja, otklanjanje ratnih šteta, itd.) moguće su određene netočnosti u podacima; no za daljnju analizu to nije presudno.

Temeljni prirodni pokazatelji distribucijske mreže HEP-a dani su u tab. 2.1.

Tab. 2.1 Distribucijska mreža HEP-a

Dio mreže	Veličina (kom.,km.)	Instalirana snaga (MVA)
TS 110/10(20) kV	25	1262
TS 35/10(20) kV	342	3603
TS 10(20)/0.4 kV	20,390	5276
Nadzemni vodovi 35 kV	3,472	
Kabli 35 kV	972	
Nadz. vodovi 10(20) kV	22,677	
Kabli 10(20) kV	6,356	
Zračna mreža n.n.	41,597	
Kabli n.n.	8,852	

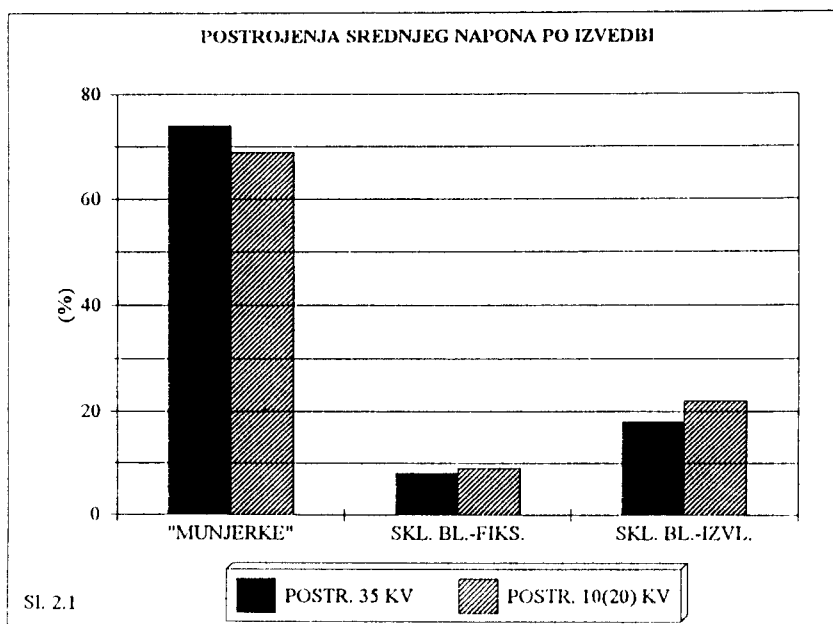
U narednom tekstu detaljnije će se komentirati podaci o svim dijelovima mreže.

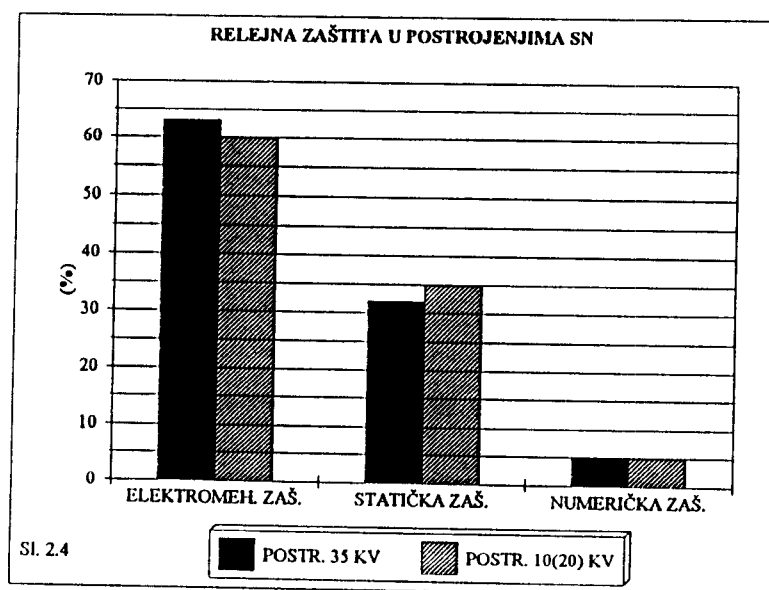
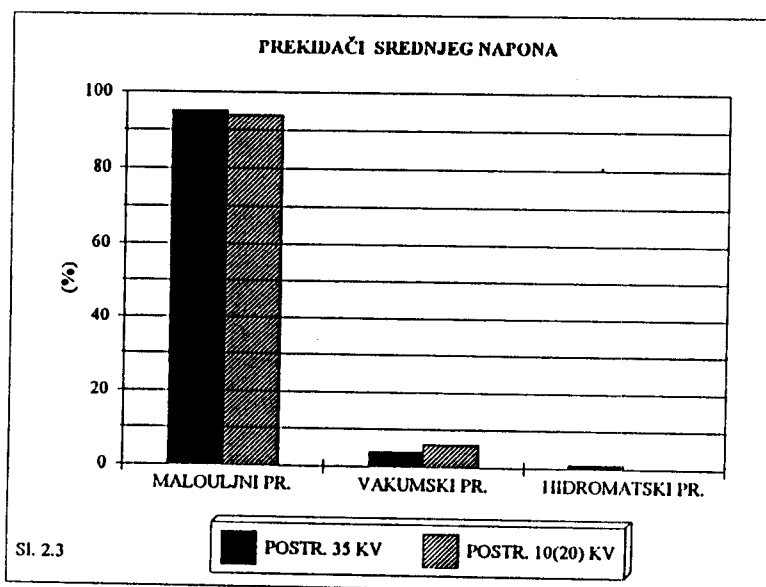
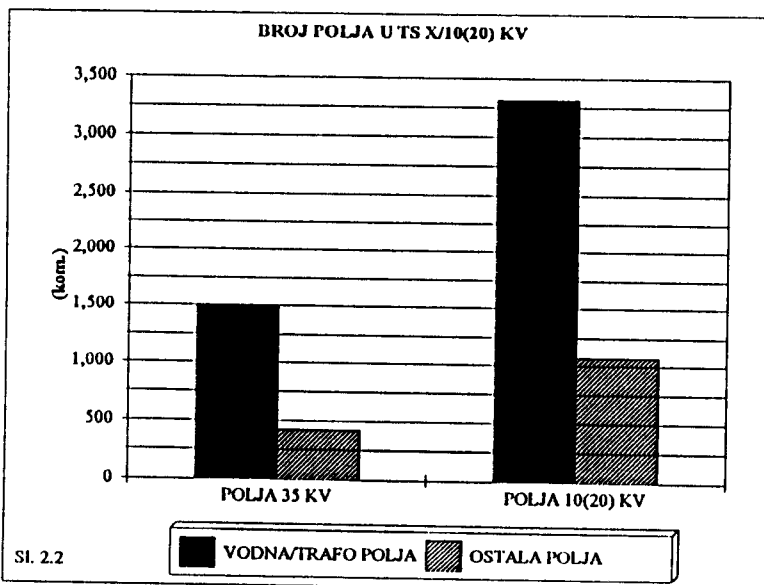
2.1. Transformatorske stanice 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV (TS X/10(20) kV)

U TS 110/10(20) kV (tzv. direktna transformacija) ugrađeno je oko 26 % ukupne snage transformacije X/10(20) kV. Pri tome treba napomenuti da se transformacija X/10(20) kV ostvaruje i preko terciara 10 kV u TS 110/35 kV, i to u 8 transformatorskih stanica. Instalirana snaga terciara je 218 MVA. Osim toga treba upozoriti da je u oko 15 TS 35/10 kV transformacija 35/10 kV praktički van pogona. Uzrok je obično u dotrajalosti postrojenja; te stanice su pogonu zamijenjene novijim TS X/10(20) kV.

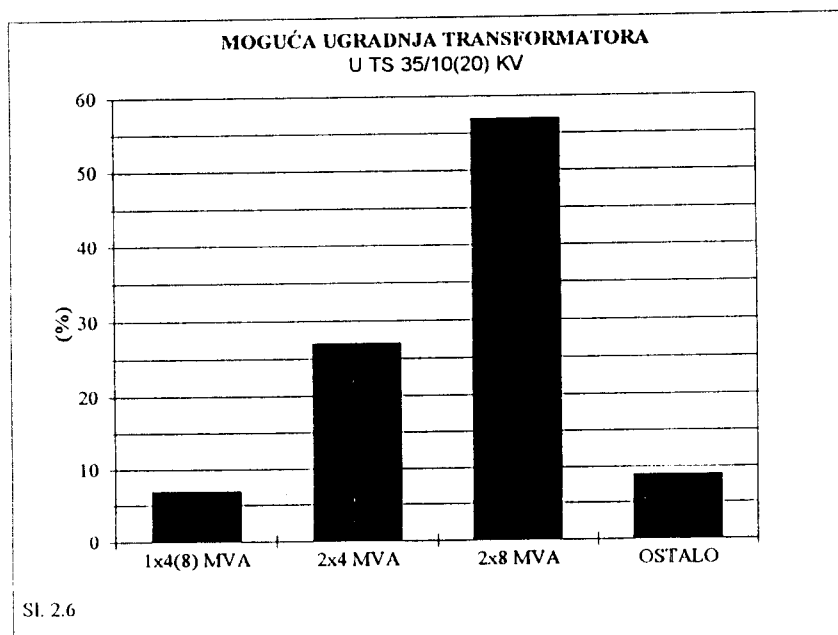
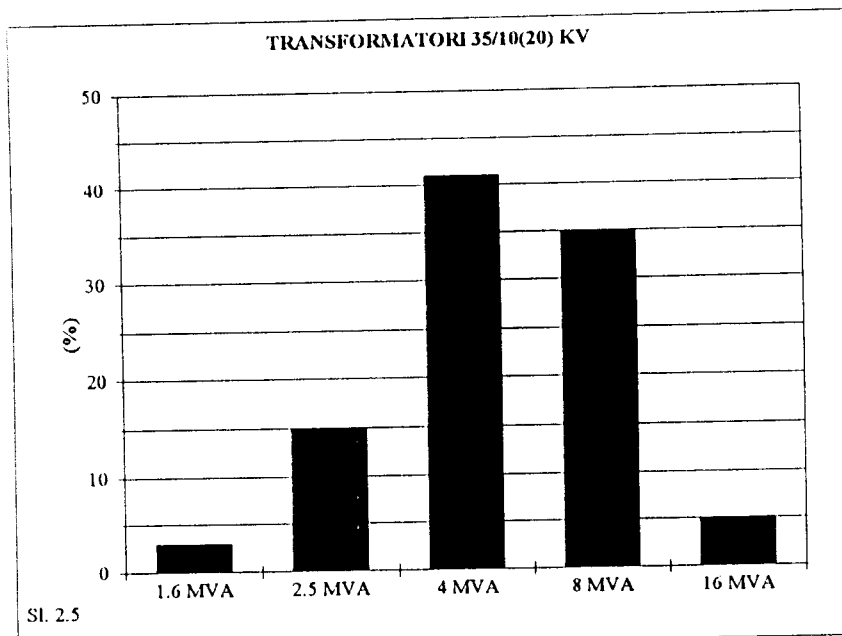
U navedenim TS X/10(20) kV ugrađena je oprema čije su značajke prikazane na sl. 2.1 – 2.6. Na sl. 2.1 prikazana su postrojenja 35 kV i 10(20) kV po izvedbi. Vidljivo je da dominiraju tzv. "munjerke"; udio polja izvedenih pomoću suvremenih sklopnih blokova s izvlačivim prekidačima je relativno malen.

Broj polja po funkciji prikazan je na sl. 2.2. (vodna/trafo polja i ostala polja). Na tim slikama nisu prikazana rezervna polja. Glede ugrađene opreme, stanje je prikazano na sl. 2.3 – 2.4 (prekidači, te relejna zaštita). Očevidna je zastupljenost starih tehnologija – maloulnih prekidača i elektromehaničkih releja. No, tijekom 1998. god. stanje će se malo poboljšati, zahvaljujući opremi koja će se nabaviti pomoću kredita Europske banke za obnovu.





Na sl. 2.5 dan je pregled najčešće zastupljenih snaga transformatora 35/10(20) kV, dok je na sl. 2.6 dan pregled moguće ugradnje transformacije 35/10(20) kV u postojeće transformatorske stanice. Glede iskoristivosti transformacije X/10(20) kV snagom (ITR = vršno opterećenje/maksimalna moguća snaga transformacije) može se reći da je taj parametar uglavnom relativno nizak (ispod 75 %). Međutim, u nekim područjima situacija je vrlo loša. To se posebno odnosi na grad Rijeku, gdje je čak 9 TS 35/10 kV opterećeno s više od 75 % snage ugrađene transformacije, te na gradove Zagreb i Split.



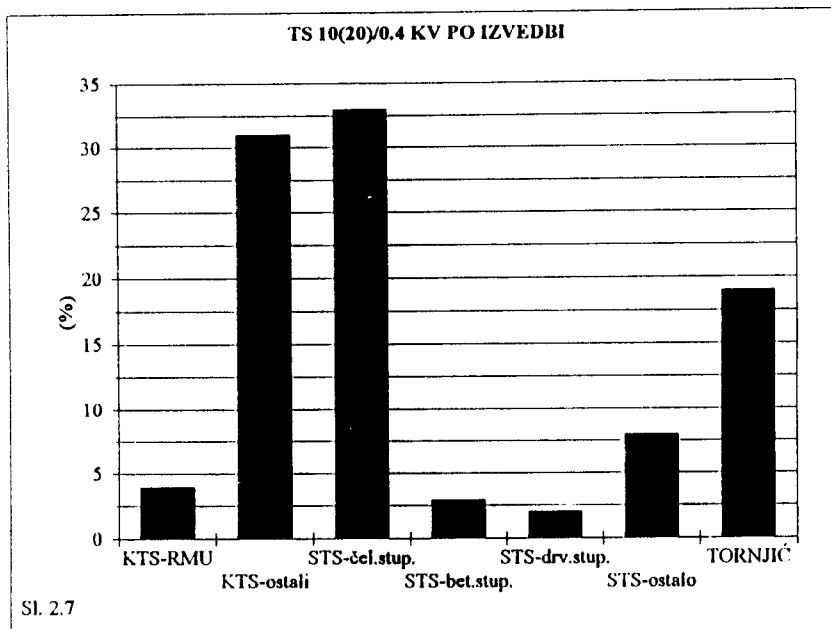
2.2 Transformatorske stanice 10(20)/0.4 kV

Na sl. 2.7 prikazana je razdioba TS 10(20)/0.4 kv po izvedbi. Sintetizirano gledano, navedene TS mogu se prezentirati na sljedeći način:

- kabelske TS 10(20)/0.4 kV: 35 %
- stupne TS 10(20)/0.4 kV: 46 %
- tornjići: 19 %

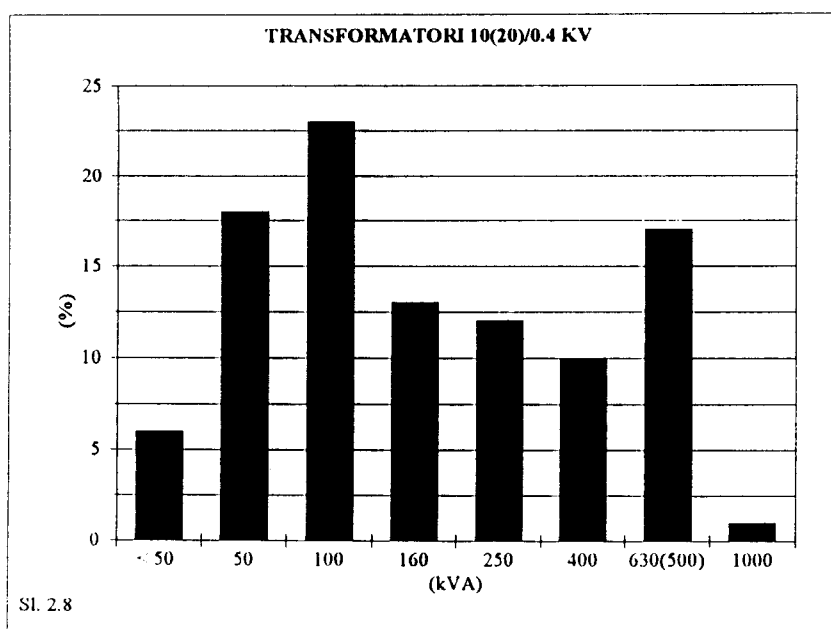
Suvremene sklopne aparature 10(20) kV ("RING MAIN UNIT") zastupljene su u relativno malom broju KTS 10(20)/0.4 kV – u oko 12 % KTS-ova.

Najveći dio stupnih TS 10(20)/0.4 kV izgrađen je na čelično-rešetkastim stupovima (oko 72 %),. Udio opreme 24 kV varira od 26 % kod KTS-a, preko 18 % kod STS-a do zanemarivog broja kod tornjića.



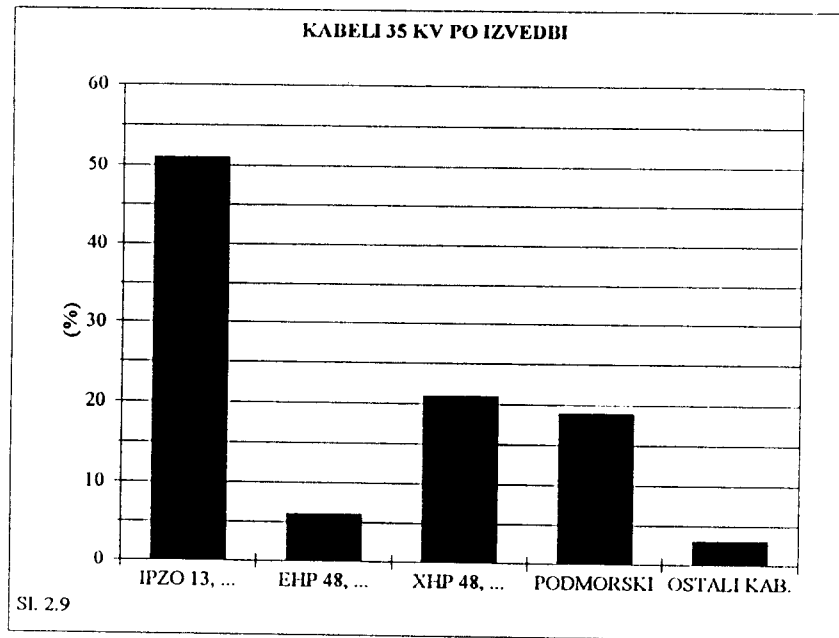
Raspodjela transformatora 10(20)/0.4 kV po nazivnim snagama prikazana je na sl. 2.8. Udio transformatora po izvedbi namota gornjeg napona jest:

- transformatori 10/0.4 kV: 75 %
- transformatori 10(20)/0.4 kV: 23 %
- transformatori 20/0.4 kV: 2 %

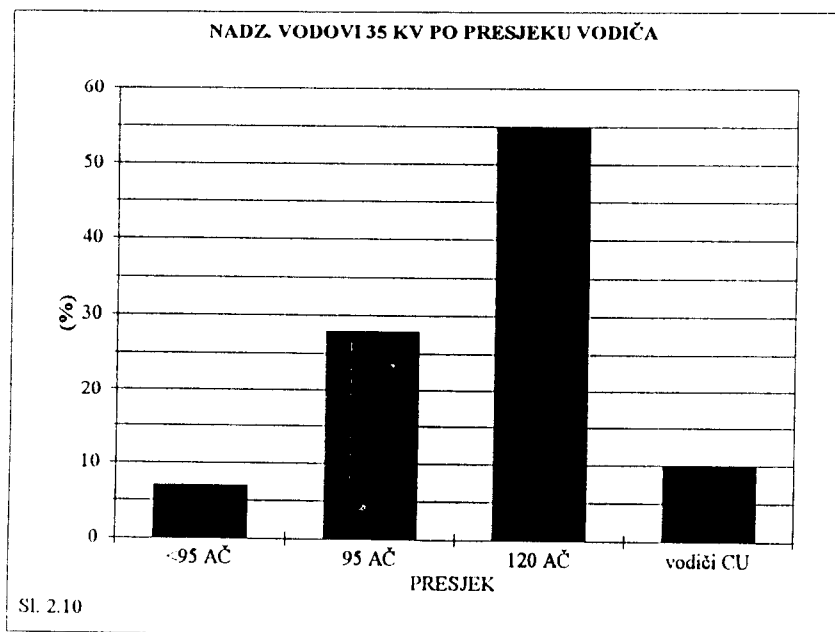


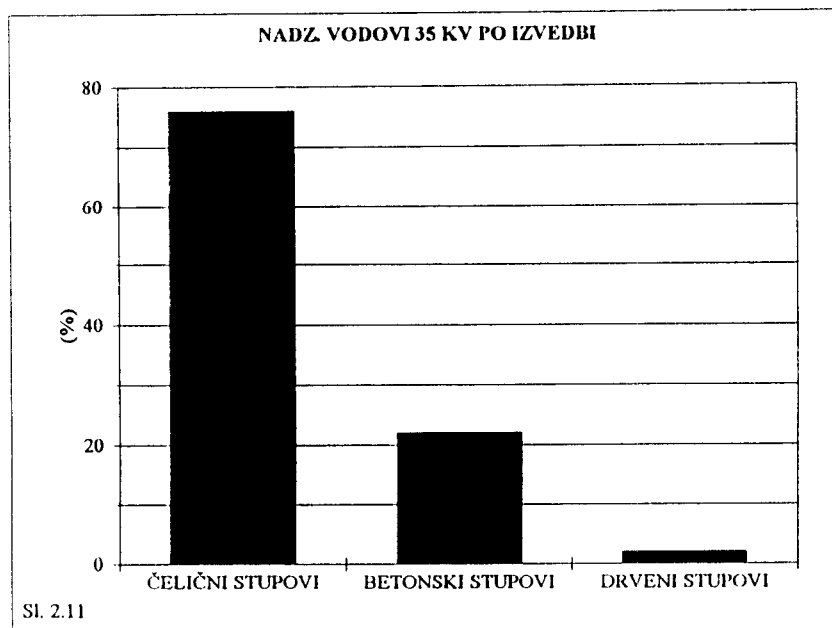
2.3 Vodovi 35 kV

U mreži 35 kV udio kabela iznosi oko 22 %. Presjeci kabela najčešće su relativno veliki – 150(185) Cu, 185(240) Al. S obzirom na tehnološku izvedbu, moguće je kabele 35 kV sistematizirati na način prikazan na sl. 2.9.



Razdioba nadzemnih vodova 35 kV po presjecima vodiča prikazana je na sl. 2.10, dok je odgovarajuća razdioba po izvedbi stupova dana na sl. 2.11.

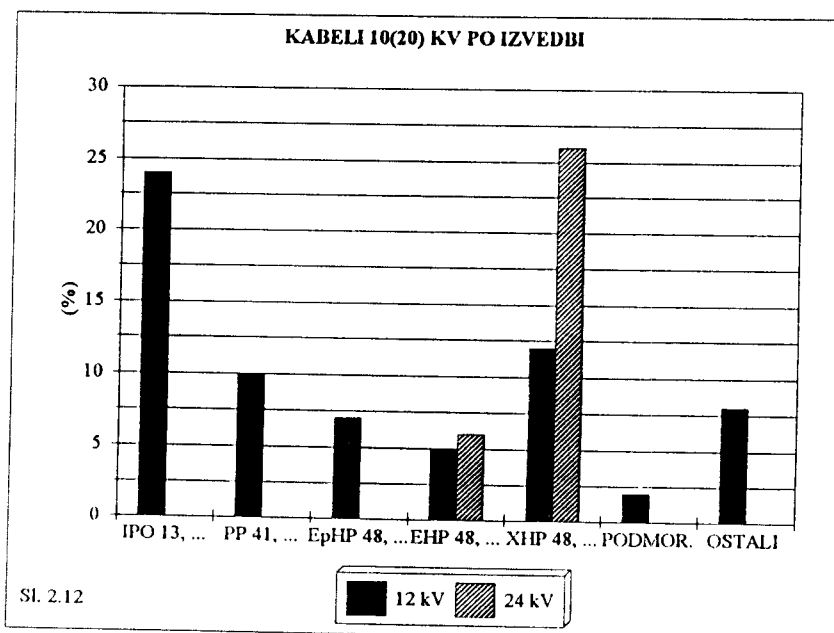




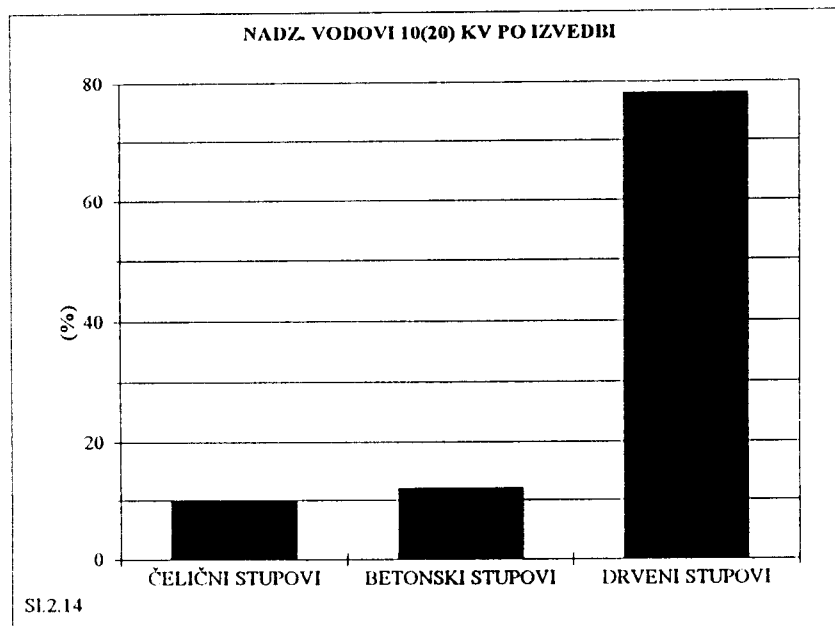
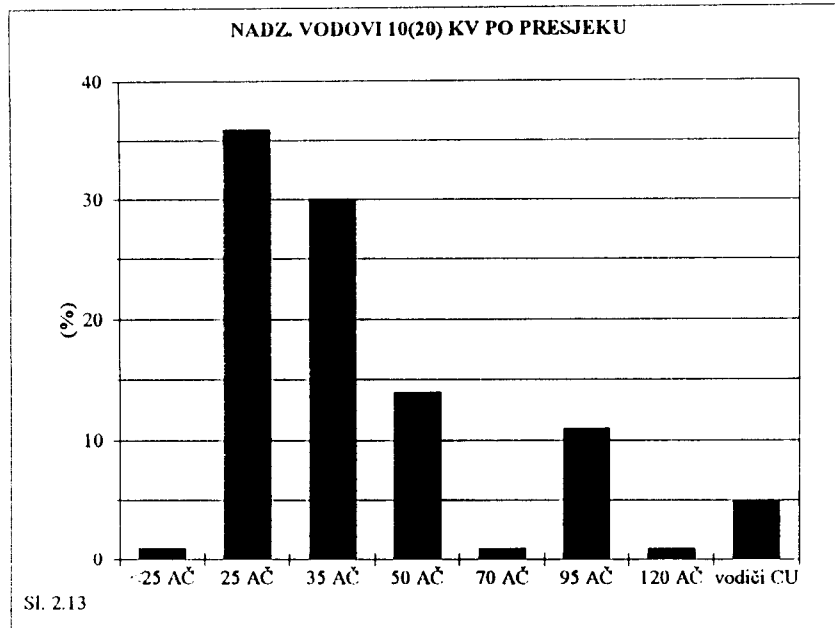
2.4 Vodovi 10(20) kV

U mreži 10(20) kV udio kabela iznosi oko 22 %, kao i u mreži 35 kV. Noviji kabeli izvede se s presjecima 150(185) Al; stariji su uglavnom izvedeni s presjecima 150 Al, te 95(120) Cu. Dakako, prisutan je određeni broj dionica manjeg presjeka.

S obzirom na izvedbu, kabeli 10(20) kV mogu se prikazati kao na sl. 2.12. Udio kabela izolacijskog nivoa 24 kV iznosi oko 32 %.



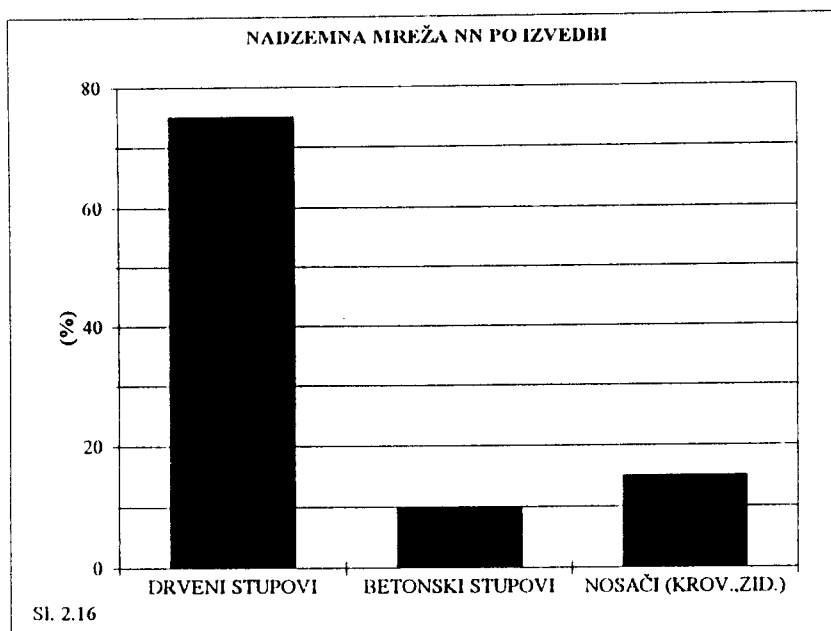
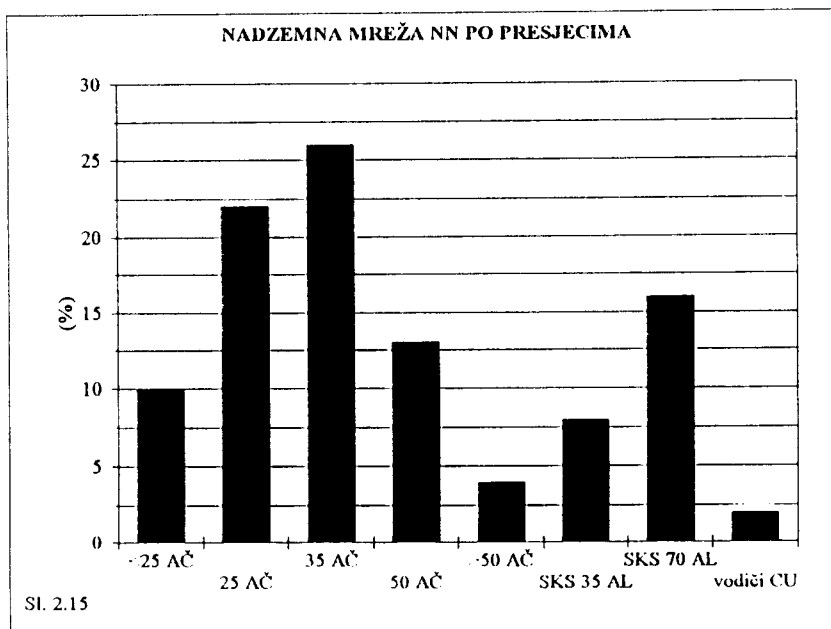
Kod nadzemnih vodova 10(20) kV prisutne su strukture prema sl. 2.13 (presjeci vodiča) i sl. 2.14 (stupovi).



2.5 Mreža niskog napona (bez priključaka)

Udio kabela u mreži niskog napona iznosi oko 18 %. Noviji kabeli izvode se s velikim presjecima, kao što su 150(185) Al; međutim u starim gradskim jezgrama nailazi se i na kabele malog presjeka. Najčešća konstrukcijska izvedba tih kabela je PP 00 (eventualno PP 41).

Nadzemna mreža niskog napona ima značajke kao na sl. 2.15 (korišteni presjeci), odnosno 2.16 (stupovi/nosači mreže n.n.).



3. OSVRT NA DOSADAŠNJI RAZVITAK DISTRIBUCIJSKE MREŽE HEP-a

Dosadašnji razvitak distribucijske mreže u Hrvatskoj bio je različit po područjima. Takova situacija je uvjetovana povjesnim razlozima. Prije osnivanja HEP-a (1990. g.) djelatnost distribucije električne energije u Hrvatskoj ostvarivala se putem više relativno neovisnih organizacija, koje su provodile svoje razvojne politike. Rezultat toga su različita konceptijska rješenja. U ovom poglavlju ukazat će se na neke razlike između pojedinih distribucijskih područja.

3.1 Razvoj naponskih razina

U distribucijskoj mreži HEP-a najviše je zastupljen tronaponski sustav 110 – 35(30) – 10 kV. Međutim, sedamdesetih godina izvršene su mnoge analize o primjeni novog distribucijskog napona 20 kV, odnosno transformacije 110/20 kV. Rezultat tih analiza bile su odluke nekih distribucija o prijelasku na novi napon, odnosno transformaciju, dok su druge distribucije zadržale postojeću koncepciju. Nakon osnivanja HEP-a, prevladalo je

mišljenje o potrebi zamjene naponske razine 10 kV s naponom 20 kV. No, postojeće stanje mreže zbog kasnije donešenih odluka bitno se razlikuje od područja do područja.

S uvođenjem napona 20 kV najdalje su otišla slijedeća distribucijska područja u kojima su dijelovi mreže stavljeni u pogon pod tim naponom. To su:

- "Elektra Zagreb" (područje Zaprešića, te vangradski dio južnog Zagreba)
- "Elektra Sisak" (veliki dio mreže izvan grada Siska)
- "Elektroistra" (područje Buzeta i dijelom Pazina)
- "Elektroprimorje" (dio Gorskog Kotara)
- "Elektrolika" (primorski dio)

Uvidom u podatke o ugrađenim transformatorima 10(20)/0.4 kV u navedenim područjima, vidi se da se udio transformatora 10(20)/0.4 kV i 20/0.4 kV nalazi u granicama između 45 % i 63 %, što je bitno više od hrvatskog prosjeka (25 %).

Još nekoliko distribucijskih područja je dosta učinilo u pripremama za uvođenje napona 20 kV. To su između ostalih "Elektra Karlovac", "Elektra Zadar", "Elektra Zabok", "Elektra Vinkovci", itd. U ostalim područjima taj proces je tek u začetku (ugradnja opreme 20 kV), pa će sigurno dugo potrajati.

3.2 Izgradnja TS X/10(20) kV

Pojne TS X/10(20) kV izvedene su pretežno kao TS 35/10(20) kV (342 kom., 3603 MVA), a puno rjeđe kao TS 110/10(20) kV (25 kom., 1262 MVA).

Rasprostranjenost TS 110/10(20) kV u distribucijskoj mreži HEP-a nije ravnomjerna. Deset TS 110/10(20) kV locirano je na području "Elektre Zagreb", četiri TS 110/10(20) kV nalazi se na području "Elektre Zadar", itd. Od navedenih transformatorskih stanica, tri rade s postrojenjima 110 kV u tzv. GIS izvedbi.

Uz određene iznimke većina TS 110/10(20) kV napaja velike gradove, što je i logično s obzirom na veličinu konzuma. Međutim, nekoliko TS 110/10(20) kV izgrađeno jer su predstavljale racionalnija rješenja u odnosu na izgradnju mreže 35 kV. Karakterističan primjer je TS 110/10(20) "Pag".

U većini studija koje su između 1970. i 1980. razmatrale razvoj mreže, predviđala se puno brža izgradnja TS 110/10(20) kV. Planirani porast konzuma obično je bio veći od 7% godišnje, što je opravdavalo takovu koncepciju. No, pošto je porast konzuma u stvarnosti bio puno manji, planirani razvoj nije se ostvario. Kao prijelazno rješenje u vangradskim mrežama nametnula se transformacija 35/20 kV, u uvjetima problematičnih mreža 10 kV. Transformacija 110/20 kV bila bi tu druga faza razvoja, i to kada opterećenje TS 35/20 kV postane preveliko za transformaciju 35/20 kV. Navedeni pristup je primjenjen u vangradskim mrežama "Elektroistre", "Elektroprimorja", "Elektre Sisak" i "Elektre Vinkovci".

3.3 Tehnološka izvedba distribucijskih mreža

Analizom dostupnih podataka o distribucijskoj mreži HEP-a dolazi se do zaključka da se u prošlosti nije vodilo dovoljno računa o tipizaciji opreme, čije su značajke veoma različite, ovisno o distribucijskom području. U daljnjem tekstu dat će se stanje za pojedine dijelove mreže.

Nadzemni vodovi 35 kV

Većina vodova izgrađena je na čelično-rešetkastim stupovima (oko 76 % vodova), te sa vodičima presjeka 120 Ač (oko 55 % vodova). Međutim, u nekoliko distribucijskih područja izrazito su zastupljeni vodovi na betonskim stupovima (udio od 45 % do 100 %). Isto vrijedi za presjeka faznih vodiča (relativno veliki udio presjeka 95 Ač).

Kabeli 35 kV

U distribucijskim mrežama HEP-a prisutan je veliki broj različitih tipova kabela. Najzastupljeniji su kabeli s papirnom izolacijom (IPZO 13 i sl. - oko 51 % kabela). No, u nekoliko distribucijskih područja udio navedenih kabela je blizu 100 %, dok u drugim područjima dominiraju kabeli s plastičnom izolacijom (EHP 48, XHP 48). Ta razlika donekle se može protumačiti činjenicom da su kabeli 35 kV polagani u različitim vremenskim razdobljima. Glede presjeka faznih vodiča, najviše su zastupljeni veliki presjeci - 150 Cu, 185 Al, itd.

Transformatorske stanice 35/10(20) kV i 110/10(20) kV (srednji napon)

Najveći dio postrojenja srednjeg napona izgrađen je u otvorenim čelijama (tzv. munijerke), s udjelom od oko 70 %. Udio suvremenih sklopnih blokova s izvlačivim prekidačima je relativni nizak, te iznosi oko 20 %. Kod stanica 10(20) kV udio polja s opremom 24 kV iznosi svega 18 %.

Ugrađeni prekidači srednjeg napona su uglavnom malolujne izvedbe – oko 90 %. Reljerna zaštita pretežno elektromehaničke izvedbe – u više od 60 % polja.

Svi izloženi podaci ukazuju na izrazitu tehnološku dotrajalost razmatranih postrojenja (prvenstveno TS 10(20) kV). To pitanje će se u budućnosti još više zaoštriti.

Nadzemni vodovi 10(20) kV

Većina nadzemnih vodova 10(20) kV izgrađena je na drvenim stupovima (oko 78 % svih vodova), dok udio vodova na betonskim stupovima iznosi 12 %, a vodova na čelično-rešetkastim stupovima 10 %. No, zastupljenost pojedinih tehnologija po distribucijskim područjima jako varira:

- udio vodova na drvenim stupovima nalazi u granicama između 50 % i 98 %
- udio vodova na betonskim stupovima varira između 0 % i 63 %
- udio vodova na čelično-rešetkastim stupovima, ovisno o području varira između 0 % i 41 %

Presjeci faznih vodiča pretežno su maleni: kod 72 % vodova manji su od 50 Ač, dok je samo 13 % vodova izgrađeno s vodičima većih od 50 Ač. Dakako, i ovdje je prisutna raznolikost između distribucijskih područja. Primjerice, udio vodova s velikim presjecima vodiča (95 ili 120 Ač) varira između 0 % i 49 %.

Kabeli 10(20) kV

Distribucijska mreža sadrži veoma veliki broj različitih vrsta kabela. Najviše su zastupljeni kabeli s izolacijom od umreženog polietilena (XHP 48, XHE 49, ...), čiji udio iznosi oko 38 %. Međutim, u nekim distribucijskim područjima njihov udio nalazi se u granicama između 8 % i 55 %. Slična je situacija i kod kabela s papirnom izolacijom (IPO 13 i sl.); na razini HEP-a njihova zastupljenost je 24 %; varijacije po područjima su između 0 % i 64 %. Uglavnom se koriste kabeli većeg presjeka – 95 Cu, 150(185) Al, itd.

Udio kabela s izolacijom 24 kV je nešto veći od 32 %.

Transformatorske stanice 10(20)/0.4 kV

TS 10(20)/0.4 kV mogu se po izvedbi podijeliti na tri temeljne grupe:

- kabelske stanice (KTS), koje predstavljaju oko 35 % svih TS 10(20)/0.4 kV
- stupne stanice (STS), koje predstavljaju oko 46 % svih TS 10(20)/0.4 kV
- tornjići, koji predstavljaju oko 19 % svih TS 10(20)/0.4 kV

Dakako, po distribucijskim područjima udjeli pojedinih vrsta TS variraju, što je u velikoj mjeri uvjetovano vrstom mreže (gradska/vangradska). Glede detaljnijih značajki razmatranih TS 10(20)/0.4 kV može se reći sljedeće:

- U cca 12 % KTS-a ugrađeni su suvremeni sklopni blokovi ("ring main unit" – RMU).
- Stupne TS 10(20)/0.4 kV zastupljene su 2.5 puta više nego tornjići; no u priobalnim distribucijama udio tornjića je znatno veći nego na razini HEP-a.
- Broj TS 10(20)/0.4 kV na drvenim stupovima zanemariv je na razini HEP-a; međutim one u nekim distribucijskim područjima čine 14 % do 17 % ukupnog broja stanica.
- Najveći dio stupnih TS 10(20)/0.4 kV izveden je na čelično-rešetkastim stupovima (oko 72 % STS-a). Zanimljivo je da se veći broj STS-a na betonskim stupovima (u odnosu na čelično-rešetkaste stupove) nalazi samo u jednom distribucijskom području.
- Oprema 24 kV ugrađena je u 26 % kabelskih TS, odnosno u 23 % stupnih TS. Broj tornjića s opremom 24 kV je zanemariv.
- Najčešće korištene snage transformatora 10(20)/0.4 kV su 100 kVA (23 %) i 50 kVA (18 %), a zatim 630(500) kVA (17 %).
- Prosječna ugrađena snaga transformatora 10(20)/0.4 kV iznosi 259 kVA, s time što ona po distribucijskim područjima varira između varira između 94 kVA i 503 kVA, ovisno o karakteristikama konzuma (gradski/vangradski).
- Oko 75 % transformatora ima naponski omjer 10/0.4 kV, s time što taj udio po područjima varira između 36 % i 100 %.
- Udio transformatora 10(20)/0.4 i 20/0.4 kV iznosi oko 25 %; po područjima udio varira između 0 % i 60 %.

Mreža niskog napona

Oko 13 % mreže izvedeno je podzemnim kablom, tipa PP 00. U pravilu su prisutni veći presjeci (>50 Al), osim u starim gradskim jezgrama.

U nadzemnoj mreži n.n. dominiraju vodovi na drvenim stupovima - 75 %, zatim vodovi na krovim (rijede zidnim) nosačima - 15 %, te vodovi na betonskim stupovima - 10 %. No, zastupljenost pojedinih tehnologija izrazito je raznolika po distribucijskim područjima:

- udio vodova na drvenim stupovima nalazi u granicama između 0 % i 100 %
- udio vodova na betonskim stupovima varira između 0 % i 59 %
- udio vodova na nosačima varira između 0 % i 100 %

U nadzemnoj mreži udio vodova s SKS-om iznosi 24 % na razini HEP-a; dok je preostali dio mreže izveden s golim vodičima. I ovdje su prisutne velike razlike između distribucijskih područja - udio vodova s SKS-om nalazi se u granicama između 1 % i 46 %. Korišteni presjeci golih vodiča su maleni; u 78 % slučajeva su manji od 50 Ač.

U prosjeku, na jednu TS 10(20)/0.4 kV priključeno je 2.5 km mreže niskog napona. To je izrazito mnogo, u usporedbi s praksom elektroprivrednih kompanija u razvijenim zemljama. Primjerice, u EDF-u (Francuska) taj prosjek iznosi 1 km mreže po TS 20/0.4 kV. Detaljnija analiza distribucijskih područja i tu pokazuje velike razlike; dužina mreže niskog napona po TS 10(20)/0.4 kV nalazi se u granicama između 1.3 i 3.8 km,

4. OČEKIVANI PORAST KONZUMA ELEKTRIČNE ENERGIJE U BUDUĆNOSTI

Tijekom 1996. god. ostvarena je slijedeća prodaja električne energije u distribucijskoj djelatnosti HEP-a:

Tab. 4.1 Potrošnja električne energije u 1996. godini

Vrsta potrošača	Potrošnja (MWh)	Promjena 1996/1990. (%)	Udio u potrošnji (%)
Potrošači 110 kV	177,327	-50,2	1,8
Potrošači 35 kV	628,474	-41,0	6,5
Potrošači 10 kV	1,836,655	-29,6	19,0
Kućanstva	4,898,098	+9,7	50,8
Ostali na n.n.	1,868,922	+2,2	19,5
Javna rasvjeta	226,541	+18,9	2,3
U K U P N O	9,636,017	-8,1	100,0

Kao što se vidi, prema predratnom stanju prisutan je pad potrošnje električne energije od **8,1 %**. No, po grupama potrošnje situacija je bitno različita. Kod velikih potrošača (naponske razine 110, 35 i 10 kV) došlo je do izrazitog pada potrošnje. S druge strane, potrošači na niskom naponu pokazuju porast potrošnje unatoč posljedicama ratnih razaranja. Posljedica toga je da čak 50,8 % potrošnje otpada na kućanstva!

Izloženi podaci veoma su važni kod donošenja planova razvoja distribucijskih mreža, pošto će veliki dio investicija biti uvjetovan konzumom potrošača na niskom naponu koji pokazuju trendove porasta. Prema tome, tu je situacija različita u odnosu na planiranje proizvodnih objekata HEP-a.

Također treba upozoriti na različite trendove porasta/pada potrošnje električne energije po distribucijskim područjima. U krajevima zahvaćenim ratnim razaranja došlo je do znatno većeg pada potrošnje (1996/1990 g.) u odnosu na prosjek Hrvatske, što je potpuno razumljivo. No, u ostalim distribucijskim područjima pad potrošnje je manji od navedenih 8,1 %, a često je prisutan i porast ukupne potrošnje u odnosu na 1990. godinu. Kod kućanstava, te ostalih potrošača na niskom naponu ta spoznaja pogotovo dolazi do izražaja. Porast potrošnje tih grupacija (u područjima bez izravnih ratnih šteta) u razdoblju 1996-1990 ponekad se nalazi u granicama 20 % - 30 %, a to nameće potrebu značajnih investicijskih ulaganja, neovisno o ukupnom padu konzuma električne energije HEP-a.

Prognoza potrošnje električne energije, odnosno vršnog opterećenja veoma je kompleksna zadaća, koja zahtijeva multidisciplinarni pristup. Tijekom 1997. god. u Energetskom institutu "Hrvoje Požar" provedene su odgovarajuće analize za nekoliko mogućih scenarija razvoja. Za tzv. **referentni scenarij** dobiveni su slijedeći godišnji trendovi:

- porast konzuma u razdoblju 1994 - 2000 g.: 5,0 % godišnje
- porast konzuma u razdoblju 2000 - 2005 g.: 3,3 % godišnje
- porast konzuma u razdoblju 2005 - 2010 g.: 2,7 % godišnje
- porast konzuma u razdoblju 2010 - 2015 g.: 2,5 % godišnje
- porast konzuma u razdoblju 2015 - 2020 g.: 2,0 % godišnje

Prilikom planiranja razvoja distribucijske mreže po manjim područjima nameće se problem opravdanosti primjene gornjih trendova u svim uvjetima. U većini ruralnih krajeva realno je očekivati manji porast konzuma od prosjeka Hrvatske. Pri tome je važno napomenuti da oko 42 % stanovništva (popis stanovništva iz 1991 god.) živi u naseljima s manje od 2,000 stanovnika, što ukazuje na veliku zastupljenost vangradskog konzuma, koji uvjetuje velike specifične investicije u mrežu. Osim toga, daljnji razvoj konzuma električne energije ovisi o uporabi ostalih energenata (posebno plina), gospodarskim potencijalima, itd. Sve to ukazuje na potrebu da se kod izrade planova razvoja manjih područja puno pristupi prognozi konzuma, koja može dosta odstupati od prosjeka Hrvatske.

5. PRIJEDLOG KRITERIJA ZA PLANIRANJE RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE

Na razini HEP-a nisu službeno definirani kriteriji dobre izgrađenosti distribucijske mreže. Zbog toga se predlaže uporaba dosadašnjih spoznaja iz:

- studijskih radova EI "Hrvoje Požar"
- međunarodne tehničke regulative (IEC)
- inozemnih iskustava razvijenih elektroprivrednih kompanija

Dijelovi distribucijske mreže mogu se podijeliti na transformatorske stanice i vodove, pa se može govoriti o iskoristivosti odnosno izgrađenosti **transformacije i vodova**.

5.1 Iskoristivost transformacije X/10(20) kV

Pod transformacijom X/10(20) kV misli se na TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV. Razlikuju se transformatorske stanice u gradskim mrežama, gdje postoje povezni vodovi 10(20) kV, te transformatorske stanice u vangradskim mrežama, bez povezanih vodova. Teži se primjeni kriterija "n-1"; tj. osiguranju neprekidnog napajanja konzuma.

TS X/10(20) kV sa poveznim vodovima

- 2 transformatora $P_{max} = 75 \% S_{uis}$
- 3 transformatora $P_{max} = 88 \% S_{uis}$

TS X/10(20) kV bez povezanih vodova

- 2 transformatora $P_{max} = 60 \% S_{uis}$
- 3 transformatora $P_{max} = 80 \% S_{uis}$

Primjeni gornjih kriterija treba prići selektivno, iz više razloga:

- Kod TS X/10(20) kV u gradskim mrežama gornji kriteriji vrijede ukoliko je instalirana snaga transformacije u susjednim TS slična. Ne može se očekivati da TS 35/10 kV nadoknade ispad jedinica 110/10 kV (problem izražen u gradu Zagrebu).
- U manjim gradovima povezna mreža može osigurati i bolju rezervu no što je prikazano u gornjim kriterijima (ukoliko postoje dostatni kapaciteti u transformaciji).
- U mnogim slučajevima moguće je osigurati rezervu u transformaciji, kroz poveznu vangradsku mrežu, naročito ako su prisutni vodovi velikog presjeka (3x95(120) Ač). Uvođenjem u primjenu napona 20 kV, ovaj zaključak je osnažen.
- U slučaju da ispunjavanje kriterija "n-1" zahtjeva prevelika financijska sredstva, može se odustati od tog kriterija, uz analizu rizika prekida napajanja. Trenutačno u HEP-u nema definiranih pokazatelja prihvatljivog rizika.

5.2 Iskoristivost transformacije 10(20)/0.4 kV

Kod TS 10(20)/0.4 kV ne predviđa se rezerva u transformaciji. Optimalni broj i instalirana snaga transformacije na nekom području uvjetovani su **gustoćom opterećenja**. Na područjima s niskom gustoćom konzuma treba graditi TS 10(20)/0.4 kV sa **malom snagom** transformacije, te sa kratkim izvodima n.n. Općenito govoreći u našim mrežama nije poštovan taj princip (pogl. 3). Vangradске TS 10(20)/0.4 kV dimenzionirane su tako da prihvate relativno veliki konzum, a to je rezultiralo dugačkim izvodima n.n., te velikim padovima napona.

5.3 Iskoristivost vodova srednjeg napona

Gradske mreže 35 i 10(20) kV u pravilu trebaju biti koncipirane tako da osiguraju pogon napajanih TS u slučaju ispada jednog voda (kriterij "n-1").

U vangradskim mrežama dvostrano napajanje potrošača ima opravdanje samo ako se dokaže troškovima neisporučene električne energije. Alternativni pristup se temelji na veličini vršnog opterećenja potrošača koji mogu ostati bez napajanja, u slučaju primjene radialne konfiguracije mreže. Primjera radi, navodimo podatak da se u V. Britaniji traži ispunjavanje kriterija "n-1" u mreži 11 kV, ako vršna snaga izvoda prelazi 1 MVA. Glede naponskih okolnosti na vodovima srednjeg napona, u praksi se smatra da padovi napona ne trebaju premašiti granicu od:

$$\Delta u = 8 \% \text{ (u normalnom pogonu)}$$

5.4 Iskoristivost vodova niskog napona

U mrežama niskog napona u pravilu se ne osigurava dvostrano napajanje. Pored dopuštenog termičkog opterećenja, glavni kriterij kod dimenzioniranja vodova niskog napona je pad napona.

Na temelju međunarodnog standarda IEC 38. usvajaju se dopuštene promjene napona u granicama:

$$400/230 \text{ V} \quad +6 \% , -10 \%$$

U svezi navedenog, valja upozoriti da postojeći transformatori 10(20)/0.4 kV nisu konstruirani za primjenu novog europskog napona 400/230 V.

5.5 Revitalizacija opreme

Dotrajalost opreme predstavlja jedan od najvećih problema distribucijske djelatnosti HEP-a. Pri tome posebno treba obratiti pozornost na slijedeće dijelove mreže (pogl. 2-3):

- Elektromehanička relejna zaštita. Proizvodnja takvih releja je obustavljena; prisutni su veliki problemi sa rezervnim dijelovima.
- Maloljni prekidači srednjeg napona. Proizvodnja se postupno gasi; poslije 2007. god. realno je očekivati velike probleme sa rezervnim dijelovima. Također treba upozoriti da su maloljni prekidači uglavnom stariji od 10 god., a njihova očekivana životna dob (uz redovno održavanje) iznosi oko 30 god.
- TS 10/0.4 kV tipa tornjić. Uglavnom se radi o starijim objektima (preko 20 god.) u kojima je došlo do slabljenja izolacije (provodni izolatori), te do čestih pojava luka. Te stanice u pravilu zahtijevaju temeljitu revitalizaciju 10 kV dijela, a često i građevine.
- TS 10/0.4 kV na drvenim stupovima. Zbog loše kvalitete drveta, stanice često ne udovoljavaju zahtjevima sigurnosti, te ih treba zamijeniti novim.
- Nadzemni vodovi srednjeg i niskog napona na drvenim stupovima. Zbog loše kvalitete drveta potrebna su velika ulaganja u zamjenu stupova. Osim toga, vodiči su često stariji od 20-30 god., što uvjetuje potrebu njihove zamjene.

U mnogim slučajevima magistralne dionice tih vodova trebat će zamijeniti novim vodovima većeg presjeka, i to tamo gdje za to postoje energetski razlozi.

Dakako, osim navedenih problema, u razdoblju do 2025. god. trebat će zbog dotrajalosti izvršiti i čitav niz drugih zamjena (postrojenja 10(20) kV u TS 10(20)/0.4 kV, istosmjerni razvodi u TS X/10(20) kV, građevinske sanacije objekata, zamjena starih kabela).

5.6 Uskladjivanje stanja mreže sa zahtjevima tehničke regulative

Zbog uvođenja novog europskog napona 400/230 kV trebat će zamijeniti dio transformatora 10(20)/0.4 kV. Osim toga, određene nadzemne vodove trebat će kablirati iz sigurnosnih razloga (područja intenzivne urbanizacije). Vjerojatno će se u budućnosti postaviti još neki (stroži) zahtjevi na elektroenergetsku mrežu.

6. PRIJEDLOG KONCEPCIJE RAZVOJA DISTRIBUCIJSKE MREŽE HEP-a

6.1 Konceptija razvoja mreže srednjeg napona

Na temelju dosadašnjih studijskih radova koji su obrađivali ovu problematiku, te uvida u praksu europskih država, predlaže se dugoročna orijentacija koja se temelji na:

- zamijeni napona 10 kV naponom 20 kV
- uvođenjem direktne transformacije, 110/10(20) kV, tj. odumiranju naponske razine 35 kV.

Prema inozemnim iskustvima (npr. EDF Francuska) tu se radi o dugoročnim zadaćama, koje traju 20-30 godina. Osnovni problem je u pronalaženju optimalnih prijelaznih rješenja, koja će omogućiti postupni prijelaz na novu koncepciju, uz iskorištenje postojeće mreže.

Temeljne smjernice koje se predlažu kod donošenja investicijskih odluka jesu:

- Svi novi kabeli i nadzemni vodovi u mreži 10 kV, moraju se izvoditi sa stupnjem izolacije 24 kV.
- TS 10/0.4 kV i linijske rastavljače u mreži 10 kV treba graditi sa stupnjem izolacije 24 kV. Na područjima gdje se sagledava mogućnost uvođenja u pogon napona 20 kV u idućih dvadesetak godina, svi novi transformatori u TS 10(20)/0.4 kV moraju biti prespojivi.
- Prilikom rekonstrukcije postojećih TS 35/10 kV i TS 10/0.4 kV ugrađivati opremu 24 kV.
- Kod izgradnje novih vodova 35 kV (što će sigurno biti potrebno u distribucijskim područjima koja nisu radila na uvođenju napona 20 kV), treba koristiti racionalnija rješenja od postojećih vodova na čelično-rešetkastim stupovima sa zaštitnim vodičima. Pod time se misli na:
 - vodove s betonskim stupovima, bez zaštitnog vodiča
 - vodove na čelično-rešetkastim stupovima, bez zaštitnog vodiča (u uvjetima teške primjene betona)
 - kabele 35 kV u povoljnim okolnostima (dobar teren, blizina prometnica), čija je cijena postala konkurentna u odnosu na vodove na čelično-rešetkastim stupovima

Nakon uvođenja u pogon napona 20 kV, ti vodovi će staviti pod taj napon.

- Intenzivno uvoditi u uporabu suvremena tehnološka rješenja kao što su:
 - indikatori kvarova
 - prekidači na stupovima vodova 10(20) kV ("autorecloser-i")
 - naprave za automatsku regulaciju napona na vodovima 10(20) kV
 - daljinski upravljane linijske sklopke 10(20) kV.

Navedenim tehnološkim rješenjima ostvaruje se kvalitetniji rad distribucijske mreže, uz bitno niže troškove u odnosu na klasičnu sanaciju loših mreža (npr. interpolaciju novih TS 35/10 kV)

- Vodove 10(20) kV graditi po mogućnosti na betonskim stupovima (a ne na bitno skupljim čelično-rešetkastim). Novi magistralni vodovi 10(20) kV trebaju imati presjek vodiča barem 3x95 Ač.

Kod izgradnje pojnih stanica distribucijske 10(20) kV mreže treba usvojiti takva rješenja koja će omogućiti fleksibilan razvoj mreže u budućnosti. Predlažu se slijedeća rješenja:

- Na području većih gradskih cjelina, treba nastojati maksimalno iskoristiti postojeću transformaciju 35/10 kV, uz poštivanje kriterija dobre izgradnosti transformacije (osiguranje rezerve za slučaj ispada jednog transformatora iz pogona). Nakon iskorištenja kapaciteta postojeće transformacije 35/10 kV napajanje tih gradova treba riješavati gradnjom novih TS 110/10(20) kV. Te stanice će u početku raditi kao TS 110/10 kV, dok se ne stvore uvjeti za prelazak na rad kao TS 110/20 kV. Brzina prelaska prvenstveno će ovisiti o količini postojećih 10 kV kabela, koji se neće uvijek moći brzo zamijeniti 20 kV kabelima.
- Na području malih gradova, treba primijenjivati pristup opisan u prethodnoj točki. Ukoliko se pokaže da nema opravdanja za gradnjom novih TS 110/10(20) kV zbog manjka kapaciteta u postojećoj transformaciji 35/10 kV, dolazi u obzir gradnja novih TS 35/10(20) kV, koje će u prvoj fazi raditi kao TS 35/10 kV, a kada se stvore uvjeti, kao TS 35/20 kV. Pri tome, za TS 35/10(20) kV treba rezervirati dovoljno velike lokacije, kako bi s u budućnosti te stanice mogle pretvoriti u TS 110/10(20) kV (uz iskorištenje 10(20) kV postrojenja). O tome, projektanti postrojenja moraju voditi računa.
- Kod TS 35/10(20) kV u vangradskim područjima, u pravilu postoji dovoljno rezerve u kapacitetu transformacije. Kod takvih mreža problem nije u transformaciji, nego u naponskim prilikama na vodovima 10 kV. Sa porastom konzuma, broj "loših" izvoda će se povećati. U tim situacijama treba rekonstruirati TS 35/10 kV u TS 35/20 kV. Time se na duži rok popravljaju situacija u mrežama 10 kV (padovi napona snanjuju se četiri puta za ista opterećenja). U daljnjoj budućnosti TS 35/20 kV zamijenit će se sa TS 110/20 kV kada to bude opravdano sa energetskog stanovišta. Kao privremeno, veoma atraktivno rješenje koristiti naprave za automatsku regulaciju napona.

- Između susjednih TS X/10(20) kV treba graditi povezne 10(20) kV vodove. Uvidom u značajke naših 10(20) kV nadzemnih mreža utvrđeno je da je u većini slučajeva moguće uspostaviti vezu između pojmih stanica izgradnjom vrlo kratkih spojnih vodova (dužine nekoliko kilometara) između danas odvojenih 10(20) kV mreža.

Uvođenjem napona 20 kV u pogon, postojeće 10 kV nadzemne vodove, te 10 kV kabele sa **papirnom izolacijom** treba staviti pod napon 20 kV uz slijedeće uvjete:

- zvezdište u pojnoj stanici treba uzemljiti u cilju smanjivanja unutrašnjih prenapona;
- kabelske glave na navedenim kabelima treba zamijeniti odgovarajućim 20 kV glavama; prema mogućnostima treba zamijeniti i 10 kV kabelske spojnice.

6.2 Konceptija razvoja mreže niskog napona

Sanacija postojeće mreže niskog napona predstavlja najveći financijski problem distribucijske djelatnosti HEP-a. U toj mreži prisutni su veliki problemi sa:

- visokim padovima napona
- izrazitom dotrajalošću nadzemnih vodova n.n.

Može se reći da mreža niskog napona nije dobro koncipirana, naročito u vangradskim uvjetima. Po TS 10(20)/0.4 kV priključeno je previše niskonaponske mreže, uglavnom malog presjeka vodiča (pogl. 2-3). Zbog toga se buduća ulagnja u tu mrežu trebaju temeljiti na slijedećim principima:

- Korištenje **pojednostavljenih TS 10(20)/0.4** sa transformatorima male nazivne snage, za sanaciju naponskih okolnosti u ruralnim područjima slabe naseljenosti.
- Zamjena **dotrajalih n.n. vodova** malog presjeka, novim dionicama sa SKS-om. Ovakve zahvate treba preventivno raditi u mrežama gdje su prisutni previsoki padovi napona.

U mrežama gdje su naponske okolnosti zadovoljavajuće, a vodovi n.n. nalaze se u dotrajalom stanju, zamjenska izgradnja je opravdana zbog sigurnosnih razloga, te u slučaju previsokih troškova neisporučene električne energije.

Poseban problem predstavljaju niskonaponski vodovi na krovnim nosačima (područje Slavonije). Iskustva pokazuju da je u takvim okolnostima otežano održavanje mreže; u budućnosti će biti još više problema, što je i logično (mreža na privatnim objektima). Zbog toga, nove vodove više ne treba raditi na takav način.

6.3 Idejna rješenja TS 110/X i TS 35/10(20) kV

Provedba konceptijskih rješenja iz prethodnih poglavlja uvjetuje različita rješenja za izvedbu TS 110/X kV, te u manjoj mjeri TS 35/10(20) kV. To se odnosi kako na izgradnju potpuno novih objekata, tako na rekonstrukciju postojećih. U ovom poglavlju dat će se kratki osvrt na navedenu problematiku. Pri tome je bitno kod donošenja investicijskih odluka sagledati njihovu ulogu u mreži kroz narednih tridesetak godina (životna dob opreme).

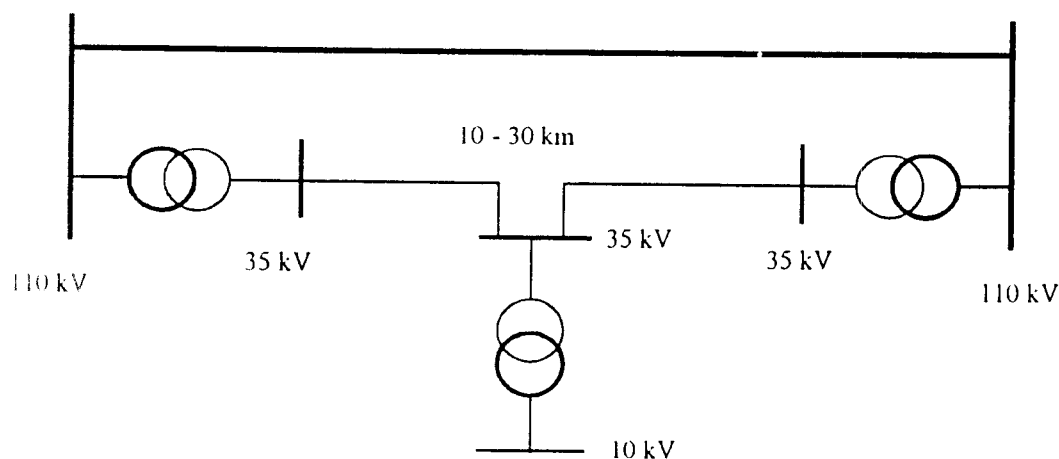
6.3.1 Transformatorske stanice 110/X kV

U Hrvatskoj elektroprivredi grade se tipske TS 110/X kV. Najčešće rješenje zasnovano je na primjeni jednostrukih sekcioniranih sabirnica 110 kV za maksimalno 4 vodna polja te ugradnji dva transformatora 110/X kV, snage 20 ili 40 MVA. Srednji napon je 35 kV ili 10(20) kV. Moguća je i ugradnja međutransformatora 35/10(20) kV, kada se trajno koriste transformatori 110/X kV sa različitim sekundarnim naponima.

Tijekom 1997. započete su aktivnosti na novelaciji važeće tipizacije. Osim što će se uvažiti suvremena tehnološka rješenja, očekuje se razrada i koncepcije pojednostavljene jednotransformatorske TS 110/10(20) kV, sa transformatorom male snage (8 ili 10 MVA). Primjena ovog rješenja je izuzetno atraktivna za ruralna područja gdje postoje izgrađeni vodovi 110 kV, na koje se pojednostavljena stanica priključuje preko kratkih otcjepa.

Kao karakterističan primjer primjene može se navesti problem dotrajalosti nadzemnih vodova 35 kV. Ta situacija je prikazana na sl. 6.1. Nadzemni vod 35 km redovito je puno stariji od paralelno izgrađenog voda 110 kV. U slučaju izrazite dotrajalosti postavlja se zahtjev za gradnjom novog, zamjenskog voda 35 kV. Kao alternativa nameće se gradnja pojednostavljene TS 110/10(20) kV koja bi se priključila na susjedni vod 110 kV, te bi zamijenila TS 35/10 kV. Ukoliko se radi o novijoj TS 35/10 kV, tada se može iskoristiti 10 kV postrojenje u toj stanici kao "produžena" sabirnica nove TS 110/10(20) kV.

Sigurno je da izgradnja TS 110/10(20) kV predstavlja bitno kvalitetnije rješenje od gradnje novog voda 35 kV. Pri tome treba uzeti u obzir da je situacija sa sl. 6.1 veoma česta u Hrvatskoj. Osim toga, uvođenje pojednostavljenih TS 110/10(20) kV pomoći će postupnoj eliminaciji napona 35 kV.



Slika 6.1. Primjer korištenja TS 110/35(10) kV

Uporaba pojednostavljenih TS 110/10(20) kV zahtijeva kvalitetno održavanje postrojenja, kako bi se minimizirao broj kvarova (nije ispunjen kriterij "n-1"). Osim toga, potrebno je osigurati nekoliko rezervnih transformatora u Hrvatskoj, te obučiti ekipe, kako bi se eventualne zamjene pokvarenih transformatora izvršile u što kraćem vremenu. Nužna rezerva može se osigurati kroz poveznju mrežu 10(20) kV.

6.3.2 Transformatorske stanice 35/10(20) kV

U distribucijskoj djelatnosti Hrvatske nije usvojeno tipsko rješenje za takve stanice. Pošto će se u budućnosti morati izgraditi (rekonstruirati) određeni broj TS 35/10(20) kV, predlaže se usvajanje slijedećih smjernica:

- stanice treba projektirati za maksimalnu moguću instaliranu snagu 2x8 MVA;
- postrojenje 10(20) kV treba izvoditi samo sa 24 kV opremom;
- potrebno je predvidjeti i takvo rješenje, koje omogućava da se u budućnosti TS 35/20 kV pretvori u TS 110/10(20), uz korištenje postojećeg 10(20) kV postrojenja.

Kao netipično rješenje, dolazi u obzir i gradnja TS 35/10(20) kV za snagu 2x16 MVA. Takve stanice treba riješavati od slučaja do slučaja.

6.3.3 Odabir sheme TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV

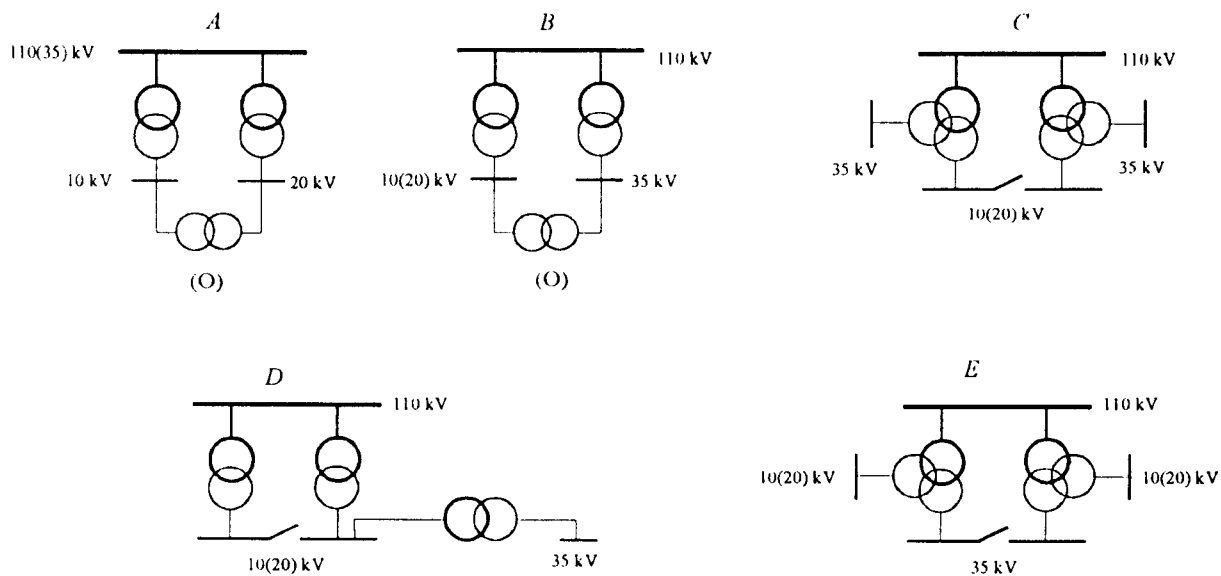
S obzirom na značajke postojećih distribucijskih mreža u Hrvatskoj, često će trebati u pojnim TS 110/10(20) kV i TS 35/10(20) kV osigurati uporabu dva sekundarna napona. Na temelju dosadašnjih iskustava moguće je predložiti niz shema sa sl. 6.2. Potrebno je upozoriti da kod korištenja terciara transformatora 110/X kV za napajanje nadzemnih mreža treba osigurati kvalitetnu prenaponsku zaštitu, pomoću odabranih MO odvodnika prenapona, te provesti uzemljenje zvjezdišta.

Uz priložene sheme daju se slijedeća objašnjenja:

- Shema (a) koristi se u situacijama kada nije moguće odjednom svu mrežu prevesti sa napona 10 kV na napon 20 kV. Česta je situacija da se nadzemna mreža može brzo staviti pod napon 20 kV, a kabela mreža zahtijeva vrijeme za prelazak zbog visokih troškova zamjene "plastičnih" 10 kV kabela.
- Shema (b) može se koristiti za napajanje gradskih mreža preko napona 10(20) kV, dok se transformator 110/35 kV koristi za napajanje postojećeg mreže 35 kV. Ova shema dolazi u obzir za primjenu i kod rekonstrukcije postojećih TS 110/35 kV.

- Shema (c) nije uobičajena u distribucijskim mrežama u Hrvatskoj. Ona bi se mogla koristiti za napajanje gradskih mreža 10(20) kV, dok bi se preko terciara napajala vangradska mreža 35 kV, koja je obično **slabo opterećena**.
- Shema (d) zasnovana je na istoj ideji kao i prethodna shema. Razlika je u tome što se u ovom slučaju može iskoristiti postojeća TS 35/10 kV za dobivanje napona 35 kV, tj. za daljnje napajanje vangradske mreže 35 kV.
- Shema (e) može se koristiti kod stanica koje napajaju dobro opterećenu mrežu 35 kV, a kod kojih postoji potreba i za napajanjem 10(20) kV mreža koje su locirane blizu TS 110/35/10 kV. Time se izbjegava gradnja TS 35/10 kV u neposrednom okolišu TS 110/10 kV.

Uporabom predloženih shema rješavaju se problemi napajanja srednjenaponskih mreža na fleksibilan način, uz stvaranje mogućnosti za "bezbolno" uvođenje novih konceptijskih rješenja.



(O) - OPCIJA

Slika 6.2 Moguće sheme TS 110/X kV i 35/X kV

7. GOSPODARSKI PARAMETRI

Prilikom donošenja investicijskih odluka, nužno je uvažiti i gospodarske parametre. Metodološki pristup je dobro poznat iz svjetske stručne literature, a temelji se na analizi aktualiziranih troškova investicije, neisporučene električne energije, gubitaka u mreži, te troškova održavanja. Pri tome treba poznavati slijedeće ulazne parametre:

- objektivizirane jedinične cijene opreme, odnosno troškove izgradnje dijelova mreže
- cijenu neisporučene električne energije
- cijenu gubitaka snage i energije

Jedinične cijene opreme, odnosno izgradnje

Radi se o vrlo delikatnoj problematici. Cijene na domaćem tržištu često su bitno više nego na svjetskom. Dakako, nije realno očekivati da domaći proizvođači postignu najniže svjetske cijene; realno je priznati više domaće cijene, s time da one ne prekorače određeni razumni "bonus" u odnosu na svjetske.

Troškovi neisporučene električne energije

Pošto na razini HEP-a nisu službeno definirani troškovi neisporučene električne energije, predlaže se korištenje podataka iz svjetske prakse (prosječne vrijednosti):

- kućanstva: 3.5 DEM/kWh
- poljoprivreda: 10.0 DEM/kWh
- industrija: 15.0 DEM/kWh
- usluge: 18.0 DEM/kWh
- javne službe: 6.0 DEM/kWh

U slučaju da se ne poznaje točna struktura potrošnje moguće je usvojiti jednostavniji princip, temeljen na ekvivalentnoj cijeni neisporučene električne energije u iznosu od:

5 DEM/kWh

Troškovi gubitaka snage i energije

I ovdje vrijedi napomena da u HEP-u nisu usvojene službene cijene gubitaka snage i energije, pa se koriste podaci iz svjetske literature:

- troškovi gubitaka električne energije: 0.07 DEM/kWh
- troškovi gubitaka električne snage: 200 DEM/kW

8. ZAKLJUČCI

U referatu je dan pregled postojećeg stanja distribucijske mreže HEP-a. S obzirom na tehnološko stanje, situacija se može ocijeniti vrlo lošom, što je posljedica nedostataka ulaganja u mrežu. Pri tome treba uvažiti činjenicu da su prisutne velike razlike između pojedinih distribucijskih područja. S očekivanim porastom konzuma u budućnosti stanje će se dodatno pogoršati.

Navedene činjenice ukazuju na potrebu donošenja osmišljene i jedinstvene strategije sanacije i razvitka distribucijske HEP-a. To je posebno značajno u uvjetima stalnog manjka financijskih sredstava. Zbog toga je nužno usvojiti metodologiju za određivanje prioriteta kod donošenja investicijskih odluka, i to uz uvažavanje gospodarskih čimbenika.

9. LITERATURA

1. Žutobradić S., Schenner R., Baldasari D. Dugoročni razvoj distributivne djelatnosti u Hrvatskoj do 2000. s projekcijom do 2005. godine, studija, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1990.
2. Žutobradić S., Schenner R., Wagnann L... Dugoročni razvoj distributivne djelatnosti Hrvatske elektroprivrede (detaljna područna analiza te izrada programskog paketa na PC računalu), studija, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1991.
3. Žutobradić S. Dugoročni razvoj distribucijske djelatnosti Hrvatske elektroprivrede (sažetak), studija, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1991.
4. Žutobradić S., Schenner R. Strategija sanacije i razvoja distribucijske mreže Hrvatske, studija, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1992.
5. Žutobradić S., Schenner R. Uvođenje napona 20 kV u distribucijsku mrežu Hrvatske s posebnim osvrtom na sanaciju ratom oštećenih postrojenja, studija, Institut za elektroprivredu Zagreb, 1993.
6. Žutobradić S. Stanje električne mreže i postrojenja distribucije u Hrvatskoj elektroprivredi, Zagreb, studija, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1994.
7. Žutobradić S. Tehničko - ekonomske podloge za unapređenje organizacije distribucije, studija, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb 1994.
8. Žutobradić S. Tehnoekonomska analiza mjera za poboljšanje kvalitete pogona vangradskih srednjenaponskih 10(20) kV mreža, studija, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.
9. Žutobradić S., Mihalek E. Sanacija loših naponskih prilika u mrežama niskog napona, studija, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.
10. Žutobradić S. Sanacija i razvoj distribucijske mreže u Hrvatskoj, za razdoblje 1996-2005., studija, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1995.
11. Žutobradić S., Mihalek E., Radeka I. Novelacija "Osnovnog rješenja elektrodistributivne mreže 110 kV i 30 kV grada Zagreba", studija, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 1996.

12. Power Investment Power Plan, Draft report 3, EDF Pariz, 1996.
13. Žutobradić S.,
Schenner R. O dugoročnom razvoju distribucijske djelatnosti u Hrvatskoj, Energija 2, 1992.
14. Žutobradić S. Tretman sanacije ratnih šteta s obzirom na koncepciju dugoročnog razvoja distributivnih mreža, HK CIGRE, str. konzultacija "Obnova i izgradnja ce sistema republike Hrvatske", Zagreb, 1992.
15. Žutobradić S. O razvoju srednjenaponskih mreža u Hrvatskoj elektroprivredi, Energija 6, 1992.
16. Žutobradić S. Koncepcijska rješenja kod izgradnje TS 110/X kV i TS 35/X kV, savjetovanje "Ratna razaranja i štete na elektrodistribucijskim i industrijskim mrežama i postrojenjima", SEITH, Stub. toplice, 1993.
17. Žutobradić S.,
Ravlić V.,
Radošević Ž. Neka rješenja pojednostavljenih TS 110/10(20) kV, Energija 3, 1994.
18. Žutobradić S. O nekim mogućnostima poboljšanja pogona nadzemnih 10(20) kV mreža, Energija 1, 1996.
19. Žutobradić S.,
Mišković D.,
Brajković D. Analiza kvarova u mreži 10(20) kV na području DP "Elektroistra" Pula, 3. savjetovanje HK CIGRE, Cavtat, 1997.
20. Podloge za izradu dugoročnog plana razvoja Hrvatske elektroprivrede (MASTERPLAN), Zagreb, 1998.